

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SERGIPE

CAMPUS ARACAJU

DIRETORIA DE ENSINO

COORDENADORIA DE ENGENHARIA CIVIL

CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

CARLA MIRELE SOUZA DOS SANTOS

**PROPOSTA DE UM MODELO PARA ELABORAÇÃO DE RELATÓRIO DE
INSPEÇÃO EM BARRAGENS DE TERRA**

MONOGRAFIA

.

ARACAJU

2025

CARLA MIRELE SOUZA DOS SANTOS

**PROPOSTA DE UM MODELO PARA ELABORAÇÃO DE RELATÓRIO DE
INSPEÇÃO EM BARRAGENS DE TERRA**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel, da Coordenação do Curso de Engenharia Civil, do Instituto Federal de Sergipe - Campus Aracaju.

Orientador: M.Sc Andrea Santana Teixeira Lins

ARACAJU

2025

Santos, Carla Mirele Souza dos.
S237p Proposta de um modelo para elaboração de relatórios de inspeção em
barragens de terra. / Carla Mirele Souza dos Santos. – Aracaju, 2025.
69f.: il.

Monografia – Bacharelado em Engenharia Civil – Instituto Federal de
Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe – IFS.
Orientador: Prof. MSs. Andrea Santana Teixeira Lins.

1. Barragem - gestão. 2. Barragem de terra. 3. Engenharia Civil.
I. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe
- IFS. II. Lins, Andrea Santana Teixeira. III. Título.

CDU: 624

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SERGIPE

CAMPUS ARACAJU

CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Monografia N° 299

**PROPOSTA DE UM MODELO PARA ELABORAÇÃO DE RELATÓRIO DE
INSPEÇÃO EM BARRAGENS DE TERRA**

CARLA MIRELE SOUZA DOS SANTOS

Esta monografia foi apresentada às 10 h 32 do dia 13 de MAIO de 2025 como requisito parcial para a obtenção do título de BACHARELA EM ENGENHARIA CIVIL. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados.

Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.


Prof.ª. Dr.ª. Adriana Virginia Santana Melo

(IFS – Campus Aracaju)


Eng.º. Adnaldo de Santana Santos
(CODERSE)


Prof.ª. M.Sc. Andréa Santana Teixeira Lins

(IFS – Campus Aracaju)
Orientadora


Prof. Dr. Pablo Gleydson de Sousa
(IFS - Campus Aracaju)
Coordenador da COEC

Dedico este trabalho a todos os que me ajudaram ao longo desta caminhada.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão a Deus, que foi minha fonte de força, sabedoria e inspiração durante toda a elaboração deste trabalho. Sua presença em minha vida me guiou nos momentos de desafio, ajudando-me a superar as dificuldades e a encontrar o caminho certo para alcançar meus objetivos.

Agradeço imensamente à minha orientadora, M.Sc. Andrea Santana Teixeira Lins, pela sua inestimável orientação, apoio e incentivo durante todo o processo de elaboração deste TCC. Sua paciência, valiosas sugestões e constante disponibilidade foram fundamentais para que eu pudesse superar os desafios encontrados. Sem a sua expertise e dedicação, este trabalho não seria possível.

Gostaria também de estender meus agradecimentos aos meus amigos, que estiveram ao meu lado em todos os momentos, oferecendo palavras de encorajamento, apoio emocional e, muitas vezes, um ombro amigo. Sua presença foi essencial para manter minha motivação e equilíbrio durante essa jornada.

Por fim, mas não menos importante, agradeço à CODERSE pelo suporte e pelas oportunidades que me permitiram crescer profissionalmente e aplicar os conhecimentos adquiridos ao longo da minha formação. Acredito que essa parceria foi crucial para o desenvolvimento deste trabalho e para o meu crescimento pessoal e acadêmico.

RESUMO

SANTOS, Carla Mirele Souza dos. **Proposta de um Modelo para Elaboração de Relatório de Inspeção em Barragens de Terra**. 69 páginas. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe - Campus Aracaju. 2025.

A construção e gestão de barragens são essenciais para o desenvolvimento socioeconômico, fornecendo água, energia e retenção de rejeitos. Cada barragem exige métodos específicos de projeto e monitoramento, adaptados às condições locais. A escolha do tipo e forma da barragem deve considerar fatores como estabilidade do solo, comportamento do reservatório e impactos ambientais e sociais. O estudo da Barragem Governador João Alves Filho destacou a importância de uma gestão eficaz e inovadora para garantir segurança e funcionalidade. O monitoramento de qualidade é crucial para identificar riscos precocemente, como vegetação arbustiva e formigueiros, que podem comprometer a estrutura. A adoção de tecnologias, como fichas de inspeção eletrônicas e dispositivos móveis com câmeras de alta resolução, moderniza o monitoramento, proporcionando maior confiabilidade e transparência dos dados. Essas ferramentas facilitam a análise de dados e a tomada de decisões, alinhando-se às diretrizes da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB).

Palavras-chave: Barragem de terra; Monitoramento de barragens; Inspeção em barragens de terra.

ABSTRACT

SANTOS, Carla Mirele Souza dos. **Proposal of a Model for the Preparation of Inspection Reports for Earth Dams**. 69 pages. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe - Campus Aracaju. 2025.

The construction and management of dams are essential for socioeconomic development, providing critical resources such as water, energy, and tailings retention. Each dam requires specific design and monitoring methods, tailored to local conditions, including soil stability, reservoir behavior, and environmental and social impacts. This study, focusing on the Governador João Alves Filho Dam, highlights the importance of effective and innovative management to ensure the safety and functionality of such structures. Quality monitoring is crucial for the early identification of risks, such as shrub vegetation and ant nests, which can compromise the integrity of the dam. The adoption of modern technologies, such as electronic inspection forms and mobile devices equipped with high-resolution cameras, has revolutionized the monitoring process, providing greater reliability and transparency of data. These tools facilitate data analysis and decision-making, aligning with the guidelines of the National Dam Safety Policy (PNSB).

Keywords: Earth dam; Dam monitoring; Inspection of earth dams.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Barragem de concreto em gravidade	18
Figura 2 - Barragem de concreto em arco simples	18
Figura 3 - Barragem de concreto em arco múltiplo	18
Figura 4 - Barragem de concreto com contrafortes	19
Figura 5 - Barragens de terra	19
Figura 6 - Barragens de enrocamento	20
Figura 7- Principais elementos de uma barragem de terra	21
Figura 8 - Fluxograma dos modelos	30
Figura 9 - Aparência inicial da ficha eletrônica	31
Figura 10 - Quadro de faixas de classificação por DPA.....	33
Figura 11 - Quadro de classificação por DPA	34
Figura 12 - Quadro de faixas de classificação da CRI	34
Figura 13 - Quadro de indicadores de risco.....	35
Figura 14 - Quadro da CRI para as características técnicas	35
Figura 15 - Quadro da CRI para o estado de conservação	36
Figura 16 - Quadro da CRI, para o PSB	37

LISTA DE FOTOS

Foto 1 - Barragem Governador João Alves Filho	46
Foto 2 - Acesso à barragem	46
Foto 3 - Crista da barragem	46
Foto 4 - Caixa do piezômetro	47
Foto 5 - Tomada d'água.....	47
Foto 6 - Vegetação no talude de montante	47
Foto 7 - Rip-rap do talude de montante	48
Foto 8 - Cavitação no vertedouro	48
Foto 9 - Vegetação no talude de jusante	48
Foto 10 - Formigueiros	49
Foto 11 - Pedreira de gnaiss.....	49
Foto 12 - Acesso da galeria	49

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Frequência de inspeção	40
Quadro 2 - Resumo da ficha de inspeção da barragem da Ribeira.....	44

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

a.C.	Antes de Cristo
cm	centímetros
E	Este (oeste)
hm ³	Hectômetro cúbicos
MP	Megapixel
N	Norte

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CRI	Categoria de Risco
DPA	Dano Potencial Associado
EC	Estado de Conservação
NBR	Norma Brasileira
NP	Nível de Perigo
PNSB	Política Nacional de Segurança de Barragens
PSB	Plano de Segurança de Barragens
SIGBM	Sistema Integrado de Gestão de Barragens de Mineração

LISTA DE ACRÔNIMOS

ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
CODERSE	Companhia de Desenvolvimento Regional de Sergipe

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 Histórico de Barragens	15
2.2 Acidentes de Barragens	16
2.3 Tipos de Barragens	17
2.3.1 Barragens Mistas	17
2.3.2 Barragens de Concreto	17
2.3.2.1 Barragens de Concreto em Gravidade	17
2.3.2.2 Barragens de Concreto em Arco	18
2.3.2.3 Barragens de Concreto com Contrafortes	18
2.3.3 Barragens de Terra	19
2.3.4 Barragens de Enrocamento	20
2.4 Elementos de uma Barragem de Terra	20
2.4.1 Crista	21
2.4.2 Borda Livre	22
2.4.3 Talude de Montante	22
2.4.4 Proteção do Talude de Montante (Rip-Rap)	22
2.4.5 Talude de Jusante	22
2.4.6 Proteção do Talude de Jusante	22
2.4.7 Trincheira de Vedação	23
2.4.8 Filtro Horizontal	23
2.4.9 Filtro Vertical	23
2.4.10 Dreno de Pé	23
2.4.11 Cortina de Injeção	24
2.4.12 Poço de Alívio	24
2.4.13 Tapete Impermeável	24
2.4.14 Tapete Drenante	24
2.4.15 Sistema de Drenagem	25
2.4.16 Sistema de Extravasamento	25
2.4.17 Comportas	25
2.5 Diretrizes da ABNT NBR 17188:2024 para a Análise de Rupturas em Barragens ...	25

2.6 Ferramentas de Monitoramento de Barragem	26
3 METODOLOGIA	29
3.1 Pesquisa Bibliográfica	29
3.2 Pesquisa Descritiva	29
3.3 Pesquisa de Campo	29
3.4 Ficha de Inspeção para Barragem de Terra	30
3.4.1 Situação	31
3.4.2 Magnitude	32
3.4.3 Nível de Perigo (NP)	33
3.4.4 Dano Potencial Associado (DPA)	33
3.4.5 Categoria de Risco (CRI)	34
3.5 Construção do Modelo de Relatório de Inspeção para Barragens de Terra	37
3.5.1 Apresentação	38
3.5.2 Etapa: Inspeção Visual	39
3.5.3 Etapa: Inspeção Não Destrutiva	41
3.5.4 Etapa: Inspeção Destrutiva	42
4 ESTUDO DE CASO	43
4.1 Relatório de Inspeção da Barragem Governador João Alves Filho	43
5 CONCLUSÃO	51
REFERÊNCIAS	53
APÊNDICE A - FICHA DE INSPEÇÃO	56

1 INTRODUÇÃO

Barragens são estruturas artificiais construídas em cursos hídricos cujo objetivo é reter água, e outros líquidos, rejeitos ou sedimentos. Como recursos de infraestrutura, são essenciais e constituem o núcleo de vários serviços socioeconômicos. São estruturas que têm tamanhos variados, desde pequenos maciços de terra, usados para atividades agrícolas, recreação e demandas domésticas, até enormes estruturas de concreto ou de aterro que são usadas como reservatórios de água para abastecimento público, geração de hidroeletricidade, retenção de rejeitos de mineração e de navegação (ANA, 2023).

As barragens podem ser classificadas de acordo com o material ou com relação ao seu formato. Em termos de material, os principais tipos de barragens são: mistas, de concreto e de terra e/ou enrocamento. Já com relação ao formato, destacam-se as barragens em arco, de gravidade, aliviadas ou de contrafortes. As características de cada tipo de barragem influenciam diretamente em sua eficácia e segurança. Logo, a escolha do modelo de barragem a ser construída depende de uma análise criteriosa das condições locais e das demandas específicas do projeto (GOUVEIA, 2016).

A manutenção adequada das barragens é fundamental para garantir a segurança de toda a comunidade e proteger o meio ambiente. Ao longo da história, diversas catástrofes ocorreram devido à falta de manutenção e monitoramento dessas importantes estruturas. Vale destacar a importância da manutenção preventiva e corretiva em barragens, não só para prevenir tragédias, mas também para promover o desenvolvimento sustentável e a gestão responsável dos recursos hídricos.

Na Engenharia Civil, a gestão de manutenção é de suma importância para garantir a segurança e a vida útil para todas as obras. Por se tratarem de grandes obras, as barragens requerem um controle e um plano de manutenção que seja especialmente concebido para cada categoria de barragem visando a eficácia do processo. Nesse contexto é necessário estabelecer práticas que assegurem a integridade estrutural, o funcionamento adequado e a prevenção de falhas no decorrer do tempo.

Assim, o objetivo geral deste estudo é propor o uso de uma ferramenta para elaboração de relatório de inspeção em barragens de terra. E, para atingir este objetivo geral, foram fixados os seguintes objetivos específicos:

- Definir modelos para a realização de inspeções em barragens;
- Propor um planejamento da frequência para inspeção em uma barragem de terra;

- Criar uma ficha eletrônica para cadastro de informações coletadas durante a inspeção em barragens de terra, empregando uma ferramenta digital;
- Aplicar o modelo proposto nesse estudo para a barragem de terra Governador João Alves Filho, localizada no município de Itabaiana, no estado de Sergipe;

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Durante quase 5.000 anos foram construídas obras de retenção de água em muitas partes do mundo para garantir que a água esteja disponível para fins domésticos e agrícolas durante todo o ano. Desde os tempos antigos, os humanos se estabeleceram nas planícies férteis de grandes rios, tais como o rio Nilo (na África), os rios Eufrates e Tigre (na Mesopotâmia) e a planície Indo-Gangética no subcontinente indiano. Ao longo dos últimos dois séculos, centenas de milhões de pessoas viveram à volta dos rios, necessitando do seu controle para garantir o abastecimento de água para uso doméstico, agrícola e industrial, e para minimizar os danos causados pelas cheias e pelas secas (BISWAS, 2012).

2.1 Histórico de Barragens

As primeiras barragens conhecidas foram construídas para fornecer água para irrigação e consumo humano, bem como para controlar as cheias. Herodotus foi o primeiro historiador a mencionar a existência de uma barragem no rio Nilo por volta de 2900 a.C. que servia para proteger Memphis de inundações. Vale lembrar que as primeiras barragens foram construídas de alvenaria ou de terra. Os romanos se tornaram grandes conhecedores durante o Império Romano ao construírem diversas barragens em seu território (OLIVEIRA, 2002).

Um exemplo impressionante é a barragem de Marib no Iêmen que foi construída por volta de 750 a.C. e levou por volta de 100 anos para ser concluída. Possuía originalmente 4 metros de altura, contudo em 1986 foi elevada a 38 metros de altura. Na China, sistemas de barragens e canais foram desenvolvidos desde 2280 a.C., enquanto no Irã, várias barragens dos séculos XIII ao XVI ainda estão em operação. No Sri Lanka, registros antigos mencionam barragens e reservatórios construídos já no século VI a.C. como a de Minneriya, erguida durante o reinado de Mahasen e ainda funcional desde sua restauração em 1901 (SÓRIA, 2008).

De acordo com Vargas (1977), no Brasil as primeiras barragens de terra foram construídas no início do século XX, na região Nordeste, por conta do plano de obras de combate à seca. Em 1938 foi erguida na Paraíba, a barragem de Curema que foi projetada com base empírica. A primeira vez que utilizou-se de uma técnica de projeto e construção de barragens de terra considerada moderna foi no ano de 1947, na barragem do Vigário conhecida atualmente como barragem de Terzaghi, pois foi onde Terzaghi aplicou pela primeira vez o filtro vertical,

também conhecido como chaminé, que foi utilizado como elemento de drenagem interna da barragem.

2.2 Acidentes de Barragens

Acidentes catastróficos com barragens de terra geram repercussões significativas, muitas vezes alcançando proporções internacionais, devido às perdas de vidas humanas e aos danos materiais extensivos. Tais eventos afetam severamente as comunidades ribeirinhas, mesmo aquelas que estão situadas a quilômetros de distância rio abaixo (MASSAD, 2010).

As rupturas das barragens ocorrem, na maioria das vezes, nos períodos de cheia, cujas principais causas relatadas são o galgamento e a erosão recessiva. O galgamento acontece quando a água transborda sobre o coroamento do reservatório (crista da barragem), provocando a ruptura do maciço de terra. Entre os fatores críticos relacionados ao galgamento estão a insuficiência ou obstrução do vertedouro, além de vazões não previstas (MIRANDA, 2010).

A erosão regressiva ocorre quando há a degradação das partículas de solo que constituem o corpo da barragem, devido à ação da água que infiltra no maciço ou na fundação. Esse tipo de erosão também pode ocorrer a jusante do vertedouro. Os principais fatores que podem desencadear a erosão regressiva (ou “piping”), podem ser: camadas de solo mal compactadas, problemas na tubulação da tomada d’água, deficiência no sistema de drenagem interno ou fraturas na fundação (MIRANDA, 2010).

Um dos acidentes mais famosos e catastróficos em barragens de terra ocorreu na barragem de Vajont, localizada no nordeste da Itália, quando aproximadamente 240 milhões de metros cúbicos de rocha deslizaram de uma encosta, resultando na morte de 2.600 pessoas no vale abaixo. Já no Brasil, tem-se como exemplo a barragem de Campos Novos que rompeu no ano de 2006, sendo uma estrutura de enrocamento com face de concreto que foi construída no Rio Pelotas, na divisa entre os Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Esta barragem possuía um muro de mais de 200 metros de altura e apresentava problemas de vazamento desde 2005 (MONTEIRO, 2006; PONCE e GIL, 2008).

Vale ressaltar que os acidentes mencionados anteriormente são todos sobre barragens de terra cujo o propósito é o de reter água.

2.3 Tipos de Barragens

Como dito anteriormente, as barragens são classificadas de acordo com a sua forma ou de acordo com o seu material. A seguir, serão apresentados os principais tipos de barragens.

2.3.1 Barragens Mistas

Barragens de seção mista consistem em diferentes tipos de materiais ao longo da seção transversal. Os tipos mais comuns são: terra/enrocamento, terra/concreto e enrocamento/concreto. Se partes da construção forem de um tipo e outras de outro, a barragem será mista ao longo do seu traçado. Se o corpo da barragem for constituído por um aterro de terra ou pedra e o vertedouro for de concreto, a barragem não é considerada uma barragem mista, ainda que represente uma continuidade de traçado (COSTA, 2012).

Esse tipo de barragem possui uma capacidade de adaptação ao terreno, permitindo sua construção em diversas áreas. Contudo, existem limitações à altura desta devido a sua estabilidade. Necessita de uma manutenção regular para prevenção de eventos como: erosão, desgastes do material e infiltração de água.

2.3.2 Barragens de Concreto

As barragens de concreto são conhecidas por serem robustas, resistentes e capazes de suportar cargas pesadas.

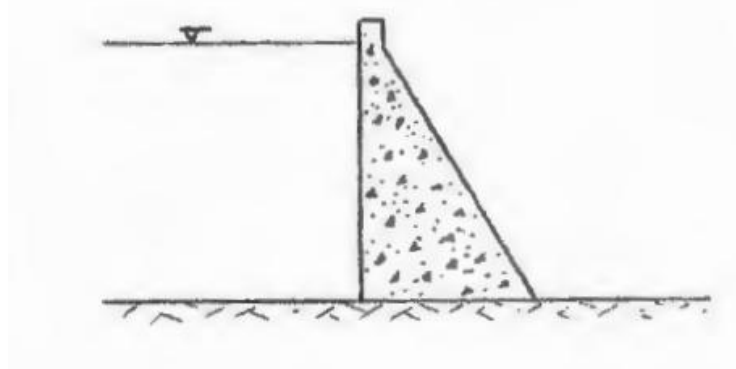
As barragens de concreto podem ser classificadas em:

- Em gravidade;
- Em Arco;
- Com contrafortes.

2.3.2.1 Barragens de Concreto em Gravidade

As barragens de concreto em gravidade são maciços de concreto com pouca armação cuja característica física é ter sua estrutura trabalhando apenas à compressão, ou seja, o seu próprio peso é responsável por resistir ao empuxo da água, como pode ser observado na Figura 1. Geralmente esse tipo requer um grande volume de concreto o que acarreta no aumento dos custos da obra (COSTA, 2012).

Figura 1 - Barragem de concreto em gravidade



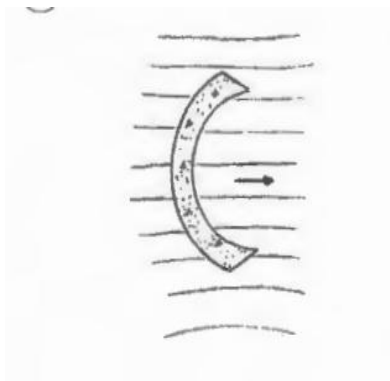
Fonte: Costa (2012).

2.3.2.2 Barragens de Concreto em Arco

São estruturas cuja curvatura no plano trabalha como domo ou casca, resistindo principalmente a cargas horizontais devido aos seus apoios nas margens da garganta. Essas barragens apresentam curvatura na horizontal (ao longo do seu traçado) e na vertical, caracterizando-as como barragens de dupla curvatura. Os arcos podem ser simples ou múltiplos (COSTA, 2012; MENDES, 2013).

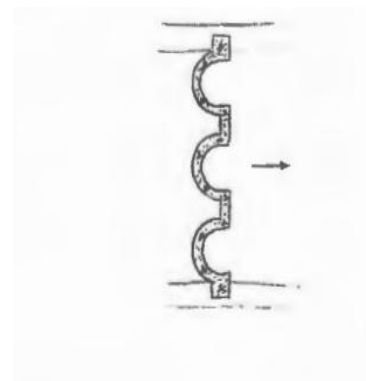
As Figuras 2 e 3 exemplificam o formato das barragens de concreto em arco simples e múltiplo, respectivamente.

Figura 2 - Barragem de concreto em arco simples



Fonte: Costa (2012).

Figura 3 - Barragem de concreto em arco múltiplo



Fonte: Costa (2012).

2.3.2.3 Barragens de Concreto com Contrafortes

Essas barragens dependem de uma série de suportes verticais chamados contrafortes (ou nervuras), os quais se estendem ao longo da face a jusante das barragens, ou seja, do lado oposto ao fluxo da água, como pode ser observado na Figura 4. A face a jusante dessas barragens

geralmente se inclina para fora cerca de 45° . Essas faces inclinadas e os contrafortes têm a função de transferir a força da água para baixo, em direção às fundações da barragem que necessitam ser resistentes (SÓRIA, 2008; CRISTINA et al., 2023).

Figura 4 - Barragem de concreto com contrafortes



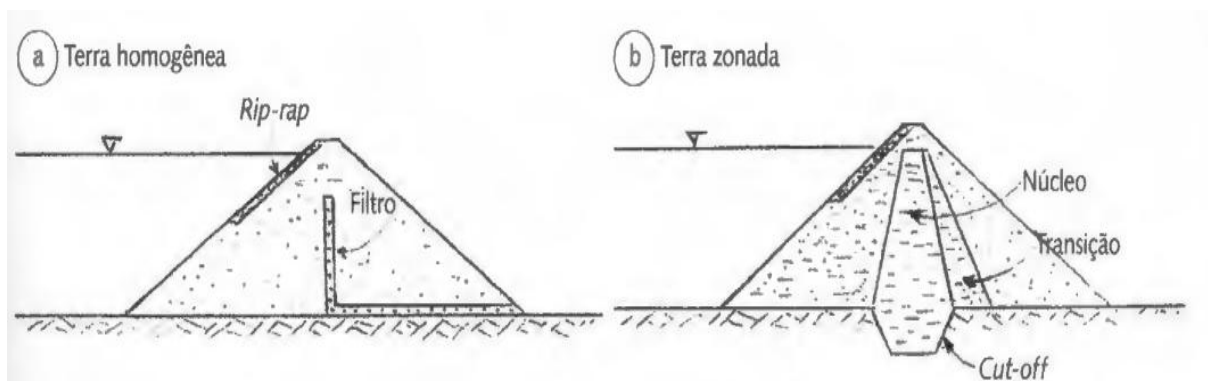
Fonte: Savoie Mont-Blanc (2020).

2.3.3 Barragens de Terra

As barragens de terra são amplamente preferidas devido a utilização de materiais naturais com baixo processamento e a sua aplicação no decorrer da história. Elas podem ser construídas de duas formas principais: as barragens homogêneas, feitas de um único tipo de material, e as zonadas, que utilizam diferentes materiais terrosos estrategicamente zonados, especialmente no núcleo para aumentar a impermeabilidade (COSTA, 2012; SILVA, 2016).

A Figura 5 apresenta duas seções transversais referentes às principais formas de uma barragem de terra.

Figura 5 - Barragens de terra



Fonte: Costa (2012).

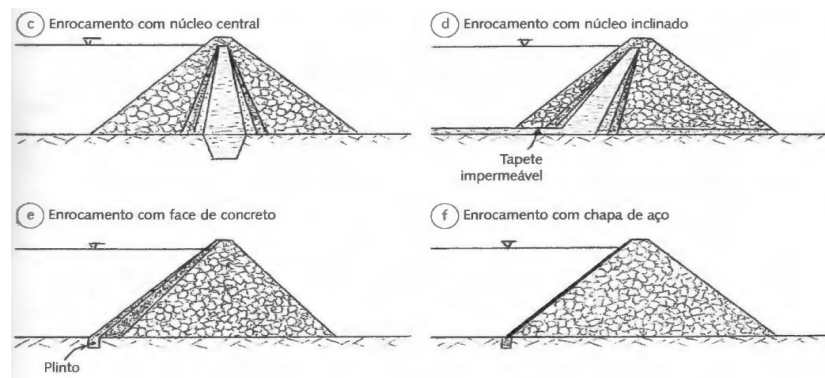
2.3.4 Barragens de Enrocamento

As barragens de enrocamento são assim denominadas quando mais da metade do seu volume é constituído por pedras naturais ou pedras resultantes de escavações em rocha (DIVINO, 2010). Existem dois tipos principais de barragens de enrocamento: as de núcleo impermeável, onde a impermeabilização é assegurada por um núcleo argiloso separado do enrocamento por zonas de transição para evitar a infiltração de material fino; e, as barragens com face impermeável, onde a vedação é feita através de impermeabilização na face de montante da estrutura utilizando asfalto, concreto ou chapa de aço (COSTA, 2012; SILVA, 2016).

Essas características demonstram a versatilidade das barragens de enrocamento, que podem ser adaptadas conforme as necessidades específicas de cada projeto, objetivando garantir a impermeabilidade do núcleo ou a face da barragem, utilizando diferentes técnicas de construção e materiais, conforme as condições geotécnicas e hidrológicas do local.

A Figura 6 apresenta algumas possibilidades de construção de uma barragem de enrocamento de acordo com a seção transversal.

Figura 6 - Barragens de enrocamento



Fonte: Costa (2012).

2.4 Elementos de uma Barragem de Terra

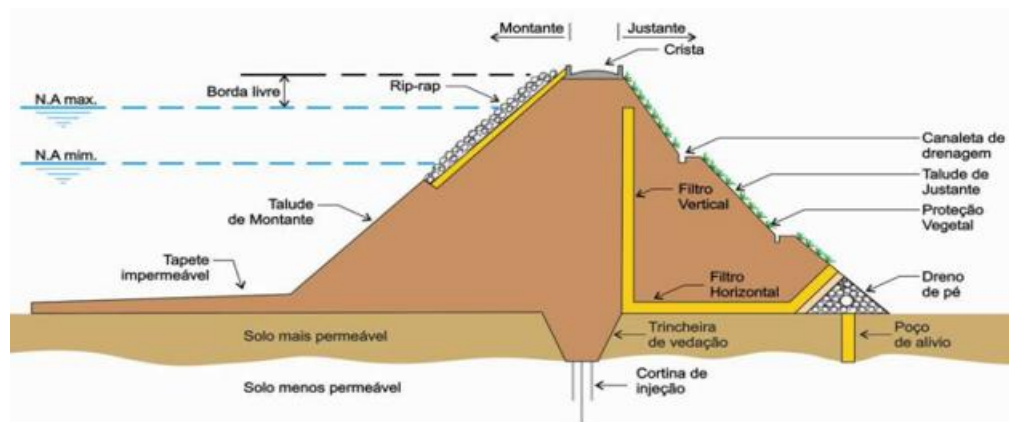
Segundo Mello (1977), uma barragem deverá ser vista como uma entidade orgânica e integrada no espaço, cujos elementos constituintes são: a bacia de represa; os terrenos de fundação, que são como uma extensão da barragem na superfície; as estruturas anexas ou auxiliares (vertedouros, descarregadores de fundo, tomadas d'água, galerias, túneis, entre

outros); os instrumentos de auscultação (piezômetros, medidores de recalques, dentre outros); e, as instalações de comunicação e manutenção.

Os principais componentes de uma barragem de terra são: a crista, a borda livre, o talude de montante, a proteção do talude de montante (rip-rap), o talude de jusante, a proteção do talude de jusante, trincheira de vedação, filtro horizontal, filtro vertical, dreno de pé, cortina de injeção, poço de alívio, tapete impermeável, sistema de drenagem das águas pluviais, sistema de extravasamento e comportas (CARVALHO, 2011).

A Figura 7 apresenta os principais componentes do sistema de uma barragem de terra.

Figura 7- Principais elementos de uma barragem de terra



Fonte: Carvalho (2011).

2.4.1 Crista

A crista é a superfície plana que fica no topo da barragem, normalmente é utilizada como uma estrada para tráfego de veículos ou para facilitar a operação, inspeção e manutenção da barragem. Em pequenas barragens a crista deve ter uma largura mínima de 3 metros para garantia das condições de acesso e para colaborar na estabilidade do maciço de terra. Já em barragens de maior porte, e onde existe um tráfego frequente de veículos, a largura pode variar entre 6 a 12 metros (CARVALHO, 2011).

A crista deve possuir um sistema de drenagem que possibilite o escoamento da água da chuva de maneira segura, procurando evitar erosões e empoçamento de água. Caso não exista tráfego de veículos, a crista pode ser protegida com grama. Havendo a presença de tráfego, a proteção será realizada por meio da colocação de um pavimento (CARVALHO, 2011).

2.4.2 Borda Livre

Segundo Carvalho (2011), a borda livre é a distância vertical entre a crista e o nível máximo das águas do reservatório. Essa medida tem como objetivo garantir a segurança contra transbordamentos, que podem ser causados pela ação de ondas que são formadas pelos ventos, ajudando a evitar danos e erosão nos taludes de montante e jusante.

2.4.3 Talude de Montante

O talude de montante é a superfície inclinada do maciço que entra em contato com a água do reservatório, cuja superfície deve ser protegida da erosão causada pela força das ondas. (ANA, 2022).

2.4.4 Proteção do Talude de Montante (Rip-Rap)

Por conta de erosões que podem ser causadas pela água da chuva ou pela força das ondas, o talude de montante deve ter uma proteção que, normalmente, é feita com pedras grandes o suficiente para que não sejam arrastadas pelas ondas. Essa proteção é conhecida como “rip-rap”, que deve cobrir toda extensão do talude do topo até cerca de 1 metro abaixo do nível de operação do reservatório. O rip-rap pode ser aplicado de duas maneiras, sendo elas: o rip-rap lançado e o rip-rap com pedras uniformemente distribuídas (CARVALHO, 2011; ANA, 2022).

2.4.5 Talude de Jusante

O talude de jusante é a superfície inclinada que fica oposta ao reservatório e pode ser classificado como íngreme ou suave. Esta classificação é aplicada de acordo com a razão entre a dimensão horizontal e a dimensão vertical (ANA, 2022).

2.4.6 Proteção do Talude de Jusante

A proteção do talude de jusante deve ser realizada por conta da erosão causada pela água da chuva que atinge grandes velocidades ao descer da crista até a o pé do talude de jusante. Normalmente, a proteção é realizada com grama, mas outros métodos, como a utilização de

enrocamento, também podem ser executados. Ademais, é necessária a construção de canaletas de drenagem para captação e direcionamento da água de forma segura (CARVALHO, 2011).

2.4.7 Trincheira de Vedação

São estruturas cujo objetivo é interceptar a camada permeável da fundação, retirando o material existente e o substituindo por um bem compactado e com baixo coeficiente de permeabilidade. Para barragens homogêneas, a trincheira de vedação deve ter seu preenchimento compactado, conforme as condições do maciço da barragem. Já em relação a barragens zonadas, a trincheira de vedação precisa ser preenchida com aterro compactado nas mesmas condições do núcleo impermeável da barragem (CARVALHO, 2011; GÓIS, 2015).

2.4.8 Filtro Horizontal

A água que é captada pelo filtro vertical e que percola pela fundação deve ser direcionada através do filtro horizontal para a base à jusante da barragem, conduzindo todo o fluxo para o dreno de pé localizado na extremidade do talude de jusante (CARVALHO, 2011).

2.4.9 Filtro Vertical

O filtro vertical, também conhecido como filtro chaminé, é utilizado para permitir a percolação da água que vem do corpo da barragem, impedindo que ocorra fluxo de água nas ombreiras e no talude de jusante (MASSAD, 2010).

2.4.10 Dreno de Pé

O responsável por captar a água que escoar pelo filtro vertical e pelo tapete drenante, direcionando-a de volta ao rio à jusante da barragem é o dreno de pé. Devido aos grandes volumes de água que podem transportar, ele é construído utilizando rochas que vão desde britas até pedras maiores (CARVALHO, 2011).

2.4.11 Cortina de Injeção

Cortinas de injeções são utilizadas no tratamento de fundações afim que a percolação da água seja reduzida. O tratamento é realizado por meio de uma injeção de nata de cimento ou de outro tipo de impermeabilizante, visando a consolidação de fissuras, fendas ou vazios existentes no maciço de fundação da barragem (CARVALHO, 2011).

2.4.12 Poço de Alívio

Para reduzir as subpressões geradas pela percolação da água são utilizados os poços de alívio que, normalmente, são construídos abaixo do dreno de pé e são bastante utilizados em barragens cuja fundação é permeável (GAIOTO, 2003).

2.4.13 Tapete Impermeável

O controle da percolação de água através da fundação de uma barragem pode ser realizado utilizando um tapete impermeável construído a montante e conectado à seção impermeável da barragem. O tapete tem por objetivo reduzir o gradiente hidráulico, aumentando o percurso da água que percola sob a barragem. Normalmente, o tapete é feito com o mesmo material e compactação do núcleo da barragem mas, em algumas situações, pode ser aplicado sem compactação ou utilizando materiais de bota-fora provenientes da escavação (GAIOTO, 2003).

2.4.14 Tapete Drenante

O tapete drenante tem por objetivo conduzir para o pé do talude de jusante da barragem a água que é coletada através da percolação da fundação e do filtro vertical. No dimensionamento dos tapetes drenantes deve-se trabalhar com coeficientes de segurança acima do que é adotado no projeto do filtro em chaminé, pois se ocorrer uma falta de funcionamento do filtro, o tapete drenante funciona como uma defesa adicional. Contudo, o oposto não se aplica, ou seja, se o tapete drenante deixar de funcionar, o filtro em chaminé se tornará inoperante.

2.4.15 Sistema de Drenagem

O sistema de drenagem interno da barragem é formado por áreas de drenagem (filtro vertical, filtro horizontal e dreno de pé) e tem como função direcionar a água para que ela passe pela região de montante da barragem, da fundação e das ombreiras sentido a jusante, a fim de evitar danos à estrutura da barragem (ANA, 2016).

2.4.16 Sistema de Extravasamento

O sistema de extravasamento é projetado de forma a permitir a passagem da cheia afluente de projeto, levando em consideração o efeito de amortecimento da cheia, sem que o nível do reservatório ultrapasse a borda livre. A capacidade de descarga do vertedouro e demais dispositivos deverá ser devidamente avaliada em projeto através de curvas-chave (ou curva de vazão) que deverão ser verificadas de acordo com as condições reais e o funcionamento das estruturas envolvidas (ANA, 2016).

2.4.17 Comportas

Comportas são dispositivos mecânicos ou eletromecânicos projetados para que se possa regular o fluxo de água que passa pela barragem (ANA, 2022).

2.5 Diretrizes da ABNT NBR 17188:2024 para a Análise de Rupturas em Barragens

A ABNT NBR 17188:2024 estabelece diretrizes específicas para a análise de rupturas hipotéticas em barragens, com o objetivo de proporcionar uma abordagem estruturada para a avaliação dos riscos relacionados a essas infraestruturas. Essas diretrizes são essenciais para garantir a segurança das barragens, minimizando os potenciais impactos de falhas tanto nas estruturas quanto nas áreas circundantes, incluindo a vida humana e o meio ambiente.

Esta norma tem como principal objetivo fornecer orientações para a análise de cenários hipotéticos de falha em barragens, abrangendo desde a concepção até a operação contínua dessas estruturas. Ela define claramente os contextos e as situações em que suas diretrizes devem ser aplicadas, contemplando tanto barragens em operação quanto aquelas em projetos de construção ou manutenção.

A norma ABNT NBR 17188:2024 orienta a identificação e análise de cenários de falha, incluindo métodos e técnicas para avaliar os riscos associados à ruptura. Os cenários considerados devem abranger diferentes condições operacionais e externas, como eventos climáticos extremos, falhas humanas e falhas estruturais. A análise envolve a consideração dos efeitos das rupturas sobre a segurança pública, o meio ambiente e os bens materiais, promovendo uma avaliação holística dos riscos.

Além disso, recomenda a adoção de abordagens quantitativas e qualitativas para a modelagem e previsão dos efeitos de uma possível ruptura. Essas metodologias visam prever o comportamento das barragens sob diferentes condições de falha, permitindo a tomada de decisões seguras para mitigar riscos, destacando a importância de considerar a segurança das barragens durante todas as fases de sua análise.

A avaliação de rupturas deve ser acompanhada de uma análise das consequências para as populações adjacentes, assim como os impactos ambientais e econômicos de uma falha. Em situações em que os riscos são elevados, a norma recomenda a implementação de medidas preventivas, como sistemas de monitoramento e planos de emergência.

Outro ponto importante da norma, refere-se à necessidade de uma documentação detalhada durante o processo de análise de rupturas. Relatórios técnicos devem ser elaborados com base nos resultados da análise de risco, contendo informações claras sobre os cenários avaliados, as metodologias empregadas, as conclusões obtidas e as medidas de mitigação propostas. A documentação adequada facilita a rastreabilidade e a revisão de processos, sendo uma ferramenta fundamental para a continuidade da gestão de segurança das barragens.

A aplicação das diretrizes da ABNT NBR 17188:2024 é crucial para o planejamento e a manutenção segura de barragens, especialmente no contexto brasileiro, onde a ocorrência de falhas catastróficas, como a tragédia de Brumadinho no ano de 2019, trouxe à tona a urgência de práticas mais rigorosas de segurança. A norma contribui para a construção de uma cultura de prevenção e gestão de riscos, alinhando-se com os avanços nas técnicas de Engenharia e segurança industrial.

2.6 Ferramentas de Monitoramento de Barragem

A preservação de sinistros em barragens é crucial para assegurar a segurança dos recursos hídricos e evitar desastres ambientais. Nos últimos anos, a evolução das tecnologias digitais trouxe novas ferramentas que aprimoram o monitoramento e a gestão dessas estruturas,

tornando-as mais eficientes e seguras. As plataformas e aplicativos criados para o acompanhamento on-line das barragens fornecem dados em tempo real, permitindo uma análise contínua das condições das estruturas e facilitando decisões imediatas e bem fundamentadas. Nesse cenário, diversas soluções tecnológicas estão sendo implementadas, como o Monitora Barragem, o Sistema Integrado de Gestão de Barragens de Mineração (SIGBM), o aplicativo desenvolvido pela Samarco, entre outras inovações baseadas em sensores e dispositivos de telemetria, que se destacam pela efetividade na manutenção e proteção das barragens.

O Monitora Barragem representa uma ferramenta revolucionária que aproveita a tecnologia de monitoramento em tempo real para observar o assoreamento das barragens. Criado por instituições de pesquisa e tecnologia, esse sistema utiliza um aplicativo móvel para reunir e apresentar dados sobre o nível da água, o fluxo e os riscos de transbordamento ou obstrução devido ao assoreamento. A principal vantagem dessa solução está na sua capacidade de oferecer informações contínuas e acessíveis em tempo real, permitindo que os gestores tomem decisões ágeis e precisas em relação à manutenção preventiva, antecipando o agravamento de possíveis problemas. Assim, o Monitora Barragem se torna uma ferramenta essencial para uma gestão proativa da segurança das barragens, assegurando a integridade das estruturas e reduzindo os riscos de acidentes (COUTO et al., 2023).

No que tange ao monitoramento contínuo, um estudo publicado pela CPETecnologia (2024) ressalta a importância da utilização de tecnologias como sensores remotos, drones, câmeras e sistemas de telemetria para o acompanhamento da integridade das barragens. Essas tecnologias geram dados em tempo real sobre o comportamento das estruturas, o nível da água, o solo e outras variáveis importantes. O monitoramento constante possibilita a detecção precoce de anomalias, como movimentações de terra ou falhas estruturais, o que permite uma resposta rápida e eficaz antes que esses problemas se tornem críticos. Dessa forma, a implementação dessas ferramentas de monitoramento em tempo real não só garante a segurança das barragens, mas também contribui para a preservação ambiental e a prevenção de danos ecológicos.

Além disso, o aplicativo desenvolvido pela Samarco, denominado Prox, em parceria com outras empresas e instituições, é outro exemplo de inovação no campo do monitoramento de barragens. Essa plataforma oferece funcionalidades para o acompanhamento contínuo das condições operacionais e estruturais das barragens, permitindo que gestores e técnicos acompanhem parâmetros como níveis de água e fluxo. A interface intuitiva e a acessibilidade desse aplicativo são aspectos que aumentam a eficiência do monitoramento, garantindo que as informações relevantes estejam prontamente disponíveis para os responsáveis pela manutenção

das barragens e para os órgãos reguladores. A transparência proporcionada por esse tipo de ferramenta também contribui para a construção de uma maior confiança da sociedade, ao garantir que as informações sobre a segurança das barragens sejam de acesso público e facilmente verificáveis (SAMARCO, 2022).

As ferramentas de monitoramento on-line, como o Monitora Barragem, o SIGBM e os aplicativos utilizados pela Samarco, têm se mostrado extremamente eficazes na manutenção de barragens, pois oferecem uma série de vantagens que incluem o monitoramento em tempo real, o acesso remoto centralizado às informações e a possibilidade de detectar problemas de forma antecipada. O uso dessas tecnologias permite que as falhas sejam identificadas precocemente, evitando custos elevados com reparos emergenciais e, principalmente, garantindo a segurança das comunidades que vivem nas proximidades dessas estruturas. Adicionalmente, a centralização das informações e o monitoramento contínuo tornam possível a análise coordenada de dados, o que melhora a gestão e a resposta a possíveis incidentes.

Portanto, as ferramentas tecnológicas de monitoramento on-line desempenham um papel crucial na manutenção de barragens, ao permitir um acompanhamento constante das condições das estruturas e possibilitar a adoção de medidas corretivas antes que problemas graves ocorram. A eficácia dessas ferramentas está em sua capacidade de gerar dados precisos e em tempo real, garantir a transparência na gestão e promover uma atuação preventiva e proativa por parte dos responsáveis pela manutenção das barragens. Dessa forma, a integração dessas soluções tecnológicas na gestão de barragens não apenas contribui para a segurança e sustentabilidade das estruturas, mas também para a prevenção de desastres ambientais e a proteção do bem-estar das populações afetadas.

3 METODOLOGIA

Esse estudo, propõe um modelo para elaboração de relatório de inspeção em barragens de terra, e, para tanto, o mesmo foi baseado em uma pesquisa bibliográfica, descritiva de campo.

3.1 Pesquisa Bibliográfica

A primeira etapa da pesquisa é uma pesquisa bibliográfica, tendo como objetivo central o estabelecimento de uma base teórica sólida. Segundo Gil (2008), por meio de uma revisão feita em forma bibliográfica, torna-se possível reunir e analisar todas as informações já existentes sobre o assunto ou problema em estudo, permitindo a construção de um arcabouço teórico consistente.

A autora consultou fontes acadêmicas como livros, artigos e teses científicas e publicações profissionais sobre as informações técnicas referentes ao tema estudado. Os materiais foram selecionados segundo critérios extremamente rigorosos de adequação e novidade, dando prioridade a pesquisas científicas recentes que pudessem esclarecer aspectos relacionados ao assunto de pesquisa. A seleção foi baseada na classificação dos principais autores e obras a partir de sua contribuição em sua área e qualidade da informação fornecida.

3.2 Pesquisa Descritiva

A pesquisa descritiva é um estudo que é bastante utilizado na educação e na ciência comportamental, e baseia-se no conceito de que os problemas podem ser resolvidos por meio da observação objetiva e minuciosa, da análise e da descrição (MOREIRA e CALEFFE, 2006).

Nesse trabalho foram necessárias visitas técnicas para conhecer a barragem Governador João Alves Filho, a fim de descrever as suas características e os problemas evidenciados nessa barragem durante a visita.

3.3 Pesquisa de Campo

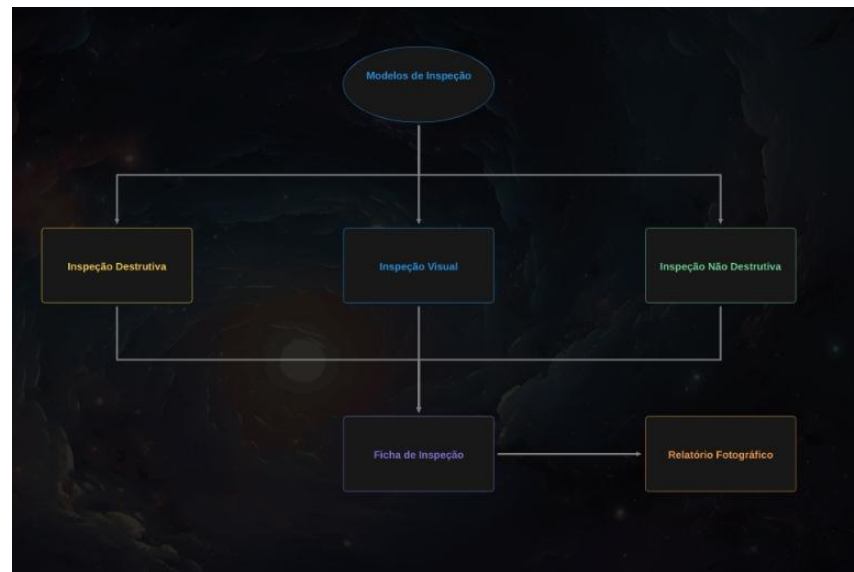
A pesquisa de campo é um tipo de investigação que visa proporcionar uma visão inicial sobre o fenômeno em questão, explorando aspectos ainda não suficientemente compreendidos. Este tipo de pesquisa é ideal para obter uma compreensão preliminar e para a formulação de hipóteses que podem ser testadas em estudos futuros. A metodologia exploratória de campo é

caracterizada pela coleta direta de dados no ambiente natural do fenômeno, o que permite ao pesquisador uma análise mais rica e detalhada (GIL, 2008; MARCONI e LAKATOS, 2017).

Durante a visita foram feitas inspeções minuciosas para identificação de problemas, com registros fotográficos e coleta de informações por meio de entrevistas com profissionais responsáveis pelo monitoramento da barragem.

A Figura 8 a seguir apresenta o fluxograma a ser adotado para a realização de uma inspeção em uma barragem de terra proposta por esse estudo.

Figura 8 - Fluxograma dos modelos



3.4 Ficha de Inspeção para Barragem de terra

A ficha de inspeção eletrônica foi elaborada com base nas diretrizes da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e nos critérios técnicos estabelecidos pela ABNT NBR 17188:2024, que regulamenta a segurança de barragens, que inclui campos específicos para registro detalhado de informações como identificação da barragem, condições estruturais, anomalias, registros fotográficos e avaliação de risco. Desenvolvida utilizando a plataforma Jotform, conforme ilustra a Figura 9, essa ficha otimiza o processo de coleta, registro e análise de informações sobre as condições das barragens de terra.

Figura 9 - Aparência inicial da ficha eletrônica

Fonte: Autora (2025).

Com o uso da plataforma Jotform, a ficha foi estruturada para atender aos requisitos técnicos da norma ABNT NBR 17188:2024 e incluir campos específicos para o registro detalhado de informações, tais como: identificação da barragem, condições estruturais, presença de formigueiros e outras anomalias, registro fotográfico e avaliação de risco.

A ficha eletrônica não apenas facilita o registro das informações, mas também assegura que os dados coletados estejam alinhados às normas técnicas e regulamentações vigentes. Sua aplicação garante maior eficiência na detecção de problemas, na elaboração de planos de manutenção e na execução de reparos preventivos e corretivos, promovendo a segurança e a funcionalidade das barragens.

Portanto, a inclusão da ficha de inspeção eletrônica, representa uma melhoria significativa na gestão de barragens de terra, contribuindo para a sustentabilidade e a mitigação de riscos dessas estruturas.

Para preencher a ficha de inspeção de uma barragem de terra, deve ser avaliada a situação, a magnitude, o nível de perigo, o dano potencial associado e a categoria de risco. A seguir serão apresentados esses itens e as nomenclaturas para cada um deles.

3.4.1 Situação

Ao se preencher a ficha de inspeção de uma barragem de terra se faz indispensável identificar além dos critérios de verificação, também é preciso avaliá-los em intensidade, além da característica das anomalias.

Quanto a situação, pode-se ter:

- NA - Este item não é aplicável: O item examinado não é pertinente à barragem que esteja sendo inspecionada.

- NE - Anomalia não existente: Quando não existe nenhuma anomalia em relação ao item que esteja sendo examinado.
- PV - Anomalia constatada pela primeira vez: Quando da visita à barragem, aquela anomalia for constatada pela primeira vez, não havendo indicação de sua ocorrência nas inspeções anteriores.
- DS - Anomalia desapareceu: Quando em uma inspeção, uma determinada anomalia verificada na inspeção anterior não mais esteja ocorrendo.
- DI - Anomalia diminuiu: Quando em uma inspeção, uma determinada anomalia apresente-se com menor intensidade ou dimensão em relação ao constatado na inspeção anterior, conforme pode ser verificado pela inspeção ou informado pela pessoa responsável pela barragem.
- PC - Anomalia permaneceu constante: Quando em uma inspeção, uma determinada anomalia apresente-se com igual intensidade ou a mesma dimensão em relação ao constatado na inspeção anterior, conforme pode ser verificado pela inspeção ou informado pela pessoa responsável pela barragem.
- AU - Anomalia aumentou: Quando em uma inspeção, uma determinada anomalia apresente-se com maior intensidade ou dimensão em relação ao constatado na inspeção anterior, capaz de ser percebida pela inspeção ou informada pela pessoa responsável pela barragem.
- NI - Este item não foi inspecionado: Quando um determinado aspecto da barragem deveria ser examinado e por motivos alheios à pessoa que esteja inspecionando a barragem, a inspeção não foi realizada.

3.4.2 Magnitude

Quanto à magnitude, tem-se que:

- I - Insignificante: Anomalia de pequena dimensão, sem aparente evolução;
- P - Pequena: Anomalia de pequena dimensão, com evolução ao longo do tempo.
- M - Média: Anomalia de média dimensão, sem aparente evolução
- G - Grande: Anomalia de média dimensão, com evidente evolução, ou anomalia de grande dimensão.

3.4.3 Nível de Perigo (NP)

No que diz respeito ao nível de perigo de uma barragem tem-se:

- 0 - Normal: quando determinada anomalia não compromete a segurança da barragem.
- 1 - Atenção: quando determinada anomalia não compromete de imediato a segurança da barragem, mas, caso venha a progredir, pode comprometê-la, devendo ser controlada, monitorada ou reparada.
- 2 - Alerta: quando determinada anomalia compromete a segurança da barragem, devendo ser tomadas providências imediatas para a sua eliminação.
- 3- Emergência: quando determinada anomalia representa alta probabilidade de ruptura da barragem.

3.4.4 Dano Potencial Associado (DPA)

No que diz respeito ao DPA de uma barragem de acordo com a Resolução CNRH Nº 241 de 10 de setembro de 2024, tem-se o quadro de faixas de classificação que pode ser observado na Figura 9.

Figura 10 - Quadro de faixas de classificação por DPA

II.3 Quadro de faixas de classificação por dano potencial associado (Água)	
Fórmula de cálculo	Classe de dano potencial associado
$(DPA1 + DPA2 + DPA3 + DPA4) > 13$	ALTO
$7 \leq (DPA1 + DPA2 + DPA3 + DPA4) \leq 13$	MÉDIO
$(DPA1 + DPA2 + DPA3 + DPA4) < 7$	BAIXO

Fonte: Resolução CNRH Nº 241 (2024).

Desta forma, a Figura 10 apresenta o quadro de critérios de classificação por dano potencial associado em relação a barragens que represam água.

Figura 11 - Quadro de classificação por DPA

II.4 Quadro de critérios de classificação por dano potencial associado (Água)				
	Potencial impacto devido ao volume (DPA1)	Potencial de perda de vidas humanas (*) (DPA2)	Potencial de impacto ambiental (DPA3)	Potencial de impacto socioeconômico (DPA4)
Nível 1	MUITO BAIXO Volume ≤ 3hm³. (1)	BAIXO Não existem pessoas permanentes, residentes ou temporárias na área de inundação, exceto aquelas indispensáveis à operação. (0)	BAIXO Quando a área afetada encontra-se ambientalmente degradada e um eventual rompimento não implica danos ambientais superiores aos relacionados a eventos hidrológicos naturais e frequentes (*) e a estrutura armazena apenas rejeitos inertes ou resíduos inertes (***). (1)	MUITO BAIXO Sem possibilidade de impactar nenhuma área ocupada permanente ou temporariamente na área afetada. (0)
Nível 2	BAIXO 3hm³ < Volume ≤ 10hm³. (2)	MÉDIO Existem locais de ocupação temporárias, rodovia, ferrovia, estrada e acessos de uso local (**), mas não existem pessoas ocupando permanentemente ou residentes na área de inundação, além daquelas indispensáveis à operação. (2)	MÉDIO Quando a área afetada não constitui áreas de interesse ambiental protegidas em legislação específica (excluídas APPs) e a estrutura armazena apenas rejeitos inertes ou resíduos inertes (***). (2)	BAIXO Com possibilidade de impactar somente área rural, sem nenhum aglomerado rural (*) na área afetada. (1)
Nível 3	MÉDIO 10hm³ < Volume ≤ 75hm³. (3)	ALTO Existem edificações (***) ocupadas permanentemente, residentes na área de inundação, somente em zonas rurais. (4)	ALTO Quando a área afetada atinge áreas de proteção de uso sustentável (**) ou a barragem armazena rejeitos não-inertes ou resíduos não-inertes (***). (3)	MÉDIO Com possibilidade de impactar aglomerado rural (*) ou somente áreas não-urbanizadas de cidade ou vila (*) na área afetada. (2)
Nível 4	ALTO 75hm³ < Volume ≤ 200hm³. (4)	MUITO ALTO Existem edificações (***) ocupadas permanentemente, residentes na área de inundação, incluindo zonas urbanas. (5)	MUITO ALTO Quando a área afetada inclui áreas de proteção integral (****) ou a barragem armazena rejeitos perigosos ou resíduos perigosos (****) ou classificados como rejeito radioativo (****). (5)	ALTO Com possibilidade de impactar área urbanizada ou distrito (*), ou descontinuar, pelo menos, uma atividade de grande impacto econômico regional, ou atingir patrimônios históricos ou sítios arqueológicos, comunidades tradicionais (***), terras indígenas ou quilombolas na área afetada. (4)
Nível 5	MUITO ALTO Volume > 200hm³. (5)			MUITO ALTO Com possibilidade de impactar serviços públicos essenciais (**), na área afetada. (5)
Notas		(*) Risco de perda de vidas humanas, dado pelo risco hidrodinâmico, conforme metodologia definida nos guias de boas práticas (inciso X do art.6º da Lei nº 12.334, de 2010) reconhecidos pelos órgãos fiscalizadores de segurança de barragens. Em não havendo mapa com risco hidrodinâmico, nesses termos, será considerada toda a área de inundação. (**) Não inclui a estrada ou acesso que possa haver na estrutura do empreendimento. (***) Não devem ser consideradas as edificações ou ocupações indispensáveis à operação da barragem.	(*) Considerar como eventos hidrológicos naturais e frequentes as vazões determinadas com tempo de recorrência de 50 anos. (**) Área de proteção de uso sustentável ou áreas de proteção integral conforme o disposto na Lei nº 9.985, de 18 de julho 2000. (***) Conforme normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). (****) Conforme glossário de termos da Autoridade Nacional de Segurança Nuclear (ANSN).	(*) Conforme definição do glossário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (**) Por serviço público essencial competem os que se referem ao provimento de energia, água, saúde, comunicação e educação. (***) Decreto nº 6.040, de 7 de fevereiro de 2007, ou substituto desse.

Fonte: Resolução CNRH Nº 241 (2024).

3.4.5 Categoria de Risco (CRI)

No que diz respeito à Categoria de Risco (CRI) de uma barragem, de acordo com a Resolução CNRH Nº 241 de 10 de setembro de 2024, as Figuras 12, 13, 14, 15 e 16 estabelecem, respectivamente, as faixas de classificação da CRI, os indicadores de risco, as características técnicas, o estado de conservação e o Plano de Segurança de Barragens (PSB) para as barragens que represam água.

Figura 12 - Quadro de faixas de classificação da CRI

II.5 Quadro de faixas de classificação por categoria de risco (Água)	
Critério de avaliação	Classe de categoria de risco
Se algum indicador de risco resultar em ALTO	ALTA
Se nenhum indicador de risco resultar em ALTO, e algum resultar em MÉDIO	MÉDIA
Se todos os indicadores de risco resultarem em BAIXO	BAIXA

Fonte: Resolução CNRH Nº 241 (2024).

Figura 13 - Quadro de indicadores de risco

II.6 Quadro de indicadores de risco (Água)	
II.6.1 INDICADOR DE RISCO GERAL	
Fórmula de cálculo	Classe do indicador
$CT + EC + PSB \geq 65$	ALTO
$35 < CT + EC + PSB < 65$	MÉDIO
$CT + EC + PSB \leq 35$	BAIXO
II.6.2 INDICADOR DE RISCO POR PERCOLAÇÃO / CONSERVAÇÃO	
Fórmula de cálculo	Classe do indicador
$EC3 = 5$ ou $EC4 = 5$ ou $EC5 = 5$ ou $(EC3 + EC4 + EC5) > 10$	ALTO
$7 < (EC3 + EC4 + EC5) \leq 10$	MÉDIO
$(EC3 + EC4 + EC5) \leq 7$	BAIXO
II.6.3 INDICADOR DE RISCO POR GALGAMENTO	
Fórmula de cálculo	Classe do indicador
$(CT6 + EC1) > 7$ ou $EC1 = 5$	ALTO
$4 < (CT6) + (EC1) \leq 7$	MÉDIO
$(CT6) + (EC1) \leq 4$	BAIXO
II.6.4 INDICADOR DE RISCO GERENCIAL	
Fórmula de cálculo	Classe do indicador
$PSB \geq 24$	ALTO
$13 < PSB < 24$	MÉDIO
$PSB \leq 13$	BAIXO

Fonte: Resolução CNRH Nº 241 (2024).

Figura 14 - Quadro da CRI para as características técnicas

II.7 Quadro de critérios de classificação por categoria de risco (Água) - Características Técnicas						
	Altura (CT1)	Comprimento (CT2)	Tipo de Barragem quanto ao material de construção (CT3)	Tipo de Fundação (CT4)	Idade da Barragem (CT5)	Vazão de Projeto (CT6)
Nível 1	Altura < 15 m. (0)	Comprimento ≤ 200 m. (1)	Concreto Convencional (CCV) ou Concreto Rolado (CCR). (1)	Rocha sã. (0)	30 ≤ Idade ≤ 40. (1)	Cheia Máxima Provável (CMP) ou Decamlenar TR (Tempo de Recorrência) = 10.000 anos. (0)
Nível 2	15 m ≤ Altura ≤ 30 m. (3)	200 m < Comprimento ≤ 600 m. (3)	Alvenaria de Pedra ou Concreto Ciclópico. (2)	Rocha Alterada Dura (RAD) com tratamento. (2)	10 ≤ Idade < 30 ou 40 < Idade ≤ 50. (2)	1.000 ≤ TR < 10.000 anos. (2)
Nível 3	30 m < Altura ≤ 60 m. (4)	600 m < Comprimento ≤ 1200 m. (4)	Enrocamento ou Terra enrocamento ou Enrocamento com Face de Concreto. (3)	Rocha Alterada Dura (RAD) sem tratamento / Rocha Alterada Mole (RAM) com tratamento. (3)	5 ≤ Idade < 10 ou Idade > 50. (3)	500 ≤ TR < 1.000 anos (*). (3)
Nível 4	Altura > 60 m. (5)	Comprimento > 1200 m. (5)	Terra homogênea ou Terra zonada. (4)	Rocha Alterada Mole (RAM) sem tratamento / Saprolito / Solos Impermeáveis. (4)	Idade < 5 anos ou sem atingimento do nível máximo operacional do reservatório ou Sem Informação. (5)	TR < 500 anos ou desconhecida. (5)
Nível 5			Gabião / Material Não Convencional / Outros / Desconhecido. (5)	Solo Residual / Aluvião / Solos Permeáveis / Solos Compressíveis / Desconhecido. (5)		
Notas						(*) Considerar esse nível para os casos que foram calculados pela metodologia de dimensionamento empírico utilizado nos estudos hidrológicos de açudes no semiárido brasileiro desenvolvida pelo Engenheiro Francisco de Aguiar.
CT = CT1 + CT2 + CT3 + CT4 + CT5 + CT6						

Fonte: Resolução CNRH Nº 241 (2024).

Figura 15 - Quadro da CRI para o estado de conservação

II.8 Quadro de critérios de classificação por categoria de risco (Água) - Estado de Conservação					
	Confiabilidade das Estruturas Extravasoras (EC1)	Confiabilidade das estruturas adutoras (EC2)	Percolação (EC3)	Deformações e Recalques (EC4)	Deterioração dos Taludes / Paramentos (EC5)
Nível 1	Em condições adequadas de funcionamento e desobstruídos (0)	Em condições adequadas de manutenção e funcionamento, ou inexistência de estruturas adutoras (0)	Percolação totalmente controlada pelo sistema de drenagem, conforme o projeto ou presença de umidade insignificante (0)	Inexistente ou existente mas de efeito pouco significativo ou conforme prevista em projeto (0)	Inexistente ou existente mas de efeito pouco significativo (0)
Nível 2	Em funcionamento com alguma das seguintes anomalias: sem fontes de suprimento de energia de emergência (exceto solteira livre); erosões ou obstruções, porém sem comprometer a estabilidade ou a capacidade de descarga da estrutura (2)	Estruturas comprometidas ou com problemas identificados, com estrutura que viabilize a interrupção do fluxo por montante (3)	Umidade ou surgência nas áreas de jusante, paramentos, taludes ou ombreiras estáveis e monitoradas (2)	Existência de trincas e abatimentos significativas, com medidas corretivas em implantação (2)	Falhas na proteção dos taludes, ou presença de vegetação de pequeno porte, ou paramentos com desagregação de pequena magnitude (com bicheiros e ferragem de pele exposta) (1)
Nível 3	Em funcionamento com alguma das seguintes anomalias: capacidade de descarga reduzida (incluindo uso de 'stop-log'); erosões, obstruções, ou outra anomalia, que possam comprometer a estabilidade ou a capacidade de descarga da estrutura. Com medidas corretivas em andamento (**) (3)	Estruturas comprometidas ou problemas identificados, sem estrutura que viabilize a interrupção do fluxo por montante (5)	Umidade ou surgência nas áreas de jusante, paramentos, taludes ou ombreiras sem intervenções ou em fase de diagnóstico, não estabilizadas e não monitoradas (4)	Existência de trincas e abatimentos significativas, gerando necessidade de estudos adicionais (*) ou medidas de controle, sem implantação das medidas corretivas necessárias (4)	Erosões superficiais localizadas, ou crescimento de vegetação de médio porte, ou paramentos com desagregação localizada (ferragem exposta), sem comprometimento estrutural (3)
Nível 4	Em funcionamento com alguma das seguintes anomalias: capacidade de descarga reduzida (incluindo uso de 'stop-log'); erosões, obstruções, ou outra anomalia, que possam comprometer a estabilidade ou a capacidade de descarga da estrutura. Sem medidas corretivas em andamento (5)	Infiltração no reservatório ou surgência nas áreas de jusante, taludes ou ombreiras com carreamento de material ou com vazio crescente, com potencial de comprometimento da segurança da estrutura (5)	Existência de trincas, abatimentos ou escorregamentos, com potencial de comprometimento da segurança da estrutura (5)	Erosões acentuadas, ou crescimento de vegetação de grande porte, ou paramentos com desagregação generalizada (ferragem exposta), sem comprometimento estrutural (4)	
Nível 5					Erosões acentuadas generalizadas, escorregamentos, ou paramentos com desagregação ou deslocamento em estrutura de concreto, com potencial de comprometimento da segurança (5)
Notas	(*) Contemplando estruturas civis e eletromecânicas, incluindo vertedouros, canais de aproximação, canais de restituição, descargas de fundo, bombeamento e válvulas dispersoras ou qualquer estrutura empregada na gestão de cheias. (**) O empreendedor deve apresentar, um cronograma da intervenção, com previsão da implementação em tempo condizente com a anomalia, e, em caso de atraso na implementação, sem justificativa coerente, deverá ser utilizada a pontuação 'sem medidas corretivas em andamento'	(*) Contempla toda e quaisquer estruturas civis e eletromecânicas, incluindo tomada d'água e canais, que compõe o circuito hidráulico e que destinam a água para os diversos usos, associada à estrutura da barragem		(*) O empreendedor deverá enviar proposta de estudos ao órgão fiscalizador de segurança de barragens, que deverá se pronunciar em caso de discordância	

Fonte: Resolução CNRH Nº 241 (2024).

Figura 16 - Quadro da CRI, para o PSB

II.9 Quadro de critérios de classificação por categoria de risco (Água) - Plano de Segurança de Barragens						
	Existência de documentação de projeto (PS1)	Estrutura organizacional de segurança de barragem (*) (PS2)	Procedimentos de inspeção, e monitoramento (*) (PS3)	Relatórios de monitoramento e inspeção de segurança com análise e interpretação conforme a PNSB e suas regulamentações (PS4) (*)	Plano de Ação de Emergência (PAE) (PS5)	Regra operacional dos dispositivos de descarga da barragem (*) (**) (PS6)
Nível 1	Projeto Básico e Projeto Executivo e "como construído". (0)	Possui responsável técnico e estrutura organizacional ligada ao cargo de maior hierarquia do empreendedor, com unidade locais subordinadas a esta estrutura. (0)	Possui normativos internos e aplica procedimentos de inspeção e monitoramento. (0)	Emite relatórios de monitoramento e inspeção. (0)	Não é exigido ou PAE elaborado, disponibilizado e implantado (*). (0)	Possui normativo interno e aplica regra operacional para todos os dispositivos de descarga. (0)
Nível 2	Projeto Executivo ou Projeto "como construído" ou RPSB (*) (incluindo Reconstituição do Projeto - "como está"). (1)	Possui estrutura organizacional e responsável técnico. (1)	Possui normativos internos e aplica somente procedimentos de inspeção. (2)	Emite apenas relatórios de inspeção. (2)	PAE elaborado, disponibilizado e em fase de implantação. (1)	Possui normativo interno e aplica regra operacional somente para alguns dispositivos de descarga. (2)
Nível 3	Projeto Básico ou RPSB (*). (3)	Possui apenas responsável técnico. (3)	Possui normativos internos e aplica somente procedimentos de monitoramento. (3)	Emite apenas relatórios de monitoramento. (3)	PAE elaborado e disponibilizado. (2)	Possui normativo interno e não aplica regras operacionais de dispositivos de descarga. (4)
Nível 4	Anteprojeto ou Projeto Conceitual (Levantamento Topográfico Cadastral das Estruturas) (*). (4)	Possui estrutura organizacional, sem responsável técnico. (4)	Possui normativos internos, mas não aplica procedimentos de inspeção e monitoramento. (4)	Emite relatórios, porém em desconformidade com a PNSB e suas regulamentações. (4)	PAE em elaboração, ou existência de rotina de comunicação simplificada (*). (3)	Não possui normativo interno com as regras operacionais de dispositivos de descarga. (5)
Nível 5	Inexiste documentação de projeto. (5)	Não possui estrutura organizacional nem responsável técnico. (5)	Não possui normativos internos de inspeção e monitoramento, ou possui procedimentos em desconformidade com a PNSB e suas regulamentações. (5)	Não emite relatórios. (5)	Não possui PAE (quando exigido). (5)	
Notas	(*) Cada órgão fiscalizador de segurança de barragens deverá regulamentar o conteúdo mínimo esperado da Revisão Periódica de Segurança de Barragens (RPSB) e para Projeto Conceitual (Levantamento Topográfico Cadastral das Estruturas).	(*) Cada órgão fiscalizador de segurança de barragens deverá regulamentar definindo "estrutura organizacional", "qualificação técnica" e "responsável técnico".	(*) O conteúdo mínimo dos procedimentos de inspeção, e monitoramento deverão ser definidos pelos órgãos fiscalizadores de segurança de barragens.	(*) O conteúdo mínimo e frequência mínima dos relatórios de inspeção e monitoramento deverão ser definidos pelos órgãos fiscalizadores de segurança de barragens.	(*) Os critérios para que os PAE sejam considerados elaborados, disponibilizados e implantados deverão ser definidos pelos órgãos fiscalizadores de segurança de barragens. (**) Cabe ao órgão fiscalizador de segurança de barragens definir o conteúdo mínimo para uma rotina de comunicação simplificada.	(*) Caso a barragem possua descarga de projeto somente por soleira livre, a pontuação adotada no item é zero (0). (**) Caso existam dispositivos instalados sobre a soleira livre que reduzam a capacidade da vazão de projeto, esses dispositivos também carecem de regra operacional.
PSB = PS1 + PS2 + PS3 + PS4 + PS5 + PS6						

Fonte: Resolução CNRH N° 241 (2024).

3.5 Construção do Modelo de Relatório de Inspeção para Barragens de Terra

O modelo orientativo de relatório de inspeção inclui os métodos adequados para realização da inspeção, os equipamentos necessários, a frequência das verificações e os profissionais envolvidos, assegurando que o barramento seja monitorado e avaliado de forma adequada.

O modelo proposto apresenta as práticas recomendadas para inspeção, contemplando a identificação e gestão dos riscos associados às barragens de terra. Entre os fatores avaliados estão a estabilidade do solo, o comportamento do reservatório e a integridade da estrutura. O

acompanhamento constante permite a detecção precoce de falhas, essencial para a implementação de medidas preventivas e corretivas, minimizando riscos e promovendo uma manutenção mais econômica.

3.5.1 Apresentação

O reservatório (nome do reservatório) é uma barragem de terra do tipo (colocar o tipo da barragem) com uma altura máxima de (altura máxima em metros), cuja capacidade de armazenamento é de (apresentar o volume máximo em metros cúbicos), e que fica localizada no (endereço do barramento). O coroamento da barragem possui um comprimento de (colocar o comprimento em metros).

É importante deixar registrado nesse tópico do manual outras informações relevantes ao processo de manutenção e análise do projeto, tais como: dados da construção, características e particularidades do projeto, informações batimétricas e hidrológicas, além de inconformidades na execução e técnicas não usuais empregadas.

O relatório de inspeção em barragens de terra tem como o embasamento a utilização de uma ficha de inspeção eletrônica que permite uma melhor visualização do comprimento das diretrizes da ANA, da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) e de acordo com a ABNT NBR 17188:2024.

O barramento foi inspecionado no dia (colocar a data completa), pelo(s) engenheiro(s) responsável(eis) (colocar o nome completo do(s) engenheiro(s)), ou órgão responsável. A inspeção foi realizada utilizando os equipamentos (informar os equipamentos utilizados durante a vistoria), sendo sua inspeção realizada com uma frequência de (colocar o tipo de frequência).

A inspeção de frequência (colocar a frequência realizada) teve como norte observar os seguintes parâmetros do reservatório (descrever os locais e parâmetros vistoriados). Foi possível constatar que (informar sobre a identificação de qualquer fator de risco), por isso é/não é necessária uma visita mais minuciosa no local para obtenção de informações mais precisas.

Medidas que podem ser adotadas após a inspeção são do tipo (tipos de medidas, se são corretivas ou preventivas) visando uma minimização dos riscos. A seguir serão apresentadas três etapas para realização de inspeções em barragens.

3.5.2 Etapa: Inspeção Visual

Durante a inspeção inicial deverá ser observado de forma visual se o corpo da barragem apresenta algum tipo de trinca, fissura, deformação ou presença de água em sua superfície. Se a drenagem aparente apresenta algum tipo de obstrução ou vazamento. Certificar-se de que as válvulas e outros sistemas de controle estejam funcionando adequadamente, bem como se nos taludes de montante e jusante do barramento existem algum sinal de erosão ou deslizamento de terra.

O relatório deve contemplar a identificação e gestão dos riscos associados às barragens de terra. Alguns fatores que devem ser avaliados são a estabilidade do solo, o comportamento do reservatório e a integridade da estrutura. O acompanhamento constante da estrutura pode proporcionar uma detecção precoce de falhas, item essencial para uma implementação de medidas preventivas e corretivas que proporcionaram uma minimização dos riscos e uma manutenção mais econômica.

O reservatório (nome do reservatório) é uma barragem de terra do tipo (colocar o tipo da barragem) com uma altura máxima de (altura máxima em metros), cuja capacidade de armazenamento é de (apresentar o volume máximo em metros cúbicos), fica localizado no (endereço do barramento). O coroamento da barragem possui um comprimento de (colocar o comprimento em metros).

O barramento foi inspecionado no dia (colocar a data completa), pelo(s) engenheiro(s) responsável(eis) (colocar o nome completo do(s) engenheiro(s)), ou órgão responsável. A inspeção foi realizada utilizando os equipamentos (informar os equipamentos utilizados durante a vistoria), sendo sua inspeção realizada com uma frequência de (colocar o tipo de frequência).

A inspeção de frequência (colocar a frequência realizada) teve como norte observar os seguintes parâmetros do reservatório (descrever os locais e parâmetros vistoriados). Foi possível constatar que (informar sobre a identificação de qualquer fator de risco), por isso é/não é necessária uma visita mais minuciosa no local para obtenção de informações mais precisas. Medidas que podem ser adotadas após a inspeção são do tipo (tipos de medidas, se são corretivas ou preventivas) visando uma minimização dos riscos.

Dessa forma, a proposição de um relatório bem estruturado para a inspeção de barragens de terra representa um passo significativo para a segurança e a gestão sustentável dessas importantes obras. A Tabela 1 apresenta a frequência de inspeção que deve ser adotada em barragem de terra para promover um monitoramento e o controle seguro neste tipo de obra.

Quadro 1 - Frequência de inspeção

Tipo de Inspeção	Frequência	Descrição
Inspeção Semanal	Semanalmente	Verificar: nível da água, alterações no comportamento da água e condições meteorológicas. Inspecionar áreas de drenagem para identificar erosão, deslocamento ou acúmulo de detritos.
Inspeção Semestral	Semestralmente	Verificar: funcionamento dos sistemas de drenagem e presença de obstruções. Identificar fissuras, rachaduras e avaliar a estabilidade da estrutura. Inspecionar base, taludes e elementos de reforço. Checar calibragem e funcionamento dos instrumentos de medição.
Inspeção Anual	Anualmente	Realizar análise estrutural detalhada por engenheiros especializados, cobrindo todas as partes da barragem. Revisar registros históricos e comparar com as condições atuais para avaliar tendências e alterações.
Inspeção Não Destrutiva	Quando necessário	Inspeção técnica sem danos à estrutura, utilizando métodos como ultrassom ou termografia.
Inspeção Destrutiva	Quando necessário	Inspeção que envolve intervenção física na estrutura para avaliação interna, como coleta de amostras.

Fonte: Autora (2025).

3.5.3 Etapa: Inspeção Não Destrutiva

Com o intuito de garantir a segurança e a funcionalidade das barragens deve-se ao longo dos anos, ou quando existir a necessidade, utilizar-se de equipamentos não destrutivos na realização da inspeção de um barramento. Os ensaios não destrutivos desempenham um papel essencial em monitoramentos periódicos, pois permitem uma avaliação da estrutura sem que danos consideráveis sejam causados.

Após a realização da inspeção visual é possível identificar quais as áreas que necessitam de uma melhor observação de modo que a selecionar as localidades necessárias, bem como os possíveis ensaios que possam vir a ser utilizados.

Os dados dos ensaios devem ser analisados por especialistas, pois é a interpretação dos resultados que permite que as anomalias possam ser identificadas. Com base na análise dos dados, o relatório elaborado deve descrever as condições da barragem, apontar possíveis problemas e sugerir ações preventivas ou corretivas.

Dependendo da gravidade das problemáticas encontradas, pode ser necessário intervir imediatamente, como em casos em que é necessário reforço estrutural ou até a desativação controlada da barragem.

A barragem (nome da barragem), localizada (colocar a cidade e o estado), (colocar o tipo da barragem) foi inspecionada no dia (colocar a data completa), pelo engenheiro responsável (colocar o nome completo do engenheiro), com a finalidade de (se é para abastecimento, geração de energia, controle de cheias, dentre outras).

A inspeção teve por objetivo (colocar o objetivo da inspeção, como por exemplo: avaliação da integridade da estrutura, identificação de infiltrações, dentre outros) e foi realizada utilizando os equipamentos não destrutivos (informar os equipamentos utilizados durante a vistoria), sendo executados (descrever como os ensaios foram realizados, descrever as áreas que foram inspecionadas, os procedimentos adotados e as dificuldades encontradas).

Apresentar os resultados obtidos e as anomalias detectadas (informar os equipamentos utilizados, a localização das anomalias e resultados obtidos) e apresentar a análise dos dados feita por um especialista (descrever o estado geral da estrutura, listar os problemas graves que requerem atenção imediata e indicar possíveis consequências).

Com base nos dados analisados é necessário adotar medidas (corretivas ou preventivas), tais como: informar as medidas a serem tomadas, especificar as áreas e indicar a frequência no caso das preventivas. Caso seja necessário, incluir recomendações adicionais.

De forma a concluir o relatório, deve ser informada a condição geral da barragem, se existe a necessidade de intervenções (sim/não) e apresentadas as considerações finais e os anexos. Estes últimos devem incluir: fotos e imagens dos procedimentos realizados, gráficos e tabelas com dados detalhados, certificações da equipe técnica e normas utilizadas.

3.5.4 Etapa: Inspeção Destrutiva

A barragem (nome da barragem), localizada (colocar a cidade e o estado), (colocar o tipo da barragem) foi inspecionada no dia (colocar a data completa), pelo engenheiro responsável (colocar o nome completo do engenheiro), com a finalidade de (se é para abastecimento, geração de energia, controle de cheias, dentre outras).

A inspeção teve por objetivo (colocar o objetivo da inspeção, como por exemplo: avaliação da integridade da estrutura, identificação de infiltrações, dentre outros) e foi realizada utilizando os seguintes procedimentos (informar os equipamentos ou ensaios utilizados), sendo executados (descrever como os ensaios foram realizados, descrever as áreas que foram inspecionadas, os procedimentos adotados e as dificuldades encontradas).

Apresentar os resultados obtidos e as anomalias detectadas (equipamentos ou ensaios utilizados, localização das anomalias e resultados obtidos) e apresentar a análise dos dados feita por um especialista (descrever o estado geral do barramento, listar os problemas graves que requerem atenção imediata e indicar possíveis consequências).

Com base nos dados analisados é necessário adotar medidas (corretivas ou preventivas), tais como: dizer quais as medidas a serem tomadas, especificar as áreas e indicar a frequência no caso das preventivas. Caso seja necessário incluir recomendações adicionais.

De forma a concluir o relatório, deve ser informada a condição geral da barragem, se existe a necessidade de intervenções (sim/não) e apresentadas as considerações finais e os anexos. Estes últimos devem incluir: fotos e imagens dos procedimentos realizados, gráficos e tabelas com dados detalhados, certificações da equipe técnica e normas utilizadas.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 Relatório de Inspeção da Barragem Governador João Alves Filho

A barragem Governador João Alves Filho, popularmente conhecida como Barragem Poção da Ribeira, é uma barragem de terra do tipo homogênea. Localizada nos municípios de Itabaiana e Campo do Brito, nas coordenadas 8.805.848 N / 669.360 E, a barragem represa o rio Traíras e possui uma altura de 26 metros, com um volume de acumulação de 14,541 hm³. Sua finalidade principal é o abastecimento público e a irrigação. O coroamento da barragem tem um comprimento de 800 metros.

A Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), estabelecida pela Lei Federal Nº 12.334/2010, determina que uma barragem está sujeita a suas diretrizes se atender a pelo menos um dos seguintes requisitos: altura do maciço igual ou superior a 15 metros; capacidade total do reservatório igual ou superior a 3 milhões de metros cúbicos; acumulação de resíduos; ou classificação de Dano Potencial Associado (DPA) como médio ou alto e/ou Categoria de Risco (CRI) alta.

O DPA é classificado como alto, médio ou baixo, conforme o potencial de perdas humanas, impactos econômicos, volume de armazenamento e efeitos socioambientais que poderiam resultar de um eventual rompimento da barragem. Já o CRI é categorizado como alto, médio ou baixo, considerando as características técnicas da estrutura, seu estado de conservação e a conformidade com o plano de segurança.

No dia 18 de novembro de 2024, o barramento foi inspecionado pela Companhia de Desenvolvimento Regional de Sergipe - CODERSE, em conjunto com essa autora. A inspeção visual foi realizada com o auxílio de um celular equipado com câmera de 12,2 MP, seguindo a frequência semestral estabelecida no Quadro 1 desse trabalho. Durante a inspeção foram observados parâmetros como o coroamento, o vertedouro, a tomada d'água, a galeria e os taludes de montante e jusante. Os resultados detalhados podem ser conferidos no Quadro 2, que apresenta o resumo da ficha de inspeção da barragem, e no relatório fotográfico a seguir apresentados.

Quadro 2 - Resumo da ficha de inspeção da barragem da Ribeira

Categoria	Problema	Situação	Magnitude	Nível de perigo	Nº da Foto
Infraestrutura Operacional	Falta de documentos sobre a barragem	PC	I (Insignificante)	1 - Atenção	-
	Falta de cercas de proteção e placas de aviso	PC	I (Insignificante)	1 - Atenção	2
Talude de Montante	Rip-rap incompleto/destruído	PC	Média	2 - Alerta	7
	Árvores e arbustos	PC	P (Pequena)	1 - Atenção	6
	Formigueiros	PC	P (Pequena)	2 - Alerta	-
Coroamento	Árvores e arbustos	PC	P (Pequena)	1 - Atenção	3
	Formigueiros	PC	P (Pequena)	2 - Alerta	6
Talude de Jusante	Árvores e arbustos	PC	P (Pequena)	1 - Atenção	9
	Formigueiros	PC	M (Média)	2 - Alerta	-
Região a Jusante	Construções irregulares próximas ao rio	PC	M (Média)	2 - Alerta	1
	Árvores e arbustos na faixa de 10 m do pé da barragem	PC	P (Pequena)	1 - Atenção	9
Instrumentação	Piezômetros entupidos/defeituosos	PC	M (Média)	2 - Alerta	4
	Falta de registro de leituras de instrumentação	PC	M (Média)	2 - Alerta	-
Sangradouro/Vertedouro	Deterioração da superfície do concreto	PC	P (Pequena)	1 - Atenção	8
	Presença de vegetação na bacia	PC	P (Pequena)	1 - Atenção	-
Reservatório	Existência de vegetação aquática excessiva	PC	P (Pequena)	1 - Atenção	-
	Construções em áreas de proteção	NE	M (Média)	2 - Alerta	11

A inspeção da barragem Governador João Alves Filho identificou vários pontos críticos que exigem atenção imediata e monitoramento contínuo. Entre os principais problemas estão a falta de documentos sobre a barragem, a presença de rip-rap incompleto no talude de montante e a existência de formigueiros em áreas como o talude de montante, coroamento e talude de jusante, todos com níveis de perigo classificados como "Alerta" ou "Atenção". Além disso, foram constatadas construções irregulares próximas ao rio, o que representa um risco significativo para a segurança da barragem.

A instrumentação da barragem também apresentou problemas, com piezômetros entupidos ou defeituosos e a falta de registro de leituras, ambos classificados com nível de perigo 2 ("Alerta"). Outros pontos que merecem atenção são a deterioração da superfície do concreto no sangradouro/vertedouro e a presença de vegetação aquática excessiva no reservatório.

O Dano Potencial Associado (DPA) da barragem foi classificado como alto, e o Coeficiente de Risco (CRI) foi avaliado como médio, principalmente devido ao risco de galgamento. Recomenda-se a realização de reparos imediatos nas áreas com nível de perigo 2 ("Alerta") e o monitoramento constante das áreas com nível de perigo 1 ("Atenção"). Essas ações são essenciais para garantir a segurança da barragem e prevenir possíveis falhas estruturais.

O relatório fotográfico apresentado documenta as condições da barragem no dia da inspeção, fornecendo um registro visual detalhado dos aspectos estruturais e operacionais observados. As imagens capturadas permitem uma análise precisa do estado atual da barragem, complementando as informações descritivas e os dados técnicos coletados durante a vistoria.

Em síntese, o relatório fotográfico serve como um instrumento essencial para a compreensão das condições da barragem no dia da inspeção, oferecendo suporte visual para as conclusões técnicas e recomendações apresentadas. Sua elaboração cuidadosa e detalhada contribui para a transparência e confiabilidade do processo de inspeção, sendo um elemento fundamental para o embasamento deste relatório de inspeção.

continua

Relatório Fotográfico	
Foto 1 - Barragem Governador João Alves Filho  Fonte: CODERSE (2023).	A Foto 1 apresenta uma imagem feita por drone da barragem Governador João Alves Filho.
Foto 2 - Acesso à barragem  Fonte: Autora (2025).	A Foto 2 ilustra o caminho de acesso à crista da barragem.
Foto 3 - Crista da barragem  Fonte: Autora (2025).	Um aspecto crítico identificado foi o crescimento exponencial de vegetação arbustiva e arbórea, com diâmetros superiores a 30 cm, na estrutura do coroamento (crista de barramento), conforme ilustrado na Foto 3.

Fonte: Autora (2025).

continua

Relatório Fotográfico	
Foto 4 - Caixa do piezômetro  Fonte: CODERSE (2023).	A Foto 4 ilustra a caixa onde está instalado um piezômetro para medição das poropressões da barragem.
Foto 5 - Tomada d'água  Fonte: Autora (2025).	A Foto 5 ilustra a estrutura de tomada d'água da barragem.
Foto 6 - Vegetação no talude de montante  Fonte: Autora (2025).	A presença e o crescimento de vegetação arbustiva e arbórea, com diâmetros superiores a 30 cm, também foram observados no talude de montante, conforme demonstrado pela Foto 6.

Fonte: Autora (2025).

continua

Relatório Fotográfico	
Foto 7 - Rip-rap do talude de montante 	A Foto 7 mostra uma parte do rip-rap que está sendo afetada pelo crescimento excessivo de vegetação na área.
Fonte: CODERSE (2023).	
Foto 8 - Cavitação no vertedouro 	Na inspeção do vertedouro, constatou-se a presença de ranhuras e desníveis, causados por alterações no fluxo natural da água e pela ocorrência de pontos de cavitação. Essas condições resultam em manchas e desgastes acentuados, como ilustrado na Foto 8. Tais evidências destacam a necessidade de intervenções corretivas para mitigar o processo de deterioração e assegurar a funcionalidade e segurança da estrutura.
Fonte: Autora (2025).	
Foto 9 - Vegetação no talude de jusante 	A presença e o crescimento exponencial de vegetação arbustiva e arbórea é o talude de jusante, conforme ilustrado pela Foto 9.
Fonte: Autora (2025).	

Fonte: Autora (2025).

contínua

Relatório Fotográfico	
Foto 10 - Formigueiros  Fonte: CODERSE (2023).	Outro fato evidenciado na inspeção foi o aparecimento de formigueiros na estrutura da barragem, tal como ilustrado na Foto 10.
Foto 11 - Pedreira de gnaiss  Fonte: Autora (2025).	A presença de uma pedreira de gnaiss nas proximidades da barragem está causando vibrações na estrutura, conforme se observa na Foto 11, representando um risco adicional que precisa ser gerenciado para garantir a estabilidade e segurança da estrutura e das suas áreas adjacentes.
Foto 12 - Acesso da galeria  Fonte: Autora (2025).	Durante a visita de inspeção não foi possível acessar a galeria devido ao acúmulo de vegetação arbustiva e arbórea, que pode ser observada na Foto 12.

Fonte: Autora (2025).

Foi possível constatar que existem algumas questões que demandam atenção, tornando necessária uma visita mais minuciosa ao local para a obtenção de informações mais precisas. Após a inspeção, o relatório deve destacar as categorias e intensidade dos problemas evidenciados para que as medidas corretivas e preventivas devem ser adotadas visando à minimização dos riscos identificados.

No que se refere à vegetação arbustiva e arbórea é fundamental remover todas as árvores e arbustos que possam comprometer a integridade da barragem. Durante a remoção, deve-se retirar as raízes até uma profundidade que permita escavações seguras, evitando o apodrecimento das raízes. Todos os buracos resultantes devem ser devidamente aterrados e compactados para prevenir afundamentos ou deslocamentos de material.

Quanto aos formigueiros, é importante avaliar seu tamanho e profundidade, sempre que possível, além de identificar os locais de ocorrência. A manutenção deve incluir a remoção das formigas, seguida de aterramento e compactação das áreas afetadas.

5 CONCLUSÃO

A construção e gestão de barragens desempenham um papel vital na infraestrutura e no desenvolvimento socioeconômico, fornecendo recursos essenciais como abastecimento de água, geração de energia e retenção de rejeitos. Assim, atendendo aos objetivos específicos desse trabalho foram definidos três modelos para a realização de inspeções em barragens, os quais foram: inspeção visual, inspeção não destrutiva e inspeção destrutiva. Também foi proposto um planejamento da frequência para inspeção em barragens de terra, considerando periodicidades diferentes, semanal, semestral e anual. Empregando uma ferramenta digital (Plataforma Jotform), foi criada uma ficha eletrônica para cadastro de informações coletadas durante a inspeção em barragens de terra, onde a mesma foi aplicada na barragem de terra Governador João Alves Filho, localizada no município de Itabaiana, no estado de Sergipe, durante uma inspeção visual realizada no dia 18 de novembro de 2024.

Dada a diversidade de tipos e formas de barragens, cada estrutura demanda métodos específicos de projeto e monitoramento, adaptados às condições locais e às necessidades do projeto. Este estudo focou na Barragem Governador João Alves Filho, destacando a importância de uma gestão eficaz e inovadora para garantir sua segurança e funcionalidade.

A análise realizada demonstrou que a escolha do tipo e forma da barragem deve ser cuidadosamente planejada, considerando fatores como a estabilidade do solo, o comportamento do reservatório e os impactos ambientais e sociais. A eficácia e a segurança das barragens estão intrinsecamente ligadas à qualidade do monitoramento, que deve permitir a identificação precoce de riscos, como a presença de vegetação arbustiva, formigueiros e outros fatores que comprometem a estrutura. A detecção ágil desses problemas é fundamental para a implementação de medidas eficazes que minimizem impactos e garantam a integridade da barragem.

Nesse contexto, a adoção de tecnologias, como as fichas de inspeção eletrônicas, representa um avanço significativo na gestão de barragens. Essas ferramentas permitem o registro detalhado e organizado das condições da estrutura, facilitando a análise de dados, a identificação de tendências e a tomada de decisões assertivas. Além disso, o uso de dispositivos móveis com câmeras de alta resolução, complementa o sistema eletrônico, proporcionando um registro visual preciso e facilitando a avaliação técnica.

A implementação dessas soluções não apenas moderniza o processo de monitoramento, mas também garante maior confiabilidade, rastreabilidade e transparência dos dados, alinhando-se às diretrizes da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB). Essa abordagem contribui para a classificação adequada do Dano Potencial Associado (DPA) e da Categoria de Risco (CRI), reforçando a segurança da estrutura e minimizando impactos socioambientais e econômicos.

Portanto, este trabalho reforça a importância de investir em tecnologias e em práticas de gestão eficientes para o monitoramento de barragens, assegurando sua funcionalidade e contribuindo para o desenvolvimento sustentável. A Barragem Poção da Ribeira, como estudo de caso, exemplifica a necessidade de um compromisso contínuo com a proteção ambiental, a segurança das comunidades e a manutenção da infraestrutura hídrica, elementos essenciais para o progresso socioeconômico da região. A adoção de fichas de inspeção eletrônicas e a modernização dos processos de gestão consolidam-se como pilares fundamentais para a segurança e a sustentabilidade das barragens no Brasil.

Como propostas para trabalhos futuros, sugere-se a realização de inspeções na barragem estudada, empregando métodos não destrutivos e destrutivos, a fim de obter uma análise mais precisa e detalhada do real estado de conservação da estrutura.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR 17188:2024. **Barragens - Ruptura hipotética - Diretrizes**. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO – ANA. **Definições Importantes sobre Segurança de Barragens**. Brasília, DF: ANA, 2022. Disponível em: https://www.snisb.gov.br/Entenda_Mais/outros/definicoes-importantes-sobre-seguranca-de-barragem.pdf. Acesso em: 26 jun. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO – ANA. **Guia prático de pequenas barragens: manual do empreendedor sobre segurança de barragens: Volume VIII**. Brasília: ANA, 2016. Disponível em: http://www.cerb.ba.gov.br/sites/www.cerb.ba.gov.br/files/a_cerb/nosso_papel/page/files/VOLUME%20VIII.pdf. Acesso em 17 de set. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO – ANA. **Relatório de segurança de barragens 2022**. Brasília, DF: ANA, 2023. Disponível em: <https://www.snisb.gov.br/portal-snisb/documentos-e-capacitacoes/rsb>. Acesso em: 11 mar. 2024.

BISWAS, A. K. **Impacts of large dams: Issues, opportunities and constraints**. Disponível em: Water Resources Development and Management. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2012. p. 1–18.

BRASIL. **Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH)**. Resolução CNRH nº 241, de 10 de setembro de 2024. Estabelece diretrizes para a gestão integrada de recursos hídricos em bacias hidrográficas. Diário Oficial da União, Brasília, DF, seção 1, p. 45, 10 set. 2024.

BRASIL. **Lei Nº 12.334, de 20 de setembro de 2010**. Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens e cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 21 set. 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/12334.htm. Acesso em: 15 de out. 2024

CARVALHO, David de. **Barragens: Uma introdução para graduandos**. [s.l.: s.n.], 2011. Disponível em: https://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/15030/material/barragem_terra_1.pdf. Acesso em: 2 abr. 2024.

CODERSE, **Comunicação Pessoal**, 2024.

COSTA, Walter Duarte. **Geologia de barragens**. [s.l.]: Oficina de Textos, 2012. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=m9g6DAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT5&dq=barragens&ots=V6hs4p7oz7&sig=i_mKoVLZCs8U_33tmgt0DfDR_pM#v=onepage&q=barragens&f=false. Acesso em: 17 set. 2024.

COUTO, Bruno de Oliveira Costa et al. **Monitora Barragem: Sistema de monitoramento em tempo real do assoreamento em barragens através de um aplicativo**. Disponível em: <https://integra.ifgoiano.edu.br/vitrine/monitora-barr-gem---sistema-de-monitoramento-em-tempo-real-do-assoreamento-em-barragens-atraves-de-um-aplicativo>. Acesso em: 6 nov. 2024.

CPETecnologia. **A importância do monitoramento em barragens**. Disponível em: https://blog.cpetecnologia.com.br/a-importancia-do-monitoramento-em-barragens/?pht=47631584107159110&network=x&campaignid=18299494737&adgroupid=&keyword=&device=m&devicemodel=&adposition=&gad_source=1&gclid=EAIaIQobChMI5IzVtbTtiQMvKkFIAB2jwQ_zEAMYASAAEgIP0vD_BwE. Acesso em: 6 nov. 2024.

CRISTINA, J. et al. **Barragem de concreto com a utilização de contrafortes**. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, v. 9, n. 11, p. 1004–1016, 5 dez. 2023.

DIVINO, P. L. **Comportamento de enrocamentos em barragens - Estudo de caso da barragem de emborcação**. 2010. 226 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado Profissional em Engenharia Geotécnica do Núcleo de Geotecnia da Escola de Minas) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2010.

GAIOTO, Nélío. **Introdução ao projeto de barragens de terra e de enrocamento**. São Carlos: EESC-USP, 2003. 126 p.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GÓIS, F. M. B. M. **Sistemas de controle de percolação em maciços permeáveis com ênfase em soluções de jet grouting**. Monografia de Projeto Final – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2015. Publicação G.PFAA003/15.

GOUVEIA, F. **Tipos de barragens**. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/tipos-de-barragens/13731>. Acesso em: 2 abr. 2024.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MASSAD, F. **Obras de terra: Curso Básico de Geotecnia**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

MELLO, V. F. B. Reflection on design decisions of practical significance to embankment dams. *Geotechnique*, 27, No. 3, pp. 279-355. 1977.

MENDES, N. B. **Estudo comparativo analítico - numérico de aspectos da interação fluido - estrutura em cascas com aplicações a barragens em arco**. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2013. Publicação E.DM-12A/13.

MIRANDA, Antônio Nunes. **Curso treinamento sobre segurança de barragens**. XIV Fecon – Feira e Congresso Internacional de Engenharia e Arquitetura, Teresina, Piauí, outubro de 2010.

MONTEIRO, Káthia Vasconcelos. **Rachadura na barragem de Campos Novos**. Junho de 2006. Disponível em: <http://www.apremavi.org.br/noticias/apremavi/234/rachaduranabarragemde-campos-novos>. Acesso em: 5 mai. 2024.

MOREIRA, Herivelto; CALEFFE, Luiz Gonzaga. **Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador**. Rio De Janeiro: Dp & A, 2006.

OLIVEIRA, Frederico Fernandes de. **Análise de tensões e estabilidade global de barragens de gravidade de concreto**. 2002. xv, 169 f., il. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) - Universidade de Brasília, Brasília, 2002.

PONCE, Luís D.; GIL, Margarita M. L. **Curso pequenas barragens**. III Semana de Engenharia da Universidade Estadual do Piauí, Teresina, Piauí, novembro de 2008.

SAMARCO. **Samarco é parceira no desenvolvimento de aplicativo para monitoramento de barragens**. Disponível em: <https://www.samarco.com/samarco-e-parceira-no-desenvolvimento-de-aplicativo-para-monitoramento-de-barragens/>. Acesso em: 6 nov. 2024.

SILVA, Juliana da. **Análise em segurança de barragens com base em sistema de inspeção e monitoramento de instrumentação**. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Civil, Florianópolis, 2016.

SÓRIA, Miguel Augusto Zydan. COMITÊ BRASILEIRO DE BARRAGENS. **As barragens e a água do mundo**: um livro educativo que explica como as barragens ajudam a administrar a água do mundo. Foz do Iguaçu: Itaipu Binacional, 2008. 64 p.

VARGAS, M. **Introdução à Mecânica dos Solos**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1977.

SAVOIE MONT-BLAC. **The Roselend Dam and its surroundings**. Disponível em: <https://www.savoie-mont-blanc.com/en/visits-and-cultural-sites/the-roselend-dam-and-its-surroundings-94771/>. Acesso em: 10 mai. 2024.

APÊNDICE A - FICHA DE INSPEÇÃO



Tuesday, February 4, 2025

Inspeção de Barragem

Inspeção ID

0001

Data da Inspeção

Monday, November 18, 2024 09:53

Tipo de Barragem

Terra Homogênea

DADOS GERAIS - CONDIÇÃO ATUAL

INFORMAÇÕES	
Barragem	Governador João Alves Filho
Coordenadas	-10,82144°; -37,44875°
Município/Estado	Itabaina e Campo do Brito/Sergipe
Bacia	-
Proprietário/Administrador Regional	Companhia de Desenvolvimento Regional de Sergipe - CODERSE

INFRAESTRUTURA OPERACIONAL

	SITUAÇÃO	MAGNITUDE	NIVEL DE PERIGO	OBS
Falta de documento sobre a barragem	PC	I - Insignificante	1 - Atenção	
Falta de material para manutenção	NE		0 - Nenhum	
Falta de treinamento do pessoal	NE		0 - Nenhum	
Precariedade de acesso de veículos	NA		0 - Nenhum	
Falta de energia elétrica	NE		0 - Nenhum	
Falta de sistema de comunicação	NE		0 - Nenhum	
Falta ou deficiência de cercas de proteção	PC	P - Pequena	1 - Atenção	
Falta ou deficiência de placas de aviso	PC	P - Pequena	1 - Atenção	

	SITUAÇÃO	MAGNITUDE	NIVEL DE PERIGO	OBS
Falta de acompanhamento da Administração Regional	NE		0 - Nenhum	
Falta de instrução dos equipamentos hidromecânicos	NE		0 - Nenhum	

BARRAGEM - TALUDE DE MONTANTE

	SITUAÇÃO	MAGNITUDE	NIVEL DE PERIGO	OBS
Erosões	NE		0 - Nenhum	
Escorregamentos	NE		0 - Nenhum	
Rachaduras/afundamento	NE		0 - Nenhum	
Rip-rap incompleto, destruído ou deslocado	PC	Média	2 - Alerta	
Afundamentos e Buracos	NE		0 - Nenhum	
Árvores e arbustos	PC	Pequena	1 - Atenção	
Erosão nos encontros das ombreiras	NE		0 - Nenhum	
Canaletas quebradas ou obstruídas	NE		0 - Nenhum	
Formigueiros, cupinzeiros ou tocas de animais	PC	Pequena	2 - Alerta	
Sinais de Movimento	NE		0 - Nenhum	

BARRAGEM - COROAMENTO

	SITUAÇÃO	MAGNITUDE	NIVEL DE PERIGO	OBS
Erosões	NE			
Rachaduras	NE			
Falta de Revestimento	NE			
Falha no Revestimento	NE			
Afundamentos e Buracos	NE			

	SITUAÇÃO	MAGNITUDE	NIVEL DE PERIGO	OBS
Árvores e arbustos	PC	Pequena	1 - Atenção	
Defeitos na drenagem	PV			
Defeitos no meio-fio	NE			
Formigueiros, cupinzeiros ou tocas de animais	PC	Pequena	2 - Alerta	
Sinais de Movimento	NE			
Desalinhamento do meio-fio	NE			
Ameaça de transbordamento da barragem	NE			

BARRAGEM - TALUDE DE JUSANTE

	SITUAÇÃO	MAGNITUDE	NIVEL DE PERIGO	OBS
Erosões	NE			
Escorregamentos	NE			
Rachaduras/afundamento	NE			
Falha na proteção granular	NE			
Falha na proteção vegetal	NE			
Afundamentos e Buracos	NE			
Árvores e arbustos	PC	Pequena	1 - Atenção	
Erosão nos encontros das ombreiras	NE			
Cavernas e buracos nas ombreiras	NE			
Canaletas quebradas ou obstruídas	NE			
Formigueiros, cupinzeiros ou tocas de animais	PC	Média	2 - Alerta	
Sinais de movimento	NE			

	SITUAÇÃO	MAGNITUDE	NIVEL DE PERIGO	OBS
Sinais de fuga d'água ou áreas úmidas	NE			
Carreamento de material na água dos drenos	NE			

BARRAGEM - REGIÃO A JUSANTE DA BARRAGEM

	SITUAÇÃO	MAGNITUDE	NIVEL DE PERIGO	OBS
Construções irregulares próximas ao rio	PC	Média	2 - Alerta	
Fuga d'água	NE			
Erosão nas ombreiras	NE			
Cavernas e buracos nas ombreiras	NE			
Árvores e arbustos na faixa de 10 m do pé da barragem	PC	Pequena	1 - Atenção	

BARRAGEM - INSTRUMENTAÇÃO

	SITUAÇÃO	MAGNITUDE	NIVEL DE PERIGO	OBS
Acesso precário aos instrumentos	NE			
Piezômetros entupidos ou defeituosos	PC	Média	2 - Alerta	
Marcos de recalque defeituosos	NE			
Medidores de Vazão de percolação defeituosos	NE			
Falta de instrumentação	NE			
Falta de registro de leituras de instrumentação	PC	Média	2 - Alerta	

BARRAGEM - SANGRADOURO/VERTEDOURO (CANAIS DE APROXIMAÇÃO E RESTITUIÇÃO)

	SITUAÇÃO	MAGNITUDE	NIVEL DE PERIGO	OBS
Árvores e arbustos	PC	Pequena	1 - Atenção	

	SITUAÇÃO	MAGNITUDE	NIVEL DE PERIGO	OBS
Obstrução ou entulhos	NE			
Desalinhamento dos taludes e muros laterais	NE			
Erosões ou escorregamentos nos taludes	NE			
Erosão na base dos canais escavados	NE			
Erosão na área à jusante (erosão regressiva)	NE			
Construções irregulares (aterro, casa, cerca)	NE			

BARRAGEM - SANGRADOURO/VERTEDOIRO (ESTRUTURA FIXAÇÃO DA SOLEIRA)

	SITUAÇÃO	MAGNITUDE	NIVEL DE PERIGO	OBS
Rachaduras ou trincas no concreto	NE			
Ferragem do concreto exposta	NE			
Deterioração da superfície do concreto	PC	Pequena	1 - Atenção	
Descalçamento da estrutura	NE			
Juntas danificadas	NE			
Sinais de deslocamentos das estruturas	NE			

BARRAGEM - SANGRADOURO/VERTEDOIRO (RÁPIDO/ BACIA AMORTECEDORA)

	SITUAÇÃO	MAGNITUDE	NIVEL DE PERIGO	OBS
Rachaduras ou trincas no concreto	NE			
Ferragem do concreto exposta	NE			
Deterioração da superfície do concreto	NE			
Ocorrência de buracos na soleira	NE			

	SITUAÇÃO	MAGNITUDE	NIVEL DE PERIGO	OBS
Erosões	NE			
Presença de entulhos na bacia	NE			
Presença de vegetação na bacia	PC	Pequena	1 - Atenção	
Falha no enrocamento da proteção	NE			

BARRAGEM - SANGRADOURO/VERTEDOIRO (MUROS LATERAIS)

	SITUAÇÃO	MAGNITUDE	NIVEL DE PERIGO	OBS
Erosão na fundação	NE			
Erosão nos contatos dos muros	NE			
Rachaduras no concreto	NE			
Ferragem do concreto exposta	NE			
Deterioração da superfície do concreto	NE			

BARRAGEM - SANGRADOURO/VERTEDOIRO (COMPORTAS DO VERTEDOIRO)

	SITUAÇÃO	MAGNITUDE	NIVEL DE PERIGO	OBS
Peças fixas (corrosão, amassamento da guia e falha na pintura)	NA			
Estrutura (corrosão, amassamento e falha na pintura)	NA			
Defeito das vedações (vazamento)	NA			
Defeito das rodas (comporta vagão)	NA			
Defeitos nos rolamentos ou buchas e retentores	NA			
Defeito no ponto de içamento	NA			

BARRAGEM - RESERVATÓRIO

	SITUAÇÃO	MAGNITUDE	NIVEL DE PERIGO	OBS
Réguas danificadas ou faltando	NE			
Construções em áreas de proteção	PC	Média	2 - Alerta	
Poluição por esgoto, lixo, entulho, pesticidas etc.	NE			
Indícios de má qualidade d'água	NE			
Erosões	NE			
Assoreamento	NE			
Desmoronamento das margens	NE			
Existência de vegetação aquática excessiva	PC	Pequena	1 - Atenção	
Desmatamentos na área de proteção	NE			
Presença de animais e peixes mortos	NE			
Gado pastando	NE			

BARRAGEM - TORRE DA TOMADA D'ÁGUA (ENTRADA)

	SITUAÇÃO	MAGNITUDE	NIVEL DE PERIGO	OBS
Assoreamento	NI			Não teve acesso a tomada d'água
Obstrução e entulhos	NI			Não teve acesso a tomada d'água
Tubulação danificada	NI			Não teve acesso a tomada d'água
Registros defeituosos	NI			Não teve acesso a tomada d'água
Falta de grade de proteção	NI			Não teve acesso a tomada d'água
Defeitos na grade	NI			Não teve acesso a tomada d'água

BARRAGEM - TORRE DA TOMADA D'ÁGUA (ACIONAMENTO)

	SITUAÇÃO	MAGNITUDE	NIVEL DE PERIGO	OBS
Hastes (travada no mancal, corrosão e empenamento)	NI			Não teve acesso a tomada d'água
Base dos mancais (corrosão, falta de chumbadores)	NI			Não teve acesso a tomada d'água
Falta de mancais	NI			Não teve acesso a tomada d'água
Corrosão nos mancais	NI			Não teve acesso a tomada d'água
Falhas nos chumbadores, lubrificação e pintura do pedestal	NI			Não teve acesso a tomada d'água
Falta de indicador de abertura	NI			Não teve acesso a tomada d'água
Falta de Volante	NI			Não teve acesso a tomada d'água

BARRAGEM - TORRE DA TOMADA D'ÁGUA (COMPORTAS)

	SITUAÇÃO	MAGNITUDE	NIVEL DE PERIGO	OBS
Peças fixas (corrosão, amassamento da guia e falha na pintura)	NI			Não teve acesso a tomada d'água
Estrutura (corrosão, amassamento e falha na pintura)	NI			Não teve acesso a tomada d'água
Defeito das vedações (vazamento)	NI			Não teve acesso a tomada d'água
Defeito das rodas (comporta vagão)	NI			Não teve acesso a tomada d'água
Defeitos nos rolamentos ou buchas e retentores	NI			Não teve acesso a tomada d'água
Defeito no ponto de içamento	NI			Não teve acesso a tomada d'água

BARRAGEM - ESTRUTURA

	SITUAÇÃO	MAGNITUDE	NIVEL DE PERIGO	OBS
Ferragem exposta da torre	NA			
Falta de guarda corpo na escada de acesso	NA			
Deterioração do guarda corpo na escada de acesso	NA			
Ferragem exposta na plataforma (passadiço)	NA			
Falta de guarda corpo no passadiço	NA			
Deterioração do guarda corpo no passadiço	NA			
Deterioração do portão do abrigo de manobra	NA			
Deterioração do tubo de aeração e "by-pass"	NA			
Deterioração da instalação de controle	NA			

BARRAGEM - CAIXA DE MONTANTE (BOCA DE ENTRADA E "STOP-LOG")

	SITUAÇÃO	MAGNITUDE	NIVEL DE PERIGO	OBS
Assoreamento	NA			
Obstrução e entulhos	NA			
Ferragem exposta na estrutura de concreto	NA			
Deterioração no concreto	NA			
Falta de grade de proteção	NA			
Defeitos na grade	NA			
Peças fixas (corrosão, amassamento da guia e falha na pintura)	NA			

	SITUAÇÃO	MAGNITUDE	NIVEL DE PERIGO	OBS
Estrutura do "stop-log" (corrosão, amassamento e falha na pintura)	NA			
Defeito no acionamento do "stop-log"	NA			
Defeito no ponto de içamento	NA			

BARRAGEM - GALERIA

	SITUAÇÃO	MAGNITUDE	NIVEL DE PERIGO	OBS
Corrosão e vazamentos na tubulação	NI			Não teve acesso a galeria
Sinais de abrasão ou cavitação	NI			Não teve acesso a galeria
Sinais de fadiga ou perda de resistência	NI			Não teve acesso a galeria
Defeitos nas juntas	NI			Não teve acesso a galeria
Deformação do conduto	NI			Não teve acesso a galeria
Desalinhamento do conduto	NI			Não teve acesso a galeria
Surgências de água no concreto	NI			Não teve acesso a galeria
Precariedade de acesso	PC	Média	2 - Alerta	Não teve acesso a galeria
Vazamento nos dispositivos de controle	NI			Não teve acesso a galeria
Surgências de água junto à galeria	NI			Não teve acesso a galeria
Falta de manutenção	NI			Não teve acesso a galeria
Presença de pedras e lixo dentro da galeria	AU			Não teve acesso a galeria
Defeitos no concreto	NI			Não teve acesso a galeria

BARRAGEM - ESTRUTURA DE SAÍDA

	SITUAÇÃO	MAGNITUDE	NIVEL DE PERIGO	OBS
Corrosão e vazamentos na tubulação	NE			
Sinais de abrasão ou cavitação	NE			
Sinais de fadiga ou perda de resistência	NE			
Ruídos estranhos	NE			
Defeitos nos dispositivos de controle	NE			
Falta ou deficiência nas instruções de operação	NE			
Surgências de água no concreto	NE			
Precariedade de acesso (árvores e arbustos)	PC	Média	2 - Alerta	
Vazamento nos dispositivos de controle	NE			
Falta de manutenção	NE			
Construções irregulares	NE			
Falta ou deficiência de drenagem da caixa de válvulas	NE			
Presença de pedras e lixo dentro da caixa de válvulas	NE			
Defeitos no concreto	NE			
Defeitos na cerca de proteção	NE			

BARRAGEM - MEDIDOR DE VAZÃO

	SITUAÇÃO	MAGNITUDE	NIVEL DE PERIGO	OBS
Ausência da placa medidora de vazão	NI			Não teve acesso ao medidor de vazão

	SITUAÇÃO	MAGNITUDE	NIVEL DE PERIGO	OBS
Corrosão da placa	NI			Não teve acesso ao medidor de vazão
Defeitos no concreto	NI			Não teve acesso ao medidor de vazão
Falta de escala de leitura de vazão	NI			Não teve acesso ao medidor de vazão
Assoreamento da câmara de medição	NI			Não teve acesso ao medidor de vazão
Erosão à jusante do medidor	NI			Não teve acesso ao medidor de vazão

CRITÉRIO DE CLASSIFICAÇÃO POR DANO POTENCIAL ASSOCIADO

	DPA 1	DPA 2	DPA 3	DPA 4
1				
2				
3	✓		✓	
4		✓		✓
5				

Dano Potencial Associado

O Dano Potencial Associado da Barragem Governador João Alves Filho é ALTO, pois o somatório dos critérios de classificação é superior a 13.

CRI - CATEGORIA TÉCNICAS

	CT1	CT2	CT3	CT4	CT5	CT6
0						
1					✓	
2				✓		
3	✓	✓				
4			✓			
5						✓

CRI - ESTADO DE CONSERVAÇÃO

	EC1	EC2	EC3	EC4	EC5
0	✓	✓	✓	✓	
1					✓
2					
3					
4					
5					

CRI - PLANO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS

	PS1	PS2	PS3	PS4	PS5	PS6
0	✓	✓	✓	✓		
1						✓
2					✓	
3						
4						
5						

Categoria de Risco

O indicador de risco geral é classificado como baixo, assim como o indicador de risco por percolação/conservação e o indicador de risco gerencial. No entanto, o indicador de risco por galgamento é considerado médio. Com base nesses parâmetros, o CRI (Coeficiente de Risco) da barragem Governador João Alves Filho é avaliado como de nível médio.