



# **CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS**

*Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016*  
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

**Larissa Araújo Almeida**

**ANÁLISE DA BARRAGEM EIXO 03 (PROPERTINS) DO RIO MANUEL ALVES,  
NO MUNICÍPIO DE DIANÓPOLIS-TO, DE ACORDO COM A POLÍTICA NACIONAL  
DE SEGURANÇA DE BARRAGENS.**

**PALMAS - TO**

**2019**

**Larissa Araújo Almeida**

**ANÁLISE DA BARRAGEM EIXO 03 (PROPERTINS) DO RIO MANUEL ALVES,  
NO MUNICÍPIO DE DIANÓPOLIS-TO, DE ACORDO COM A POLÍTICA NACIONAL  
DE SEGURANÇA DE BARRAGENS.**

Projeto apresentado como requisito parcial do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do curso de Engenharia Civil. Sob a orientação do Prof. Mestre Carlos Spartacus da Silva Oliveira.

**PALMAS - TO**

**2019**

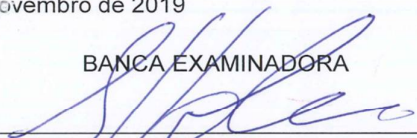
Larissa Araújo Almeida


**ANÁLISE DA BARRAGEM EIXO 03 (PROPERTINS) DO RIO MANUEL ALVES,  
NO MUNICÍPIO DE DIANÓPOLIS-TO, DE ACORDO COM A POLÍTICA NACIONAL  
DE SEGURANÇA DE BARRAGENS.**

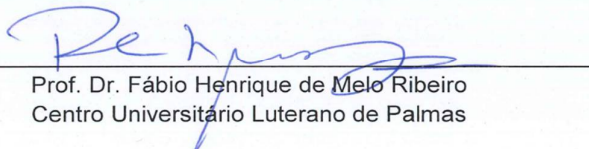
Projeto apresentado como requisito parcial do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do curso de Engenharia Civil. Sob a orientação do Prof. Mestre Carlos Spartacus da Silva Oliveira.

Aprovado em, 12 de novembro de 2019

BANCA EXAMINADORA

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Me. Carlos Spartacus da Silva Oliveira.  
Centro Universitário Luterano de Palmas

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Me. Edivaldo Alves dos Santos  
Centro Universitário Luterano de Palmas

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Fábio Henrique de Melo Ribeiro  
Centro Universitário Luterano de Palmas

**PALMAS - TO  
2019**

## RESUMO

O histórico de ruptura de barragens dos últimos anos indica que é notória a importância da fiscalização e implantação do Plano de Segurança de Barragens. Para que seja realizada de forma cada vez mais efetiva deve ser seguido os procedimentos da Política Nacional de Segurança de Barragens. O presente trabalho busca avaliar se a barragem em estudo está de acordo com os parâmetros de segurança da nova legislação. A elaboração dessa análise deu-se por meio dos instrumentos da Lei nº 12.334/2010, onde foram verificadas as características técnicas, estado de conservação, plano de segurança e dano potencial. Com base nos dados obtidos através do Manual de Segurança, referente à Execução dos Serviços de Conservação, Manutenção, Inspeção, Operação e Segurança da Barragem, e de sua Ficha Técnica.

**Palavras-chave:** Segurança de barragens. Inspeção. Legislação.

## ABSTRACT

The history of dam rupture in recent years indicates that the importance of the supervision and implementation of the Dam Safety Plan is clear. To be implemented more and more effectively, follow the procedures of the National Dam Safety Policy. This paper aims to evaluate if a case study conforms to the safety parameters of the new legislation. This analysis was prepared through the instruments of Law No. 12.334 / 2010, which were verified as technical characteristics, conservation status, safety plan and potential damage. Based on data obtained through the Safety Manual regarding the Execution of Conservation, Maintenance, Inspection, Operation and Dam Safety Services, and its Technical Data Sheet.

**Keywords:** Dam safety. Inspection. Legislation.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA – Agência Nacional de Águas

CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos

CRI – Categoria de Risco

DPA – Dano Potencial Associado

EC – Estado de Conservação

MI – Ministério da Integração

NATURATINS - Instituto Natureza do Tocantins

PAE – Plano de Ação de Emergência

PNSB – Política Nacional de Segurança de Barragens

PROPERTINS – Programa de Perenização das Águas do Tocantins

PSB – Plano Nacional de Segurança de Barragens

SINIMA – Sistema Nacional de Informações sobre o Meio Ambiente

SNISB – Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Barragem de Terra Homogênea (H <10m) .....	5
Figura 2 - Barragem de Terra Homogênea (H>10m).....	6
Figura 3 - Barragem de Terra Zonada. ....	6
Figura 4 - Estrutura e Conteúdo Mínimo do Plano de Segurança de Barragem. Vol. I.....	11
Figura 5 - Estrutura e Conteúdo Mínimo do Plano de Segurança de Barragem. Vol. I I, III e IV .....	11
Figura 6 - Estrutura e Conteúdo Mínimo do Plano de Segurança de Barragem. Vol. VI .....	12
Figura 7 - Seção Transversal da Barragem.....	35
Figura 8 - Detalhamento da Crista.....	36
Figura 9 - Detalhamento da Trincheira Drenante.....	36

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação de Barragens. ....	7
Tabela 2 - Matriz de Categoria de Risco e Dano Potencial Associado.....	20
Tabela 3- Matriz de Categoria de Risco e Dano Potencial Associado.....	22

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Periodicidade de inspeções de segurança regulares.....	8
Quadro 2 - Características técnicas – CT.....	15
Quadro 3 - Estado de Conservação - EC .....	16
Quadro 4 - Plano de Segurança da Barragem – PS.....	17
Quadro 5 - Classificação quanto ao Dano Potencial Associado – DPA. ....	18
Quadro 6 - Classificação das barragens de acumulação de água.....	19

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1 Objetivos .....	2
1.1.1 Objetivo Geral .....	2
1.1.2 Objetivos Específicos .....	2
1.2 Justificativa .....	3
1.3 Problema .....	3
1.4 Hipótese.....	4
2.REFERENCIAL TEÓRICO.....	4
2.1 BARRAGEM.....	4
2.2 BARRAGEM DE TERRA.....	5
2.3 BARRAGEM DE CONCRETO.....	6
2.4 SEGURANÇA DE BARRAGEM .....	7
2.4.1 CLASSIFICAÇÃO DE BARRAGENS POR CATEGORIA DE RISCO E POR DANO POTENCIAL ASSOCIADO.....	8
2.4.2 PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM (PSB).....	10
2.4.3 SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SEGURANÇA DE BARRAGENS (SNISB) .....	13
3. METODOLOGIA .....	13
3.1 Análises dos instrumentos da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB).14	
4. RESULTADOS .....	20
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	23
6. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO .....	25
7. ANEXOS.....	29

## 1. INTRODUÇÃO

As barragens vêm propiciando benefícios à humanidade desde a antiguidade. Elas são construídas com o intuito de criar um reservatório para água ser utilizada quando necessário, quer para uso de abastecimento urbano e industrial, geração de energia, irrigação e diversos outros usos. Tendo em vista que a água não costuma estar disponível o tempo todo para todos, a melhor forma é armazená-la e utilizá-la quando for necessária. Isso possibilitou uma melhor qualidade de vida e condições para o crescimento das cidades e o desenvolvimento de atividades, como a agricultura e a pecuária.

“Os principais usos da água no Brasil são para irrigação, abastecimento humano e animal, industrial, geração de energia, mineração, aquicultura, navegação, turismo e lazer”. (ANA, 2018)

A Barragem Eixo 3 do Rio Manuel Alves faz parte do Programa de Perenização das Águas do Tocantins – PROPERTINS. O barramento possui potencialidade para estabelecimento de diversos usos, entre eles geração de energia elétrica, abastecimento público, perenização dos cursos d'água, mas no primeiro momento abastece o Projeto da Área Piloto do Aproveitamento Hidroagrícola do Rio Manuel Alves, que tem como finalidade a irrigação de culturas e o desenvolvimento regional do estado.

Apesar dos inúmeros benefícios, essas obras também podem envolver grandes impactos e riscos. Uma barragem sempre representa uma interferência ambiental e social. Grandes áreas são alagadas, impactando a fauna e flora, e muitas vezes cidades e comunidades inteiras precisam ser relocadas.

Uma das grandes preocupações hoje com as barragens é o risco de ruptura, principalmente depois os últimos acidentes ocorridos, como o rompimento das barragens de rejeitos de Fundão, Mariana-MG e mais recente Córrego do Feijão, Brumadinho-MG, que podem liberar em segundos uma enorme massa de água (ou rejeitos), causando grandes prejuízos materiais e humanos.

As barragens são seguras desde que sejam bem planejadas, construídas, mantidas e utilizadas. É fundamental regular e fiscalizar essas construções.

O Brasil possui uma Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), estabelecida pela Lei Nº 12.334/2010, no qual aplica-se a barragens destinadas à



acumulação de água para quaisquer usos, de resíduos industriais e à disposição final ou temporária de rejeitos. Suas atribuições são distribuídas entre várias entidades e órgãos fiscalizadores, no qual a Agência Nacional de Águas (ANA) é a responsável por organizar, implantar e gerir o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB).

## **1.1 Objetivos**

### 1.1.1 Objetivo Geral

Analisar se a Barragem Eixo 3 do Rio Manuel Alves, localizada na região sudeste do Estado do Tocantins, no município de Dianópolis, atende a Política Nacional de Segurança de Barragens, estabelecida pela Lei Nº 12.334/2010.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- ◆ Avaliar o Projeto da Barragem Eixo 3 (PROPERTINS) do Rio Manuel Alves, conforme a legislação vigente;
- ◆ Verificar a coerência diante dos instrumentos do PNSB:
  - O sistema de classificação de barragens por categoria de risco e por dano potencial associado;
  - O Plano de Segurança de Barragem;
  - O Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB);
  - O Sistema Nacional de Informações sobre o Meio Ambiente (Sinima);
  - O cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental;
  - O Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais;
  - O Relatório de Segurança de Barragens.
- ◆ Apresentar quais os instrumentos atendidos pela barragem.

## **1.2 Justificativa**

O Brasil possui um número expressivo de barragens, devido seus vastos recursos hídricos, mas apesar do excelente padrão técnicos das obras, e de ter um número relativamente baixo de acidentes ocorridos, não se deve deixar de realizar inspeções periódicas a fim de garantir a segurança.

Entretanto, estes fatores não devem ser motivo de despreocupação de nossa parte. Ao contrário, devemos estar sempre atentos quanto às condições de segurança estrutural e operacional das barragens, identificando os problemas e recomendando reparos, restrições operacionais e/ou modificações quanto às análises e aos estudos para determinar as soluções adequadas. (MI, 2002)

O rompimento de um barramento pode causar diversos transtornos e prejuízos, tanto social, econômico e ambiental. Por isso a inspeção regular das barragens é de suma importância, a fim de evitar acidentes.

As inspeções de segurança das barragens têm o objetivo de avaliar as condições físicas das suas partes integrantes, visando a identificar e monitorar anomalias que afetem potencialmente sua segurança. Elas possibilitam apontar, com a devida antecedência ou urgência, a necessidade de reabilitar as barragens que estejam em perigo ou risco de rompimento, possibilitando, a tempo, mitigação de danos e reduzindo elevados prejuízos à vida humana, econômicos e ambientais às localidades afetadas. (ANA, 2016)

Segundo levantamento da ANA no Tocantins à cerca 680 barragens cadastradas, no qual 670 delas são de responsabilidade do Instituto da Natureza do Tocantins, com exceção as barragens de minério e geração de energia. Apenas 143 delas já foram vistoriadas, e dentre elas, 4 estão classificadas com Dano Potencial Associado (DPA) alto e Categoria de Risco (CRI) alto.

## **1.3 Problema**

De acordo com a legislação de 2010, todas barragens têm que estar cadastradas na ANA. A Barragem Eixo 3 do Rio Manuel Alves atende a Política Nacional de Segurança de Barragem e a aplicação de seus instrumentos, a fim de contribuir para a melhoria da segurança da obra?

## **1.4 Hipótese**

A barragem em estudo está cadastrada e regularizada, conforme os padrões exigidos pela Lei Nº 12.334, de 20 de setembro de 2010.

A barragem Eixo 3 do Rio Manuel Alves está classificada como Dano Potencial Associado alto e não tem um Plano de Ação de Emergência (PAE), conforme exigido pela legislação.

## **2.REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 BARRAGEM**

As barragens sempre tiveram suas importâncias dentro do âmbito Geotécnico e das obras de engenharia Civil, sua construção se devia sobretudo para combater a escassez de água num determinado período de seca e a conseqüente necessidade de água, feitas em barragem executadas empíricas (CBDB, 2011).

Conforme Sayão “Embora no Brasil as primeiras barragens tenham sido feitas na região do Nordeste, no início do século XX, tendo como objetivo o controle da seca e regularizar as vazões dos rios que eram utilizados para irrigações. Atualmente no Brasil, as barragens construídas são em sua maioria destinadas a geração de energia” (apud FILHO; SANTANA, 2018).

Por definição, uma barragem é “uma estrutura transversalmente a um rio ou talvegue com a finalidade de obter a elevação do seu nível d’água e/ou de criar um reservatório de acumulação de água seja de regulação das vazões do rio, seja de outro fluido” (BRASIL, 2002).

Barragem é qualquer estrutura em um curso permanente ou temporário de água para fins de contenção ou acumulação de substâncias líquidas ou de misturas de líquidos e sólidos, compreendendo o barramento e as estruturas associadas (BRASIL, 2010).

Segundo Moliterno (1995), as barragens podem ser classificadas de acordo com o material de que são construídas e de acordo com sua altura. (apud FILHO; SANTANA, 2018)

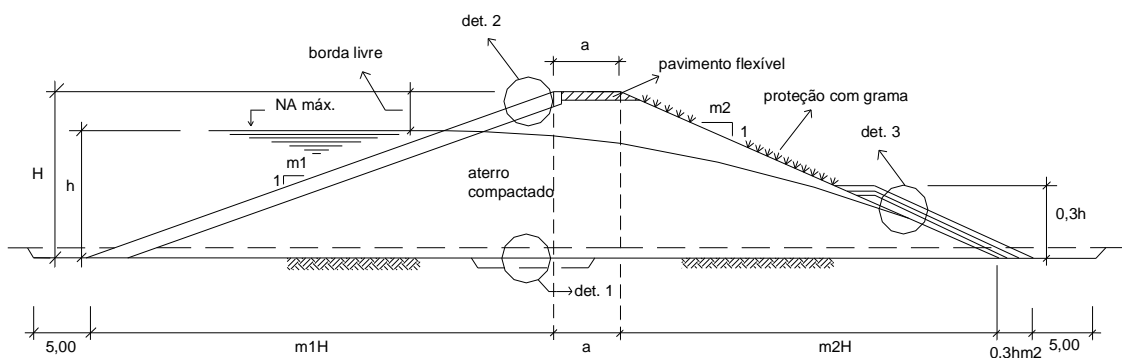
## 2.2 BARRAGEM DE TERRA

Segundo Schoklitsch, 1946, “As barragens de terra são as barragens de aterro mais comumente utilizadas. Para a sua construção, adotamos materiais naturais (argila, areia e silte) com um mínimo de processamento prévio (ANA, 2013). Elas podem assumir alturas de até 100 m, desde que as condições geológicas do terreno e os custos envolvidos sejam compatíveis” (*apud* MEIRELLES).

Para a construção desse tipo de barragem é necessário analisar a disponibilidade de solos em abundância e com propriedades geotécnicas adequadas nas proximidades da instalação. Elas podem ser definidas como homogêneas ou zoneadas, em função do volume e da qualidade dos materiais existentes no local, dos processos construtivos a serem utilizados e dos solos que constituem as fundações.

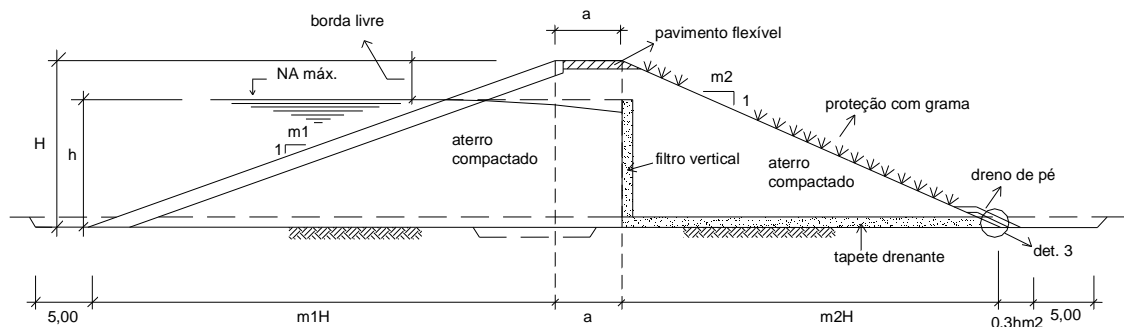
A ANA (2013), classifica uma barragem homogênea quando ela é constituída praticamente por um único material, com permeabilidade suficientemente reduzida (depois de compactado) para permitir níveis aceitáveis de percolação. E ainda determina que em uma barragem zoneada (composta por diferentes tipos de solo), os materiais mais permeáveis devem ser lançados nas partes externas da seção transversal da barragem, sendo os menos permeáveis (material argiloso) lançados na parte central e/ou na parte de montante.

**Figura 1 - Barragem de Terra Homogênea ( $H < 10m$ )**



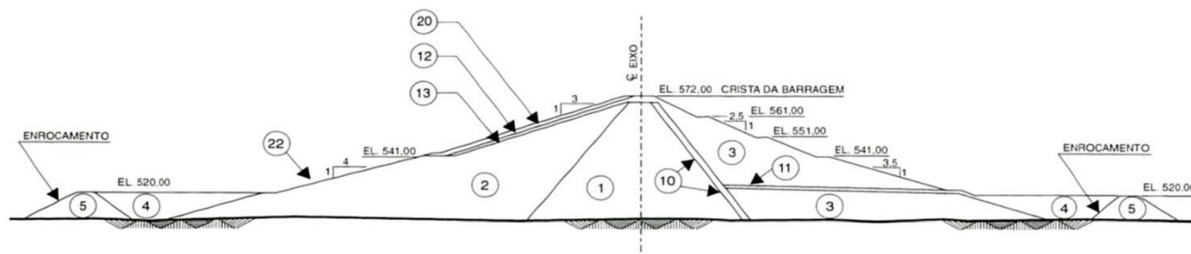
Fonte: Eletrobrás, 2000.

**Figura 2 - Barragem de Terra Homogênea (H>10m)**



Fonte: Eletrobrás, 2000.

**Figura 3 - Barragem de Terra Zonada.**



- |                         |                                |
|-------------------------|--------------------------------|
| 1 - Argila $h > h_{ot}$ | 10 - Dreno inclinado - 2,00 m  |
| 2 - Argila $h < h_{ot}$ | 11 - Dreno horizontal - 1,5 m  |
| 3 - Vários materiais    | 12 - Transição grossa - 0,40 m |
| 4 - Berma               | 13 - Transição fina - 0,30 m   |
| 5 - Ensecadeira         | 20 - Rip-rap                   |
|                         | 22 - Sobre de pedreira         |

Fonte: Magalhães (2004, *apud* Cruz, 2017).

## 2.3 BARRAGEM DE CONCRETO

Nas primeiras barragens implantadas, os materiais utilizados na construção eram rochas, solo, alvenaria e madeira. Com advento do concreto, este passou a ser um material bastante empregado em barragens devido às suas características de durabilidade, facilidade de produção, disponibilidade e principalmente adaptação a formas.

As barragens podem ser classificadas de acordo com a sua rigidez, forma (geometria) ou tipo de material empregado na sua construção, conforme apresentado na tabela 1.

**Tabela 1 - Classificação de Barragens.**

<b>RIDIGEZ</b>	<b>MATERIAL DE CONSTRUÇÃO</b>	<b>FORMA</b>
<b>Rígida</b>	Concreto	Gravidade; Gravidade aliviada; Arco; Arco Gravidade; Contrafortes.
<b>Não Rígida</b>	Terra; Terra e enrocamento; Enrocamento com face de concreto.	

Fonte: Agência Nacional de Águas (2013), "Curso de Segurança de Barragens".

#### **2.4 SEGURANÇA DE BARRAGEM**

A construção e operação de barragem podem envolver danos potenciais a população e aos bens materiais e ambientais existentes ao seu entorno. Por isso todas as barragens devem ser submetidas periodicamente a uma reavaliação de suas condições de segurança, segundo a sua classificação quanto às consequências de ruptura (MI, 2002).

No ano de 2010, foi publicada a Lei 12.334 que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) e cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB), sendo a mesma destinada a barragens de acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de água de resíduos industriais dependendo da geometria da barragem, capacidade do reservatório, condições químicas do rejeito e dano potencial associado. No qual classifica segurança de barragem como a condição que vise a manter a sua integridade estrutural e operacional e a preservação da vida, saúde, da propriedade e do meio ambiente.

Devem ser adotadas medidas de prevenção e controle das condições de segurança de barragem, ao longo da sua vida útil, a fim de reduzir a probabilidade de acidentes, mas além disso se faz necessário ter um plano de ação emergencial

junto a defesa civil para minorar as consequências de uma possível ocorrência de acidente.

#### 2.4.1 CLASSIFICAÇÃO DE BARRAGENS POR CATEGORIA DE RISCO E POR DANO POTENCIAL ASSOCIADO

O sistema de classificação de barragens por categoria de risco e por dano potencial associado é o primeiro e mais importante dos sete instrumentos da PNSB. Deverá ser o dosador das medidas e procedimentos de monitoramento a serem adotados, determinando a periodicidade das inspeções (Quadro 1), da revisão periódica, e a obrigatoriedade ou não de elaboração do Plano de Ação Emergencial - PAE (ANDERÁOS; ARAUJO; NUNES, 2013).

**Quadro 1 - Periodicidade de inspeções de segurança regulares.**

Dano Potencial Associado	Categoria de Risco		
	Alto	Médio	Baixo
Alto	Semestral	Semestral	Semestral
Médio	Semestral	Semestral	Anual
Baixo	Anual	Anual	Bianual

Fonte: ANA, 2016. "Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens"

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), estabeleceu critérios gerais de classificação de barragens por categoria de risco e dano potencial, através da Resolução Nº 143, de 10 de julho de 2012.

A Resolução CNRH Nº143/2012 define, em seu art. 4º, os critérios quanto à classificação à categoria de risco, *ipsis litteris*:

Art. 4º Quanto à categoria de risco, as barragens serão classificadas de acordo com os aspectos da própria barragem que possam influenciar na possibilidade de ocorrência de acidente, levando-se em conta os seguintes critérios gerais:

- I. Características técnicas:
  - a. altura do barramento;
  - b. comprimento do coroamento da barragem;
  - c. quanto ao material de construção;

- d. tipo de fundação;
  - e. idade da barragem;
  - f. tempo de recorrência da vazão de projeto do vertedouro.
- II. Estado de conservação da barragem:
- a. confiabilidade das estruturas extravasoras;
  - b. confiabilidade das estruturas de captação;
  - c. eclusa;
  - d. percolação;
  - e. deformações e recalques;
  - f. deterioração dos taludes.
- I. Plano de Segurança da Barragem:
- a. existência de documentação de projeto;
  - b. estrutura organizacional e qualificação dos profissionais da equipe técnica de segurança da barragem;
  - c. procedimentos de inspeções de segurança e de monitoramento;
  - d. regra operacional dos dispositivos de descarga da barragem;
  - e. relatórios de inspeção de segurança com análise e interpretação.

No art. 5º são definidos os critérios gerais a serem utilizados para classificação quanto ao dano potencial associado na área afetada são, *ipsis litteris*:

- I. Existência de população a jusante com potencial de perda de vidas humanas;
- II. Existência de unidades habitacionais ou equipamentos urbanos ou comunitários;
- III. Existência de infraestrutura ou serviços;
- IV. Existência de equipamentos de serviços públicos essenciais;
- V. Existência de áreas protegidas definidas em legislação;
- VI. Natureza dos rejeitos ou resíduos armazenados;
- VII. Volume.



#### 2.4.2 PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM (PSB)

Segundo Vaz de Melo (2014), “Embora as barragens ofereçam benefícios inquestionáveis para a sociedade, impulsionando um desenvolvimento sustentável, seus impactos sobre as áreas vizinhas incluem diversos fatores, entre eles, aspectos relacionados à segurança. Idealmente, toda barragem deveria ser adequadamente planejada, projetada, construída e mantida, mas a observação do grande número de acidentes recentes 41 envolvendo barragens, especialmente estruturas geotécnicas, tem mostrado que esse ideal não tem sido plenamente atendido” (*apud* TIMBÓ, 2018).

O Plano de Segurança de Barragem é um instrumento da PNSB, de implementação obrigatória pelo empreendedor, cujo objetivo é auxiliá-lo na gestão de segurança e auxiliar as entidades fiscalizadoras na verificação do cumprimento das normas, e deverá ser composto por 5 (cinco) volumes, respectivamente:

- I. Volume I – Informações Gerais;
- II. Volume II – Planos e Procedimentos;
- III. Volume III – Registros e Controles;
- IV. Volume IV- Plano de Ação de Emergência;
- V. Volume V – Revisão Periódica de Segurança de Barragem.

A abrangência do PSB será definida em função da Matriz de Categoria de Risco e Dano Potencial, nas classes A, B, C, D e E (Tabela 2):

- I. Classe A: Volumes I, II, III, IV e V;
- II. Classe B: Volumes I, II, III e V;
- III. Classe C: Volumes I, II, III e V;
- IV. Classe D: Volumes I, II, III e V;
- V. Classe E: Volumes I, II, III e V.

A ANA poderá determinar a elaboração do Volume IV – Plano de Ação de Emergência, sempre que considerar necessário, independente da classe da barragem.

**Figura 4 - Estrutura e Conteúdo Mínimo do Plano de Segurança de Barragem. Vol. I**

**ANEXO II- Estrutura e Conteúdo Mínimo do Plano de Segurança da Barragem**

VOLUMES	CONTEUDO MÍNIMO	OBSERVAÇÕES
<b>Volume I – Tomo I</b> <b>Informações Gerais e Declaração de Classificação da Barragem quanto ao Risco e Dano Potencial</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificação do Empreendedor</li> <li>2. Caracterização do empreendimento;</li> <li>3. Características técnicas do Projeto e da Construção;</li> <li>4. Indicação da área do entorno das instalações e seus respectivos acessos a serem resguardados de quaisquer usos ou ocupações permanentes;</li> <li>5. Estrutura organizacional, contatos dos responsáveis e qualificação técnica dos profissionais da equipe de segurança da barragem.</li> <li>6. Quando for o caso, indicação da entidade responsável pela regra operacional do reservatório.</li> <li>7. Declaração da classificação da barragem quanto à categoria de risco e dano potencial;</li> <li>8. Formulário constante do Anexo IV preenchido</li> </ol>	
<b>Volume I – Tomo 2</b> <b>Documentação técnica do Empreendimento</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Projetos (básico e/ou executivo)</li> <li>2. <i>Projeto como construído (As built)</i>;</li> <li>3. Manuais dos Equipamentos;</li> <li>4. Licenças ambientais, outorgas e demais requerimentos legais.</li> </ol>	

**Figura 5 - Estrutura e Conteúdo Mínimo do Plano de Segurança de Barragem. Vol. I, III e IV**

<b>Volume II</b> <b>Planos e Procedimentos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Plano de operação, incluindo, mas não se limitando, à               <ol style="list-style-type: none"> <li>a. regra operacional dos dispositivos de descarga;</li> <li>b. procedimentos para atendimento às regras operacionais definidas pelo Empreendedor ou por entidade responsável, quando for o caso.</li> </ol> </li> <li>2. Planejamento das manutenções;</li> <li>3. Plano de monitoramento e instrumentação;</li> <li>4. Planejamento das inspeções de segurança da barragem; e</li> <li>5. Cronograma de testes de equipamentos hidráulicos, elétricos e mecânicos.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>i. Para barragens Classe D e E, somente o item 1 será obrigatório para o Volume II.</li> <li>ii. A frequência mínima de inspeções de segurança regulares de barragens é definida em regulamento específico emitido pela ANA e deverá estar contemplada no Plano de Segurança da Barragem.</li> </ol>
<b>Volume III</b> <b>Registros e Controles</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Registros de Operação;</li> <li>2. Registros da Manutenção;</li> <li>3. Registros de Monitoramento e Instrumentação;</li> <li>4. Fichas e relatórios de Inspeções de Segurança de Barragens; e</li> <li>5. Registros dos testes de equipamentos hidráulicos, elétricos e mecânicos.</li> </ol>	<p>O conteúdo mínimo e o nível de detalhamento dos relatórios de inspeções de segurança regulares de barragens são definidos em regulamento específico emitido pela ANA e deverão estar contemplados no Plano de Segurança da Barragem</p>
<b>Volume IV</b> <b>Plano de Ação de Emergência- PAE</b>		<p>O conteúdo mínimo e o nível de detalhamento do Plano de Ação de Emergência serão tratados em regulamento específico.</p>

**Figura 6 - Estrutura e Conteúdo Mínimo do Plano de Segurança de Barragem. Vol. VI**

<p><b>Volume V</b> <b>Tomo I</b> <b>Revisão Periódica de Segurança da Barragem</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Resultado de inspeção detalhada e adequada do local da barragem e de suas estruturas associadas;</li> <li>2. Reavaliação do projeto existente, de acordo com os critérios de projeto aplicáveis à época da revisão.</li> <li>3. Reavaliação da categoria de risco e dano potencial associado;</li> </ol>	<p>2. A reavaliação do projeto existente deve englobar, dentre os elementos dispostos abaixo, aqueles que possam ter sofrido alteração desde a revisão periódica anterior, em virtude de alterações de critérios de projeto, de atualização de séries hidrológicas, do resultado da inspeção detalhada ou da ocorrência de eventos</p>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Atualização das séries e estudos hidrológicos e confrontação desses estudos com a capacidade dos dispositivos de descarga existentes.</li> <li>5. Reavaliação dos procedimentos de operação, manutenção, testes, instrumentação e monitoramento;</li> <li>6. Reavaliação do Plano de Ação de Emergência-PAE, quando for o caso;</li> <li>7. Revisão dos relatórios das revisões periódicas de segurança de barragem de anteriores;</li> <li>8. Relatório Final do estudo.</li> </ol>	<p>extremos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>i.Registros de construção, para determinar se a barragem foi construída em conformidade com as hipóteses de projeto e verificar a adequabilidade da sua estrutura e dos materiais de fundação.</li> <li>ii.Avaliação da estabilidade e adequação estrutural, resistência à percolação e erosão de todas as partes dos barramentos, incluindo-se suas fundações, bem como quaisquer barreiras naturais sob condições de carregamentos, normais e extremos;</li> <li>iii.Avaliação da capacidade de todos os canais e condutos hidráulicos para descarregar seguramente as vazões de projeto e a adequação desses condutos hidráulicos para suportar a vazão afluente de projeto e de esvaziamento do reservatório, caso necessário, em condições emergenciais;</li> <li>iv.Verificação do projeto de todas as comportas, válvulas, dispositivos de acionamento e controle de fluxo, incluindo-se os controles de fornecimento de energia ou de fluidos hidráulicos para assegurar a operação segura e confiável.</li> <li>v.Avaliação do comportamento da barragem frente a eventos extremos (sismos e cheias), considerando os eventos ocorridos a partir da construção da barragem</li> <li>vi.Verificação da adequação das instalações para enfrentar fenômenos especiais que afetem a segurança, por exemplo, entulhos ou erosão, que podem ter sido insuficientemente avaliados na fase de projeto.</li> </ol>
<p><b>Volume V</b> <b>Tomo 2</b> <b>Resumo Executivo</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificação da barragem e empreendedor;</li> <li>2. Identificação do autor do trabalho;</li> <li>3. Período de realização do trabalho;</li> <li>4. Listagem dos estudos realizados;</li> <li>5. Conclusões;</li> <li>6. Recomendações;</li> <li>7. Plano de ação de melhoria e cronograma de implantação das ações indicadas no trabalho.</li> </ol>	

No art. 18, da Resolução ANA nº 236/2017 é definida a periodicidade mínima de Revisão Periódica de Segurança de Barragem em função da Matriz de Categoria de CRI e DPA, sendo:

- Classe A: a cada 5 anos;
- Classe B: a cada 7 anos;
- Classe C: a cada 10 anos;
- Classe D: a cada 12 anos;

#### *2.4.3 SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SEGURANÇA DE BARRAGENS (SNISB)*

O SNISB é uma plataforma informatizada de suporte à PNSB e tem como objetivo informar sobre as condições de segurança de barragens em todo o país e permitir o acompanhamento dos avanços na implementação da PNSB. (ANA, 2017)

O sistema tem o objetivo de coletar, armazenar, tratar, gerir e disponibilizar as informações relacionadas à segurança de barragens em construção, em operação e desativadas. Compete à ANA organizar, implantar e gerir o SNISB e promover a articulação entre as entidades fiscalizadoras, nos quais são responsáveis pela introdução e atualização das informações sob sua responsabilidade.

No estado do Tocantins o órgão responsável pela fiscalização de barragens é o Instituto Natureza do Tocantins (NATURATINS), no qual é regulamentado pela PORTARIA/NATURATINS Nº 483, de 18 de dezembro de 2017.

### **3. METODOLOGIA**

O presente estudo foi realizado na barragem Eixo 3 (PROPERTINS) do Rio Manuel Alves para análise de segurança, envolvendo a aplicação do Plano de Segurança de Barragem conforme Lei Nº 12.334/2010. Foi escolhida essa barragem para estudo devido sua elevada demanda influência e importância no local.

O projeto teve como finalidade analisar a barragem Eixo 3 do rio Manuel Alves e comprovar se realmente o Plano de Segurança de Barragem conforme a Lei

Nº 12.334/2010 está sendo aplicado em questão, pois se trata de uma barragem bastante importante para a região pela sua eficiência e referência.

Foram pesquisados e lidos diversos artigos técnicos publicados em revistas e seminários que tratassem do tema em questão. Alguns manuais e cursos disponibilizados no site da Agência Nacional de Águas. E a lei e resoluções em vigor.

Foi analisado se a Lei Nº 12.334/2010 se aplica a barragem em estudo. Para isso ela deverá atender a pelo menos umas das seguintes características:

- Altura do maciço, contada do ponto mais baixo da fundação à crista, maior ou igual a 15m (quinze metros);
- Capacidade total do reservatório maior ou igual a 3.000.000m<sup>3</sup> (três milhões de metros cúbicos);
- Reservatório que contenha resíduos perigosos conforme normas técnicas aplicáveis;
- Categoria de dano potencial associado, médio ou alto, em termos econômicos, sociais, ambientais ou de perda de vidas humanas.

### *3.1 Análises dos instrumentos da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB)*

Categoria de risco de uma barragem diz respeito aos aspectos da própria barragem que possam influenciar na probabilidade de um acidente: aspectos de projeto, integridade da estrutura, estado de conservação, operação e manutenção, atendimento ao plano de segurança, entre outros aspectos. Já o dano potencial associado é o dano que pode ocorrer devido a rompimento, vazamento, infiltração no solo ou mau funcionamento de uma barragem, independente da sua probabilidade de ocorrência, podendo ser graduado de acordo com as perdas de vidas humanas e impactos sociais, econômicos e ambientais. (ANA, 2017).

Para Categoria de Risco têm-se os critérios:

- Características técnicas (CT), Quadro 2;
- Estado de conservação (EC), Quadro 3;
- Plano de Segurança da Barragem (PS), Quadro 4.

As características técnicas dos barramentos são observadas no quadro 2.

## Quadro 2 - Características técnicas – CT

### II.1 - QUADRO DE CLASSIFICAÇÃO QUANTO À CATEGORIA DE RISCO (ACUMULAÇÃO DE ÁGUA)

#### 1 - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS - CT

Altura (a)	Comprimento (b)	Tipo de Barragem quanto ao material de construção (c)	Tipo de fundação (d)	Idade da Barragem (e)	Vazão de Projeto (f)
Altura ≤ 15m (0)	comprimento ≤ 200m (2)	Concreto convencional (1)	Rocha sã (1)	entre 30 e 50 anos (1)	CMP (Cheia Máxima Provável) ou Decamilenar (3)
15m < Altura < 30m (1)	Comprimento > 200m (3)	Alvenaria de pedra / concreto ciclópico / concreto rolado - CCR (2)	Rocha alterada dura com tratamento (2)	entre 10 e 30 anos (2)	Milenar (5)
30m ≤ Altura ≤ 60m (2)	-	Terra homogênea /enrocamento / terra enrocamento (3)	Rocha alterada sem tratamento / rocha alterada fraturada com tratamento (3)	entre 5 e 10 anos (3)	TR = 500 anos (8)
Altura > 60m (3)	-	-	Rocha alterada mole / saprolito / solo compacto (4)	< 5 anos ou > 50 anos ou sem informação (4)	TR < 500 anos ou Desconhecida / Estudo não confiável (10)
-	-	-	Solo residual / aluvião (5)	-	-

CT = $\sum$ (a até f):	
------------------------	--

Fonte: Resolução CNRH Nº 143/2012.

O Estado de conservação avaliou as condições de momento do barramento, observado no quadro 3.

### Quadro 3 - Estado de Conservação - EC

#### II.1 - QUADRO DE CLASSIFICAÇÃO QUANTO À CATEGORIA DE RISCO (ACUMULAÇÃO DE ÁGUA)

##### 2 - ESTADO DE CONSERVAÇÃO - EC

Confiabilidade das Estruturas Extravasoras (g)	Confiabilidade das Estruturas de Adução (h)	Percolação (i)	Deformações e Recalques (j)	Deterioração dos Taludes / Parâmetros (k)	Eclusa (*) (l)
Estruturas civis e hidroeletrônicas em pleno funcionamento / canais de aproximação ou de restituição ou vertedouro (tipo soleira livre) desobstruídos (0)	Estruturas civis e dispositivos hidroeletrônicos em condições adequadas de manutenção e funcionamento (0)	Percolação totalmente controlada pelo sistema de drenagem (0)	Inexistente (0)	Inexistente (0)	Não possui eclusa (0)
Estruturas civis e hidroeletrônicas preparadas para a operação, mas sem fontes de suprimento de energia de emergência / canais ou vertedouro (tipo soleira livre) com erosões ou obstruções, porém sem riscos a estrutura vertente. (4)	Estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroeletrônicos com problemas identificados, com redução de capacidade de vazão e com medidas corretivas em implantação (4)	Umidade ou surgência nas áreas de jusante, parâmetros, taludes ou ombreiras estabilizadas e/ou monitoradas (3)	Existência de trincas e abatimentos de pequena extensão e impacto nulo (1)	Falhas na proteção dos taludes e parâmetros, presença de arbustos de pequena extensão e impacto nulo. (1)	Estruturas civis e hidroeletrônicas bem mantidas e funcionando (1)
Estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroeletrônicos com problemas identificados, com redução de capacidade de vazão e com medidas corretivas em implantação / canais ou vertedouro (tipo soleira livre) com erosões e/ou parcialmente obstruídos, com risco de comprometimento da estrutura vertente. (7)	Estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroeletrônicos com problemas identificados, com redução de capacidade de vazão e sem medidas corretivas (6)	Umidade ou surgência nas áreas de jusante, parâmetros, taludes ou ombreiras sem tratamento ou em fase de diagnóstico (5)	Existência de trincas e abatimentos de impacto considerável gerando necessidade de estudos adicionais ou monitoramento (5)	Erosões superficiais, ferrugem exposta, crescimento de vegetação generalizada, gerando necessidade de monitoramento ou atuação corretiva (5)	Estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroeletrônicos com problemas identificados e com medidas corretivas em implantação (2)
Estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroeletrônicos com problemas identificados, com redução de capacidade de vazão e sem medidas corretivas/ canais ou vertedouro (tipo soleira livre) obstruídos ou com estruturas danificadas (10)	-	Surgência nas áreas de jusante, taludes ou ombreiras com carreamento de material ou com vazão crescente (8)	Existência de trincas, abatimentos ou escorregamentos expressivos, com potencial de comprometimento da segurança (8)	Depressões acentuadas nos taludes, escorregamentos, sulcos profundos de erosão, com potencial de comprometimento da segurança (7)	Estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroeletrônicos com problemas identificados e sem medidas corretivas (4)

$EC = \sum (g \text{ até } l):$	
---------------------------------	--

Fonte: Resolução CNRH Nº 143/2012.

No Plano de Segurança da Barragem foi avaliada a existência de projeto, qualificação técnica dos profissionais da equipe de segurança e elaboração de relatórios com análise e interpretação como no quadro 4.

#### Quadro 4 - Plano de Segurança da Barragem – PS

##### II.1 - QUADRO DE CLASSIFICAÇÃO QUANTO À CATEGORIA DE RISCO (ACUMULAÇÃO DE ÁGUA)

##### 3 - PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM - PS

Existência de documentação de projeto (n)	Estrutura organizacional e qualificação técnica dos profissionais da equipe de Segurança da Barragem (o)	Procedimentos de roteiros de inspeções de segurança e de monitoramento (p)	Regra operacional dos dispositivos de descarga da barragem (q)	Relatórios de inspeção de segurança com análise e interpretação (r)
Projeto executivo e "como construído" (0)	Possui estrutura organizacional com técnico responsável pela segurança da barragem (0)	Possui e aplica procedimentos de inspeção e monitoramento (0)	Sim ou Vertedouro tipo soleira livre (0)	Emite regularmente os relatórios (0)
Projeto executivo ou "como construído" (2)	Possui técnico responsável pela segurança da barragem (4)	Possui e aplica apenas procedimentos de inspeção (3)	Não (6)	Emite os relatórios sem periodicidade (3)
Projeto básico (4)	Não possui estrutura organizacional e responsável técnico pela segurança da barragem (8)	Possui e não aplica procedimentos de inspeção e monitoramento (5)	-	Não emite os relatórios (5)
Anteprojeto ou Projeto conceitual (6)	-	Não possui e não aplica procedimentos para monitoramento e inspeções (6)	-	-
inexiste documentação de projeto (8)	-	-	-	-

<b>PS = <math>\sum</math> (n até r):</b>	
--	--

Fonte: Resolução CNRH Nº 143/2012.



O Dano Potencial Associado teve sua avaliação feita a respeito das consequências de um possível acidente, sendo observado o potencial de perdas de vidas humanas, impactos ambientais e socioeconômicos, descrito no quadro 5.

### Quadro 5 - Classificação quanto ao Dano Potencial Associado – DPA.

#### II.2 - QUADRO DE CLASSIFICAÇÃO QUANTO AO DANO POTENCIAL ASSOCIADO - DPA (ACUMULAÇÃO DE ÁGUA)

Volume Total do Reservatório (a)	Potencial de perdas de vidas humanas (b)	Impacto ambiental (c)	Impacto sócio-econômico (d)
Pequeno < = 5 milhões m <sup>3</sup> (1)	INEXISTENTE (não existem pessoas permanentes/residentes ou temporárias/transitando na área afetada a jusante da barragem) (0)	SIGNIFICATIVO (área afetada da barragem não representa área de interesse ambiental, áreas protegidas em legislação específica ou encontra-se totalmente descaracterizada de suas condições naturais) (3)	INEXISTENTE ( não existem quaisquer instalações e serviços de navegação na área afetada por acidente da barragem) (0)
Médio 5 milhões a 75 milhões m <sup>3</sup> (2)	POUCO FREQUENTE (não existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, mas existe estrada vicinal de uso local) (4)	MUITO SIGNIFICATIVO (área afetada da barragem apresenta interesse ambiental relevante ou protegida em legislação específica) (5)	BAIXO ( existe pequena concentração de instalações residenciais e comerciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura na área afetada da barragem ou instalações portuárias ou serviços de navegação) (4)
Grande 75 milhões a 200 milhões m <sup>3</sup> (3)	FREQUENTE (não existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, mas existe rodovia municipal, estadual, federal ou outro local e/ou empreendimento de permanência eventual de pessoas que poderão ser atingidas) (8)	-	ALTO (existe grande concentração de instalações residenciais e comerciais, agrícolas, industriais, de infraestrutura e serviços de lazer e turismo na área afetada da barragem ou instalações portuárias ou serviços de navegação) (8)
Muito Grande > 200 milhões m <sup>3</sup> (5)	EXISTENTE (existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, portanto, vidas humanas poderão ser atingidas) (12)	-	-

DPA = $\sum$ (a até d):	
-------------------------	--

Fonte: Resolução CNRH Nº 143/2012.

## Quadro 6 - Classificação das barragens de acumulação de água.

ANEXO II  
QUADRO PARA CLASSIFICAÇÃO DAS BARRAGENS DE ACUMULAÇÃO DE ÁGUA

<b>NOME DA BARRAGEM:</b>		
<b>NOME DO EMPREENDEDOR:</b>		
<b>DATA:</b>		
<b>II.1 - CATEGORIA DE RISCO</b>		<b>Pontos</b>
1	Características Técnicas (CT)	
2	Estado de Conservação (EC)	
3	Plano de Segurança de Barragens (PS)	
<b>PONTUAÇÃO TOTAL (CRI) = CT + EC + PS</b>		<b>0</b>
<b>FAIXAS DE CLASSIFICAÇÃO</b>	<b>CATEGORIA DE RISCO</b>	<b>CRI</b>
	ALTO	$\geq 60$ ou $EC^* \geq 8$ (*)
	MÉDIO	35 a 60
	BAIXO	$< 35$
(*) Pontuação (maior ou igual a 8) em qualquer coluna de Estado de Conservação (EC) implica automaticamente CATEGORIA DE RISCO ALTA e necessidade de providências imediatas pelo responsável da barragem.		
<b>II.2 - DANO POTENCIAL ASSOCIADO</b>		<b>Pontos</b>
DANO POTENCIAL ASSOCIADO (DPA)		
<b>FAIXAS DE CLASSIFICAÇÃO</b>	<b>DANO POTENCIAL ASSOCIADO</b>	<b>DPA</b>
	ALTO	$\geq 16$
	MÉDIO	$10 < DPA < 16$
	BAIXO	$\leq 10$
<b>RESULTADO FINAL DA AVALIAÇÃO:</b>		
<b>CATEGORIA DE RISCO</b>		Alto / Médio / Baixo
<b>DANO POTENCIAL ASSOCIADO</b>		Alto / Médio / Baixo

Fonte: Resolução CNRH Nº 143/2012

As pontuações obtidas foram somadas por critério, de acordo com cada característica ou condição, com o objetivo de classificar a barragem quanto a categoria de risco e dano potencial associado, em alto, médio ou baixo.

As barragens fiscalizadas pela ANA são classificadas de acordo com a Matriz de Categoria de Risco e o Potencial Associado (Tabela 2), em função da combinação das classificações em categoria de risco e dano potencial associado (Quadra 6), conforme a Resolução ANA nº 236/2017.

**Tabela 2 - Matriz de Categoria de Risco e Dano Potencial Associado.**

CATEGORIA DE RISCO	DANO POTENCIAL ASSOCIADO		
	ALTO	MÉDIO	BAIXO
ALTO	A	B	C
MÉDIO	A	C	D
BAIXO	A	D	D

Fonte: Resolução ANA Nº 236/2017.

Após a classificação da barragem deve ser elaborado o Plano de Segurança da Barragem, que está dentre as obrigações do empreendedor relativo à PNSB, que deve ser específico para cada barragem. Os empreendedores são os responsáveis legais pela segurança da barragem, e devem adotar ações necessárias para implementação de um sistema de gestão de segurança efetivo obedecendo às regulamentações estabelecidas pelo órgão fiscalizador. Para aplicação do PSB é necessária sua regulamentação, conforme estabelecido no art. 8º da Lei Nº 12.334/2010.

Além do PSB, a Lei estabelece outros instrumentos que se integrarão ao citado Plano, que requerem regulamentação específica por parte dos órgãos fiscalizadores como as Inspeções de Segurança Regular e Especial (art.9º), a Revisão Periódica de Segurança de Barragem (art. 10º), e o Plano de Ação de Emergência (art. 11º e 12º). (NEVES, 2018).

#### 4. RESULTADOS

Para a realização desta etapa do trabalho, o autor entrou em contato com o engenheiro responsável pela barragem, que disponibilizou o Manual de Segurança, referente à Execução dos Serviços de Conservação, Manutenção, Inspeção, Operação e Segurança da Barragem, o Relatório de As Built, os Projetos em DWG e Ficha Técnica, da Barragem Eixo 3 do Rio Manuel Alvges, onde contém todas as informações referentes a barragem em estudo. Os dados aqui apresentados foram obtidos em agosto de 2019.

O empreendimento localiza-se na região sudeste do estado do Tocantins, no município de Dianópolis. Construída no curso do Rio Manuel Alves, para fins de

irrigação, a barragem teve sua construção iniciada em 2001, e sua obra foi concluída em 2004.

A barragem Eixo 3 do Manuel Alves é de terra homogênea e zoneada com parte em concreto compactado a rolo, tem 1.470m de comprimento e 28m de altura, a proteção do talude montante é em enrocamento (*rip rap*) e a jusante enleivamento (grama em placas) e sistema de drenagem superficial. É dotada de sistema interno de drenagem constituído de filtro vertical e tapete drenante. O vertedouro está localizado na ombreira direita da barragem e vazão de projeto para período de retorno decamilenar.

Como abordado no capítulo 3, a Lei nº 12.334/2010 possui alguns critérios para determinar sua aplicação em barragens destinadas à acúmulo de água para quaisquer usos. Entre eles que a altura do maciço seja maior ou igual a 15m, ou que a capacidade total do reservatório seja maior ou igual a 3.000.000m<sup>3</sup>. Conforme os dados obtidos no manual de segurança da barragem em estudo, a mesma apresenta altura do maciço igual a 28m, e o volume total de 214.500.000m<sup>3</sup>, enquadrando-se na PNSB.

A classificação da barragem foi feita através de um *checklist* de inspeção, conforme citado no item 3.1, estabelecido pela Resolução nº 143/2012 do CNRH de acordo com a sua categoria de risco, por dano potencial associado e pelo volume. Para categoria de risco, foram avaliadas as Características Técnicas (CT) do barramento, seu Estado de Conservação (EC) e Plano de Segurança (PS), de acordo com Anexo 1.

A pontuação total da categoria de risco da barragem foi dada pela soma dos coeficientes de cada um dos três critérios avaliados e o dano potencial foi calculado a partir da soma dos diferentes critérios de (a) até (d).

$$\mathbf{CRI=CT+EC+PS}$$

$$CRI=17+0+0=17$$

Por fim, a classificação da categoria de risco (CRI) da barragem foi feita da seguinte maneira através da pontuação total:

- Alto: quando a pontuação total  $CRI < 60$  ou pontuação 8 em qualquer coluna de Estado de Conservação;
- Médio: quando a pontuação  $35 < CRI < 60$ ;

- **Baixo: quando a pontuação total CRI<35.**

$$DPA=a+b+c+d$$

$$DPA=5+4+3+0=12$$

Já a classificação quanto ao Dano Potencial Associado (DPA) da barragem foi feita através da seguinte maneira, pela pontuação total:

- Alto: quando a pontuação total do DPA>16;
- Médio: quando a pontuação total  $10 < DPA < 16$ ;
- **Baixo: quando a pontuação total DPA<10.**

A Resolução Nº 236, de 30 de janeiro de 2017 estabelece a periodicidade de atualização, a qualificação do responsável técnico, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento do PSB e da Revisão Periódica de Segurança da Barragem. Conforme o art. 3º da resolução, as barragens fiscalizadas pela ANA serão classificadas de acordo com a Matriz de Categoria de Risco e o DPA, nas classes A, B, C e D.

**Tabela 3- Matriz de Categoria de Risco e Dano Potencial Associado**

CATEGORIA DE RISCO	DANO POTENCIAL ASSOCIADO		
	ALTO	MÉDIO	BAIXO
ALTO	A	B	C
MÉDIO	A	C	D
BAIXO	A	D	D

Fonte: Resolução ANA Nº 236/2017.

A barragem foi definida de acordo com o art. 4º da Resolução ANA nº 236/2017, em função da Matriz de Categoria de Risco e Dano Potencial Associado como Classe D, tendo que conter os Volumes: I, II, III e V, com o conteúdo mínimo detalhado no item 2.4.2. E sua periodicidade de Revisão Periódica de segurança a cada 12 anos e a periodicidade de inspeções de segurança regulares bianual. Foi verificado e constatado que o barramento possui cadastro no SNISB, mas não aparece no Mapa Interativo da plataforma ainda, apenas no cadastro das barragens.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como finalidade avaliar o Projeto da Barragem Eixo 3 do Rio Manuel Alves, através da Política Nacional de Segurança de Barragem, além de verificar a coerência diante os instrumentos da PNSB e apresentar quais os instrumentos atendidos pela barragem.

Quanto ao sistema de classificação por CRI e DPA, o barramento apresentou em ambos os resultados pontuação baixa, definindo assim sua categoria de baixo risco. Foram avaliados os dados de projeto e execução do mesmo, seu estado de conservação, operação e manutenção, características da barragem, entre outros aspectos para chegar a esses resultados. Em função desses resultados a barragem foi classificada como classe D, não havendo a necessidade da elaboração do Plano de Ação de Emergência. Mesmo não havendo a necessidade o barramento já possui seu PAE elaborado.

A legislação exige que todas barragens estejam cadastradas na ANA, porém a Barragem Eixo 3 do Rio Manuel Alves, mesmo estando enquadrada nos parâmetros da PNSB, ainda não possui cadastrado no SNISB. Compete ao NATURATINS, entidade fiscalizadora, a introdução e atualização dessas informações ao sistema.



# Mapa Interativo das Barragens Cadastradas no Sistema

## APRESENTAÇÃO

Descrição do Sistema

Entidades Fiscalizadoras

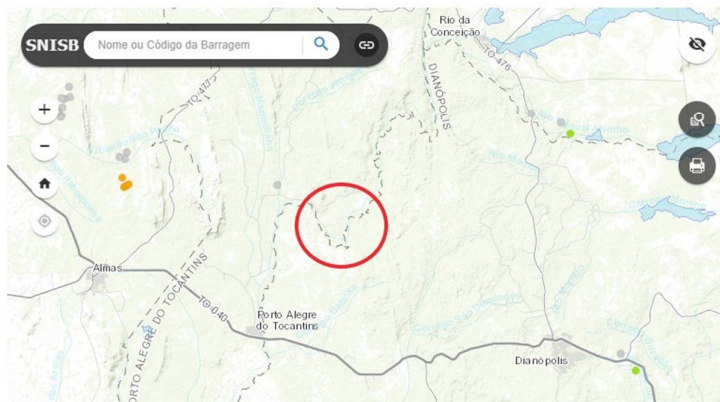
## PAINÉIS INTERATIVOS

Gráficos e Relatório de Barragens Cadastradas no Sistema

## MAPAS

Mapa Interativo das Barragens Cadastradas no Sistema

Mapa contendo dados das barragens inseridas no SNISB pelas entidades fiscalizadoras



Voltao ao relatório LISTA DE BARRAGENS

Código SNISB	Nome da Barragem	Regulada?	Número Autorização	Publicação Autorização	Validade Autorização	Empreendedor	Altura (Fundação)	Altura (Terreno)	VOLUME (hm³)	Uso Principal	Categoria de Risco	Dano Potencial Associado
8423	# Instituto Federal do Tocantins	Não				Instituto Federal do Tocantins	0,00	7,70	0,00000	irrigação	Não se aplica	Baixo
4287	Barragem Freixo		0	01/01/2000			50,00	0,00	85,00000	Monobateria	Baixo	Alto
5112	Barragem Freixo		0	01/01/2000			50,00	0,00	85,00000	Monobateria	Baixo	Alto
4280	Barragem Preto - POX BRANCO PRETO		0	01/01/2000			18,00	0,00	1,80000	Monobateria	Baixo	Alto
17939	# JERONIM WOLNEY ARAUJO E CIA LTDA	Não informado	183/12	03/04/2012	03-04-2017	JERONIM WOLNEY ARAUJO E CIA LTDA	0,00	0,00	0,00000	Regularização de vazão	Não Classificado	Não Classificado
6915	# SECRETARIA DA AGRICULTURA, DA PECUÁRIA E DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO DE TOCANTINS	Sim	267/13	28/06/2013	28-06-2018	SECRETARIA DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO ESTADO DO TOCANTINS	0,00	30,00	194,00000	irrigação	Baixo	Baixo
17859	Barragem Euterica	Não informado	353/11	31/08/2011	31-08-2012	AMAZONIA AGRONINDUSTRIA E COMERCIO DE PESCADO LTDA - ME	3,86	0,00	0,00000	Regularização de vazão	Não Classificado	Não Classificado
17858	Barragem Passagem	Não informado	353/11	31/08/2011	31-08-2012	AMAZONIA AGRONINDUSTRIA E COMERCIO DE PESCADO LTDA - ME	3,89	0,00	0,00000	Regularização de vazão	Não Classificado	Não Classificado
17892	BARRAGEM Nº 125	Não informado	3942-2015	23/10/2015	23-10-2020	Agência Tocantinense de Saneamento	4,50	3,50	0,01400	Dessecação Anima	Não Classificado	Não Classificado
17896	BARRAGEM Nº 126	Não informado	3942-2015	23/10/2015	22-10-2020	Agência Tocantinense de Saneamento	4,50	3,50	0,00700	Dessecação Anima	Não Classificado	Não Classificado
17895	BARRAGEM Nº 92	Não informado	3942-2015	23/10/2015	23-10-2020	Agência Tocantinense de Saneamento	4,50	3,50	0,01400	Dessecação Anima	Não Classificado	Não Classificado
17894	BARRAGEM Nº 93	Não informado	3942-2015	23/10/2015	22-10-2020	Agência Tocantinense de Saneamento	4,50	3,50	0,01300	Dessecação Anima	Não Classificado	Não Classificado

Voltao ao relatório LISTA DE BARRAGENS

Empreendedor	Altura (Fundação)	Altura (Terreno)	VOLUME (hm³)	Uso Principal	Categoria de Risco	Dano Potencial Associado	Município	UF	Entidade Fiscalizadora
	50,00	0,00	85,00000	Monobateria	Baixo	Alto	DIANÓPOLIS	Tocantins	Agência Nacional de Energia Elétrica
	18,00	0,00	1,80000	Monobateria	Baixo	Alto	DIANÓPOLIS	Tocantins	Agência Nacional de Energia Elétrica
	50,00	0,00	85,00000	Monobateria	Baixo	Alto	DIANÓPOLIS	Tocantins	Agência Nacional de Energia Elétrica
SECRETARIA DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO ESTADO DO TOCANTINS	0,00	30,00	194,00000	irrigação	Baixo	Baixo	DIANÓPOLIS	Tocantins	TO - Instituto Natureza do Tocantins
Instituto Federal do Tocantins	0,00	7,70	0,00000	irrigação	Não se aplica	Baixo	DIANÓPOLIS	Tocantins	TO - Instituto Natureza do Tocantins
Agência Tocantinense de Saneamento	4,50	3,50	0,01400	Dessecação Anima	Não Classificado	Não Classificado	DIANÓPOLIS	Tocantins	TO - Instituto Natureza do Tocantins
Agência Tocantinense de Saneamento	4,50	3,50	0,01500	Dessecação Anima	Não Classificado	Não Classificado	DIANÓPOLIS	Tocantins	TO - Instituto Natureza do Tocantins
Agência Tocantinense de Saneamento	4,50	3,50	0,01400	Dessecação Anima	Não Classificado	Não Classificado	DIANÓPOLIS	Tocantins	TO - Instituto Natureza do Tocantins
Agência Tocantinense de Saneamento	4,50	3,50	0,00700	Dessecação Anima	Não Classificado	Não Classificado	DIANÓPOLIS	Tocantins	TO - Instituto Natureza do Tocantins
AMAZONIA AGRONINDUSTRIA E COMERCIO DE PESCADO LTDA - ME	3,89	0,00	0,00000	Regularização de vazão	Não Classificado	Não Classificado	DIANÓPOLIS	Tocantins	TO - Instituto Natureza do Tocantins
AMAZONIA AGRONINDUSTRIA E COMERCIO DE PESCADO LTDA - ME	3,86	0,00	0,00000	Regularização de vazão	Não Classificado	Não Classificado	DIANÓPOLIS	Tocantins	TO - Instituto Natureza do Tocantins
JERONIM WOLNEY ARAUJO E CIA LTDA	0,00	0,00	0,00000	Regularização de vazão	Não Classificado	Não Classificado	DIANÓPOLIS	Tocantins	TO - Instituto Natureza do Tocantins

## 6. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

CRUZ, Paulo Teixeira da. **100 barragens brasileiras**: casos históricos, materiais de construção, projeto. São Paulo: Oficina de Textos, 1996.

Agência Nacional de Águas (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2018: informe anual**. Brasília: ANA, 2018. 72p.

Agência Nacional de Águas (Brasil). **Relatório de segurança de barragens 2017**. Brasília: ANA, 2018. 81p.

**Manual de Segurança e Inspeção de Barragens**. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2002. 148p.

BRASIL. **Lei Nº 12.334, de 20 de setembro de 2010**. Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens e altera a redação do art. 35 da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e do art. 4º da Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Diário Oficial da União. Brasília, p. 1, set. 2010. Atos do Poder Legislativo.

BRASIL. **Resolução Nº 236, de 30 de janeiro de 2017**. Estabelece a periodicidade de execução ou atualização, a qualificação dos responsáveis técnicos, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento do Plano de Segurança da Barragem, das Inspeções de Segurança Regular e Especial, da Revisão Periódica de Segurança de Barragem e do Plano de Ação de Emergência, conforme art.8º, 9º, 10, 11 e 12 da Lei nº12.334, de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens - PNSB. Agência Nacional de Águas. 2017.

MIRANDA, Antônio Nunes de. **Curso: Inspeção e Segurança de Barragens**. Agência Nacional de Águas, 2016. Disponível em:



<[https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/bitstream/ana/111/1/Material\\_didatico\\_-\\_Parte\\_I.pdf](https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/bitstream/ana/111/1/Material_didatico_-_Parte_I.pdf)>. Acesso em: 4 mar. 2019.

ZUFFO, Monica Soares Resio. **Metodologia para avaliação da segurança de barragens.** São Paulo, 2005. Disponível em: <[http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/257858/1/Zuffo\\_MonicaSoaresResio\\_M.pdf](http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/257858/1/Zuffo_MonicaSoaresResio_M.pdf)>. Acesso em: 5 mar. 2019.

FRANCO, Carlos Sergio Souza Pinto de Almeida. **Segurança de Barragens: aspectos regulatórios.** Goiânia, 2008. Disponível em: <<http://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tde/1318/1/Dissertacao%20Carlos%20Sergio%20Souza%20P%20de%20A%20Franco.pdf>>. Acesso em: 5 mar. 2019.

Agência Nacional de Águas (Brasil). **Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens.** Vol II - Guia de Orientação e Formulários para Inspeções de Segurança de Barragens. Brasília: ANA, 2016. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/cadastros/Barragens/ManualEmpreendedor.aspx>>. Acesso em: 30 mar. 2019.

Agência Nacional de Águas (Brasil). **Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens.** Vol III - Guia de Revisão Periódica de Segurança de Barragens. Brasília: ANA, 2016. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/cadastros/Barragens/ManualEmpreendedor.aspx>>. Acesso em: 30 mar. 2019.

BRASIL. **Resolução Nº 143, de 10 de julho de 2012.** Estabelece critérios gerais de classificação de barragens por categoria de risco, dano potencial associado e pelo volume, em atendimento ao art. 7º da Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. 2012. Disponível em: <<http://www.cnrh.gov.br/resolucoes/1922-resolucao-n-143-de-10-de-julho-de-2012/file>>. Acesso em: 6 de abr. 2019.

**A história das barragens no Brasil, Séculos XIX, XX e XXI: cinquenta anos do Comitê Brasileiro de Barragens.** Rio de Janeiro: CBDB, 2011. Disponível em: <[http://www.cbdb.org.br/documentos/A\\_Historia\\_das\\_Barragens\\_no\\_Brasil.pdf](http://www.cbdb.org.br/documentos/A_Historia_das_Barragens_no_Brasil.pdf)>.

Acesso em: 12 de abr. 2019.

SMIDERLE, C. S. D. **Segurança de Barragens: Análise da Instrumentação da Barragem de Itaúba.** 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS, 2014.

ELETROBRAS, Centrais Elétricas do Brasil. **Diretrizes para projetos de PCH,** 2000.

MAGALHÃES, Ricardo Aguiar. **Curso sobre Utilização do Guia de Revisão Periódica de Segurança de Barragem e de Diretrizes para Elaboração de Projetos de Barragens.** Rio de Janeiro: SNISB, 2017. Disponível em: <[http://www.snisb.gov.br/portal/snisb/downloads/capacitacao/Arquivos\\_Cursos/curso-guia-de-diretrizes-para-elaboracao-de-projeto-de-barragens-e-revisao-periodica-modulo-3-barragens-e-estruturas-de-concreto-parte-b.pdf](http://www.snisb.gov.br/portal/snisb/downloads/capacitacao/Arquivos_Cursos/curso-guia-de-diretrizes-para-elaboracao-de-projeto-de-barragens-e-revisao-periodica-modulo-3-barragens-e-estruturas-de-concreto-parte-b.pdf)>. Acesso em: 12 de abr. 2019.

Agência Nacional de Águas (Brasil). **Manual de políticas e práticas de segurança de barragens para entidades fiscalizadoras.** Brasília: ANA, 2017.

MEIRELLES, Fernando Setembrio Cruz. **Curso Segurança de Barragens.** Módulo I – Barragens: Aspectos legais, técnicos e sócioambientais. Agência Nacional de Águas. Disponível em: <<http://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/handle/ana/110>>. Acesso em: 12 de abr. 2019.

MEDEIROS, Carlos Henrique de A. C. **Curso Segurança de Barragens.** Módulo I – Barragens: Aspectos legais, técnicos e socioambientais. Unidade 1: Diretrizes, Legislação e Regulamentação. Agência Nacional de Águas. Disponível em: <<http://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/handle/ana/110>>. Acesso em: 12 de abr. 2019.

FILHO, Cliusson; SANTANA, Claudemir G. **Métodos de investigações aplicados em obras de construção**. UNDB, 2018. Disponível em: <http://sou.undb.edu.br/public/publicacoes/metodos-de-investigacoes-aplicados-em-obras-de-construcao-de-barragens-cliusson-filho-e-claudemir-gomes1.pdf>>. Acesso em: 14 de abr. 2019.

TIMBÓ, Rafael Delmiro Rodrigues. **Aplicação da Lei de Segurança de Barragem – Estudo de caso da Barragem Cigana 01, Amajari – Roraima**. Belas Vista: UFRR, 2018.

NEVES, Luiz Paniago. **Segurança de Barragens**. Legislação federal brasileira em segurança de barragens comentada. Brasília, 2018. Disponível em: <http://www.anm.gov.br/assuntos/barragens/e-book-livre-legislacao-federal-brasileira-em-seguranca-de-barragens-autor-luiz-paniago-neves>> Acesso em: 20 de abr. 2019.

## 7. ANEXOS

## Anexo 1 - Características Técnicas - CT

Altura (a)	Comprimento (b)	Tipo de Barragem quanto ao material de construção (c)	Tipo de fundação (d)	Idade da Barragem (e)	Vazão de Projeto (f)
Altura ≤ 15m (0)	Comprimento ≤ 200m (2)	Concreto Convencional (1)	Rocha sã (1)	Entre 30 e 50 anos (1)	CMP (Cheia Máxima Provável) ou Decamilenar (3)
15m < Altura < 30m (1)	Comprimento > 200m (3)	Alvenaria de pedra/ concreto ciclópico/ concreto rolado – CCR (2)	Rocha alterada dura com tratamento (2)	Entre 10 e 30 anos (2)	Milenar (5)
30m ≤ Altura ≤ 60m (2)	-	Terra homogênea /enrocamento/ terra enrocamento (3)	Rocha alterada sem tratamento/ Rocha alterada fraturada com tratamento (3)	Entre 5 e 10 anos (3)	TR=500 anos (8)
Altura > 60m (3)	-	-	Rocha alterada mole/ Saprolito/ Solo compacto (4)	<5 anos ou >50 anos ou sem informação (4)	TR < 500 anos ou desconhecida/ Estudo não confiável (10)
-	-	-	Solo residual/Aluvião (5)	-	-

Fonte: Resolução CNRH Nº 143/2012.

## Anexo 2 - Estado de Conservação - EC

Confiabilidade das Estruturas Extravasoras (g)	Confiabilidade das Estruturas de Adução (h)	Percolação (i)	Deformações e Recalques (j)	Deterioração dos Taludes/Paramentos (k)	Eclusa (l)
Estruturas civis e hidroeletromecânicas em pleno funcionamento/canais de aproximação ou de restituição ou vertedouro (tipo soleira livre) desobstruídos (0)	Estruturas civis e dispositivos hidroeletromecânicos em condições adequadas de manutenção e funcionamento (0)	Percolação totalmente controlada pelo sistema de drenagem (0)	Inexistente (0)	Inexistente (0)	Não possui eclusa (0)
Estruturas civis e hidroeletromecânicas preparadas para a operação, mas sem fontes de suprimento de energia de emergência / canais ou vertedouro (tipo soleira livre) com erosões ou obstruções, porém sem riscos a estrutura vertente. (4)	Estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroeletromecânicos com problemas identificados, com redução de capacidade de vazão e com medidas corretivas em implantação (4)	Umidade ou surgência nas áreas de jusante, paramentos, taludes ou ombreiras estabilizadas e/ou monitoradas (3)	Existência de trincas e abatimentos de pequena extensão e impacto nulo (1)	Falhas na proteção dos taludes e paramentos, presença de arbustos de pequena extensão e impacto nulo (1)	Estruturas civis e hidroeletromecânicas bem mantidas e funcionando (1)
Estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroeletromecânicos	Estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroeletromecânicos	Umidade ou surgência nas áreas de jusante,	Existência de trincas e abatimentos de impacto	Erosões superficiais, ferragem exposta,	Estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroeletromecânicos

<p>nicos com problemas identificados, com redução de capacidade de vazão e com medidas corretivas em implantação / canais ou vertedouro (tipo soleira livre) com erosões e/ou parcialmente obstruídos, com risco de comprometimento da estrutura vertente.</p> <p>(7)</p>	<p>nicos com problemas identificados, com redução de capacidade de vazão e sem medidas corretivas</p> <p>(6)</p>	<p>paramentos, taludes ou ombreiras sem tratamento ou em fase de diagnóstico</p> <p>(5)</p>	<p>considerável gerando necessidade de estudos adicionais ou monitoramento</p> <p>(5)</p>	<p>crescimento de vegetação generalizada, gerando necessidade de monitoramento ou atuação corretiva</p> <p>(5)</p>	<p>nicos com problemas identificados e com medidas corretivas em implantação</p> <p>(2)</p>
<p>Estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroeletromecânicos com problemas identificados, com redução de capacidade de vazão e sem medidas corretivas/ canais ou vertedouro (tipo soleira livre) obstruídos ou com estruturas danificadas</p> <p>(10)</p>	-	<p>Surgência nas áreas de jusante, taludes ou ombreiras com carreamento de material ou com vazão crescente</p> <p>(8)</p>	<p>Existência de trincas, abatimentos ou escorregamentos expressivos, com potencial de comprometimento da segurança</p> <p>(8)</p>	<p>Depressões acentuadas nos taludes, escorregamentos, sulcos profundos de erosão, com potencial de comprometimento da segurança</p> <p>(7)</p>	<p>Estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroeletromecânicos com problemas identificados e sem medidas corretivas</p> <p>(4)</p>

Fonte: Resolução CNRH Nº 143/2012.

### Anexo 3 - Plano de Segurança da Barragem – PS

Existência de documentação de projeto (n)	Estrutura organizacional e qualificação técnica dos profissionais da equipe de Segurança da Barragem (o)	Procedimentos de roteiros de inspeções de segurança e de monitoramento (p)	Regra operacional dos dispositivos de descarga da barragem (q)	Relatórios de inspeção de segurança com análise e interpretação (r)
Projeto executivo e "como construído" (0)	Possui estrutura organizacional com técnico responsável pela segurança da barragem (0)	Possui e aplica procedimentos de inspeção e monitoramento (0)	Sim ou Vertedouro tipo soleira livre (0)	Emite regularmente os relatórios (0)
Projeto executivo ou "como construído" (2)	Possui técnico responsável pela segurança da barragem (4)	Possui e aplica apenas procedimentos de inspeção (3)	Não (6)	Emite os relatórios sem periodicidade (3)
Projeto básico (4)	Não possui estrutura organizacional e responsável técnico pela segurança da barragem (8)	Possui e não aplica procedimentos de inspeção e monitoramento (5)	-	Não emite os relatórios (5)
Anteprojeto ou Projeto conceitual (6)	-	Não possui e não aplica procedimentos para monitoramento e inspeções (6)	-	-
inexiste documentação de projeto (8)	-	-	-	-

Fonte: Resolução CNRH Nº 143/2012.

#### Anexo 4 - Classificação quanto ao Dano Potencial Associado - DPA

Volume Total do Reservatório (a)	Potencial de perdas de vidas humanas (b)	Impacto ambiental (c)	Impacto socioeconômico (d)
Pequeno ≤ 5 milhões m <sup>3</sup> (1)	INEXISTENTE (não existem pessoas permanentes/residentes ou temporárias/transitando na área afetada a jusante da barragem) (0)	SIGNIFICATIVO (área afetada da barragem não representa área de interesse ambiental, áreas protegidas em legislação específica ou encontra-se totalmente descaracterizada de suas condições naturais) (3)	INEXISTENTE (não existem quaisquer instalações e serviços de navegação na área afetada por acidente da barragem) (0)
Médio 5 milhões a 75 milhões m <sup>3</sup> (2)	POUCO FREQUENTE (não existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, mas existe estrada vicinal de uso local) (4)	MUITO SIGNIFICATIVO (área afetada da barragem apresenta interesse ambiental relevante ou protegida em legislação específica) (5)	BAIXO (existe pequena concentração de instalações residenciais e comerciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura na área afetada da barragem ou instalações portuárias ou serviços de navegação) (4)
Grande 75 milhões a 200 milhões m <sup>3</sup> (3)	FREQUENTE (não existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, mas existe rodovia municipal, estadual, federal ou outro local e/ou empreendimento de permanência eventual de pessoas que poderão ser atingidas) (8)	-	ALTO (existe grande concentração de instalações residenciais e comerciais, agrícolas, industriais, de infraestrutura e serviços de lazer e turismo na área afetada da barragem ou instalações portuárias ou serviços de navegação) (8)
200 milhões m <sup>3</sup> (5)	EXISTENTE (existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, portanto, vidas humanas poderão ser atingidas) (12)	-	-

Fonte: Resolução CNRH Nº 143/2012.



### Anexo 5 - Classificação das barragens de acumulação de água

II.1 - CATEGORIA DE RISCO		PONTOS
1	Características Técnicas (CT)	17
2	Estado de Conservação (EC) com $g=10^*$	0
3	Plano de Segurança de Barragens (PS)	0
PONTUAÇÃO TOTAL (CRI)=CT+EC+PS		17

FAIXAS DE CLASSIFICAÇÃO	CATEGORIA DE RISCO	
	ALTO	$\geq 60$ ou $EC^* \geq 8(*)$
	MÉDIO	35 a 60
	<b>BAIXO</b>	$\leq 35$

(\*) Pontuação (maior ou igual a 8) em qualquer coluna de Estado de Conservação (EC) implica automaticamente CATEGORIA DE RISCO ALTA e necessidade de providencias imediatas pelo responsável da barragem.

II.2 – DANO POTENCIAL ASSOCIADO		PONTOS
DANO POTENCIAL ASSOCIADO (DPA)		12

FAIXAS DE CLASSIFICAÇÃO	DANO POTENCIAL ASSOCIADO	
	ALTO	$\geq 16$
	MÉDIO	$10 < DPA < 16$
	<b>BAIXO</b>	$\leq 10$

RESULTADO FINAL DA AVALIAÇÃO:		
CATEGORIA DE RISCO	Alto/ Médio/ <b>Baixo</b>	
DANO POTENCIAL ASSOCIADO	Alto/ Médio/ <b>Baixo</b>	

Fonte: Resolução CNRH Nº 143/2012

Figura 7 - Seção Transversal da Barragem

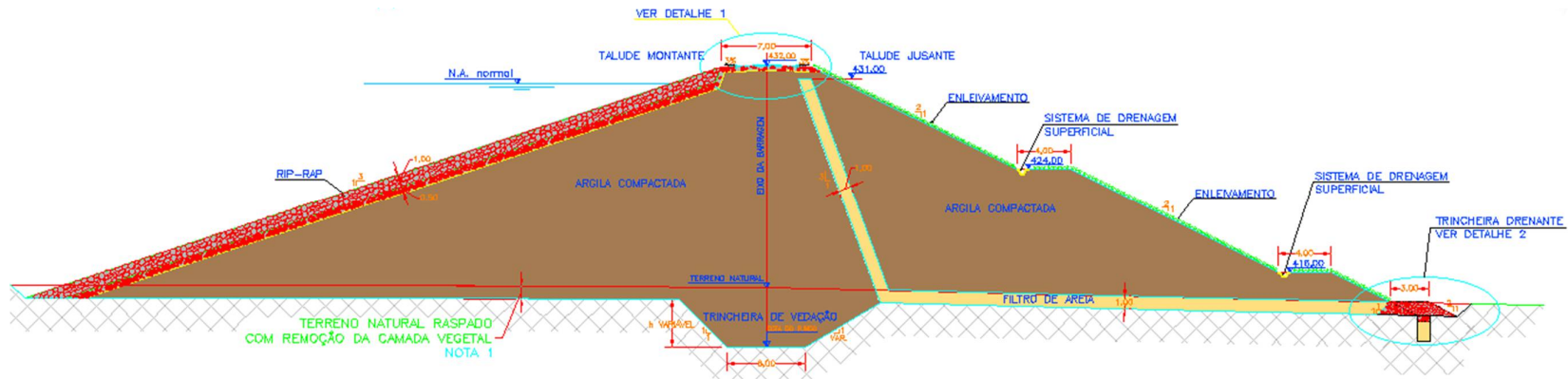


Figura 8 - Detalhamento da Crista

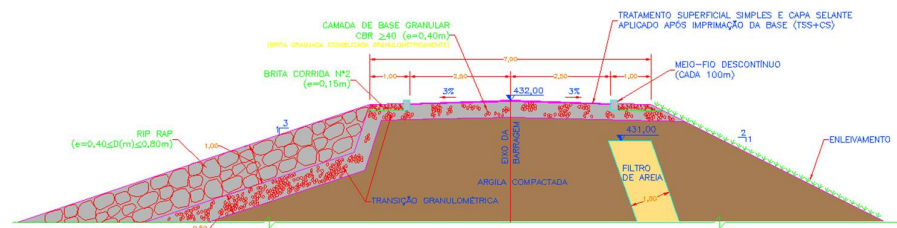


Figura 9 - Detalhamento da Trincheira Drenante

