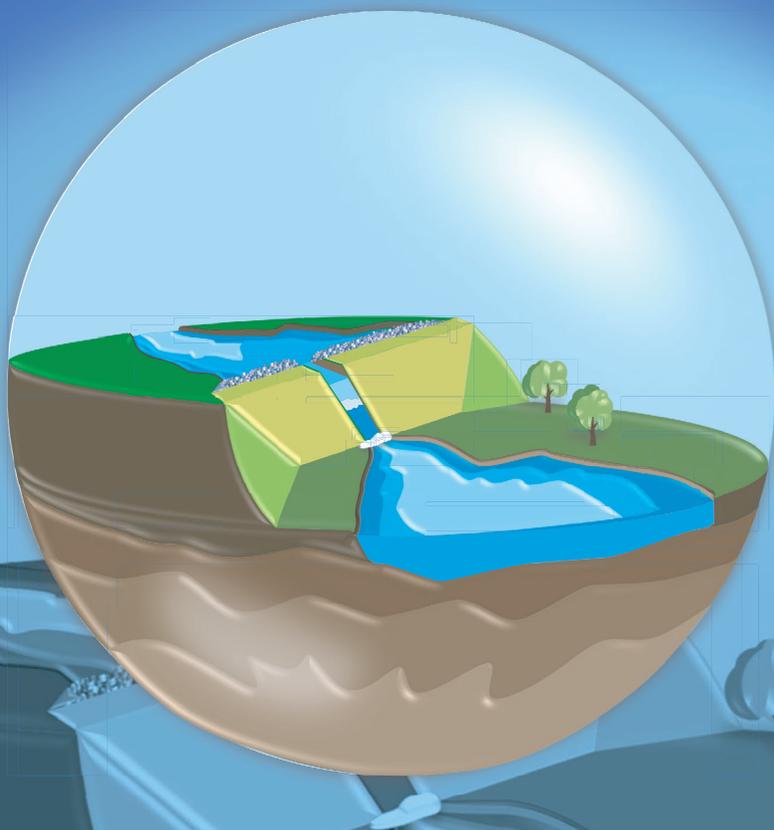


# SEGURANÇA EM BARRAGENS DE TERRA

ORIENTAÇÕES GERAIS E PRÁTICAS RECOMENDADAS



ELOIZA MARQUES

*Appris*  
editora

Editora Appris Ltda.

1.ª Edição - Copyright© 2023 do Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul - IMASUL  
Direitos de Edição Reservados à Editora Appris Ltda.

Nenhuma parte desta obra poderá ser utilizada indevidamente, sem estar de acordo com a Lei nº 9.610/98. Se incorreções forem encontradas, serão de exclusiva responsabilidade de seus organizadores. Foi realizado o Depósito Legal na Fundação Biblioteca Nacional, de acordo com as Leis nºs 10.994, de 14/12/2004, e 12.192, de 14/01/2010.

Catálogo na Fonte

Elaborado por: Josefina A. S. Guedes

Bibliotecária CRB 9/870

Marques, Eloiza  
M357s Segurança em barragens de terra : orientações gerais e práticas recomendadas /  
2023 Eloiza Marques. – 1. ed. – Curitiba : Appris, 2023.  
51 p. ; 21 cm.

Inclui referências.  
ISBN 978-65-250-4776-8

1. Barragens de terra – Segurança. I. Título.

CDD – 627.83

Livro de acordo com a normalização técnica da ABNT

*Appris*  
editora

Editora e Livraria Appris Ltda.  
Av. Manoel Ribas, 2265 – Mercês  
Curitiba/PR – CEP: 80810-002  
Tel. (41) 3156 - 4731  
www.editoraappris.com.br

Printed in Brazil  
Impresso no Brasil

ELOIZA MARQUES

# SEGURANÇA EM BARRAGENS DE TERRA

---

ORIENTAÇÕES GERAIS E PRÁTICAS RECOMENDADAS

*Appris*  
editora



**SEMADESC**  
Secretaria de Estado  
de Meio Ambiente,  
Desenvolvimento, Ciência,  
Tecnologia e Inovação



---

## FICHA TÉCNICA

EDITORIAL	Augusto V. de A. Coelho Sara C. de Andrade Coelho
COMITÊ EDITORIAL	Marli Caetano Andréa Barbosa Gouveia (UFPR) Jacques de Lima Ferreira (UP) Marilda Aparecida Behrens (PUCPR) Ana El Achkar (UNIVERSO/RJ) Conrado Moreira Mendes (PUC-MG) Eliete Correia dos Santos (UEPB) Fabiano Santos (UERJ/IESP) Francinete Fernandes de Sousa (UEPB) Francisco Carlos Duarte (PUCPR) Francisco de Assis (Fiam-Faam, SP, Brasil) Juliana Reichert Assunção Tonelli (UEL) Maria Aparecida Barbosa (USP) Maria Helena Zamora (PUC-Rio) Maria Margarida de Andrade (Umack) Roque Ismael da Costa Güllich (UFFS) Toni Reis (UFPR) Valdomiro de Oliveira (UFPR) Valério Brusamolín (IFPR)
SUPERVISOR DA PRODUÇÃO	Renata Cristina Lopes Miccelli
ASSESSORIA EDITORIAL	William Rodrigues
REVISÃO	Katine Walmrath
PRODUÇÃO EDITORIAL	William Rodrigues
DIAGRAMAÇÃO	Bruno Ferreira Nascimento
CAPA	Lívia Weyl
REVISÃO DE PROVA	Isabela Bastos



## **GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL**

**Eduardo Corrêa Riedel**

Governador do Estado de Mato Grosso do Sul

**Jaime Elias Verruck**

Secretário de Estado de Meio Ambiente, Desenvolvimento, Ciência,  
Tecnologia e Inovação

**Walter Carneiro Júnior**

Secretário Adjunto

**André Borges Barros de Araújo**

Diretor-Presidente do Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso  
do Sul

**Luiz Mário Ferreira**

Diretor de Licenciamento e Fiscalização Ambiental – Imasul

**Leonardo Sampaio Costa**

Gerente de Recursos Hídricos – Imasul

**Eloiza Marques**

Analista de Recursos Hídricos - Imasul



# APRESENTAÇÃO

Esta obra foi desenvolvida com o objetivo de fornecer informações relevantes sobre o funcionamento, a regulamentação e a segurança dessas estruturas, que são de extrema importância para diversas áreas da sociedade.

O primeiro capítulo aborda a definição e o funcionamento das barragens, bem como seus benefícios e os principais componentes. Já o segundo capítulo aborda a regulamentação, apresentando a Política Nacional de Segurança de Barragens e o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB), além de explicar como é realizada a classificação das barragens, considerando a categoria de risco e o dano potencial associado. O capítulo também traz informações sobre o processo de regularização de barragens, incluindo a necessidade de outorga de direito de uso de recursos hídricos e licença ambiental.

O terceiro capítulo é dedicado à segurança das barragens, abordando aspectos relacionados à manutenção e prevenção de problemas que podem afetar a estrutura das barragens. São apresentadas as principais patologias que podem ocorrer, tais como surgência ou infiltração, trincas e fissuras, erosões, deslizamento ou desmoronamento, entre outras. O capítulo também traz orientações sobre como identificar e como manter uma barragem segura, evitando riscos à vida e ao meio ambiente.

**O livro é destinado a empreendedores e profissionais que atuam com a construção, manutenção e gestão de barragens de terra, bem como para estudantes e demais interessados no assunto. Esperamos que este material possa ser útil e contribuir para o desenvolvimento de práticas mais seguras e sustentáveis relacionadas a essas importantes estruturas.**





# SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b>	11
O que são barragens e como funcionam?	11
Para que servem as barragens e quais são seus benefícios?	12
Quem são os responsáveis pela segurança das barragens?	16
<b>REGULARIZAÇÃO</b>	18
Política Nacional de Segurança de Barragens	18
Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens	20
Classificação de barragens	20
Categoria de Risco	21
Dano Potencial Associado	21
Importância das autorizações ambientais	22
Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	23
Licença Ambiental	24
<b>SEGURANÇA</b>	25
Mantendo barragens seguras	25
Principais patologias	25
Surgência ou Infiltração	26
Trincas e fissuras	28
Erosões	30
Deslizamento ou desmoronamento	32
Falha na proteção da superfície	35
Buracos ou passagem de animais	38
Obstruções ou deterioração de extravasores	40
Assoreamento	42
Vegetação aquática	44
Borda livre mínima insuficiente	46
<b>CONCLUSÃO</b>	48
<b>REFERÊNCIAS</b>	49





# INTRODUÇÃO

Este livro apresenta as barragens de aterro convencional, que são construídas com materiais naturais, como terra e pedras, para acumular água para diversos fins. Essas estruturas são muito importantes e têm grande relevância para a sociedade.

## O QUE SÃO BARRAGENS E COMO FUNCIONAM?

Uma barragem é uma construção que tem a função de regular ou acumular substâncias líquidas, podendo ser construída tanto em um rio como fora dele. É composta pelo barramento, que pode ser feito de diversos materiais, como aterro, concreto, alvenaria, entre outros, e por outras estruturas associadas.

O funcionamento de uma barragem é relativamente simples. Ao barrar o fluxo natural de água de um rio ou curso d'água, ela possibilita a formação de um reservatório, que pode ser utilizado para elevar o nível do curso de água ou para a criação de um reservatório de acumulação. Além disso, essas estruturas são capazes de proporcionar diversos benefícios, como a geração de energia hidrelétrica, o controle de enchentes, o abastecimento de água para consumo humano e a irrigação de áreas agrícolas.

É importante ressaltar que as barragens desempenham um papel essencial no desenvolvimento sustentável, desde que sejam construídas e gerenciadas de forma responsável e segura. Portanto, essas estruturas incríveis podem fornecer recursos importantes para a sociedade, contribuindo para o bem-estar de todos.

## PARA QUE SERVEM AS BARRAGENS E QUAIS SÃO SEUS BENEFÍCIOS?

As barragens são estruturas incrivelmente versáteis e desempenham um papel fundamental em diversas áreas da sociedade. Elas oferecem uma ampla gama de benefícios e contribuem para o desenvolvimento de atividades essenciais para o ser humano. As barragens podem ser utilizadas para fins diversos, como agricultura, pecuária, abastecimento de água e geração de energia elétrica, bem como para outras funções fundamentais, como regularização de vazões e preservação de matas ciliares.

No setor agrícola, as barragens são utilizadas para a irrigação de culturas e para garantir a disponibilidade de água para os animais, contribuindo para o aumento da produção e para a segurança alimentar. Já no setor energético, as barragens são responsáveis pela geração de energia elétrica, uma fonte limpa e renovável, que contribui para a redução da dependência de combustíveis fósseis e para a mitigação das mudanças climáticas.

Além disso, as barragens também são utilizadas para o abastecimento de água em cidades e regiões, garantindo o acesso à água para a população e contribuindo para a promoção da saúde pública. Elas também são importantes para a regularização de vazões, prevenindo enchentes e secas, e para a preservação das matas ciliares, que são essenciais para a manutenção da biodiversidade e para a proteção dos recursos hídricos.

Em resumo, as barragens são estruturas vitais para o desenvolvimento sustentável, garantindo o acesso à água e à energia, a produção de alimentos e a preservação dos ecossistemas.

## CONHECENDO OS PRINCIPAIS COMPONENTES DE UMA BARRAGEM

A construção de uma barragem de aterro convencional é um processo que requer a integração de diversos elementos para reter, controlar e armazenar a água. Os principais componentes de uma barragem de aterro convencional são: o barramento, que funciona como uma parede que impede a água de escapar; a estrutura extravasora, que é uma parte que controla o excesso de água; e o reservatório, onde a água é armazenada. Esses elementos trabalham juntos para garantir a segurança e a eficácia da barragem.

O barramento é uma estrutura transversal construída ao longo do curso de água, sendo responsável por reter a água. A seção transversal do barramento é geralmente em forma trapezoidal, onde a parte superior é conhecida como coroamento ou crista. O lado do barramento em contato com a água é chamado de talude de montante, enquanto o outro lado oposto à água é conhecido como talude de jusante.

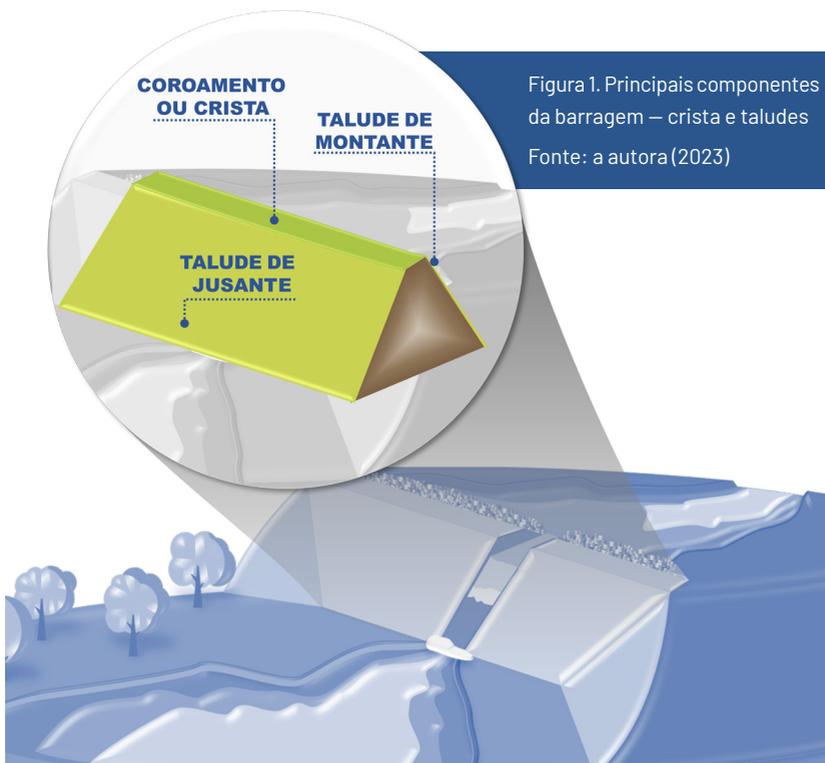


Figura 1. Principais componentes da barragem – crista e taludes

Fonte: a autora (2023)



A estrutura extravasora é um elemento fundamental para garantir a segurança das barragens de terra, pois permite que a água excedente seja escoada de forma controlada, evitando o transbordamento da barragem. Existem diversos tipos de extravasores, alguns exemplos mais comuns são:

- ≈ Soleira livre: são estruturas que permitem que a água excedente seja escoada através de uma abertura na parte superior da barragem.
- ≈ Canais extravasores: são canais construídos ao redor da barragem que permitem que a água excedente seja escoada para fora da barragem.
- ≈ Tubos extravasores: são tubulações instaladas no corpo da barragem que permitem que a água excedente seja escoada de forma controlada para fora da barragem.

Os extravasores podem ser equipados com comportas ou válvulas de controle para regular a quantidade de água que flui pelo canal.

É importante destacar que a escolha do tipo de extravasor depende das características da barragem e das condições hidrológicas da região. Os extravasores devem ser dimensionados de forma adequada para garantir a segurança da barragem e evitar danos ao meio ambiente, incluindo a proteção de rios, lagos e áreas de preservação ambiental. Portanto, a escolha do tipo de extravasor deve ser realizada por profissionais experientes e qualificados, considerando todas as características da barragem e da região, de forma a garantir a segurança da estrutura e a preservação dos recursos naturais.

Já o reservatório é a área atrás do barramento que é inundada com água, e é responsável por armazenar a água coletada e utilizá-la para diversas finalidades, como irrigação, abastecimento de água e geração de energia elétrica. É relevante ressaltar que a capacidade do reservatório é diretamente relacionada

à altura do barramento e à topografia do terreno. A altura do barramento determina a capacidade de armazenamento de água do reservatório, enquanto a topografia do terreno influencia a área de inundação e, conseqüentemente, a capacidade total do reservatório.

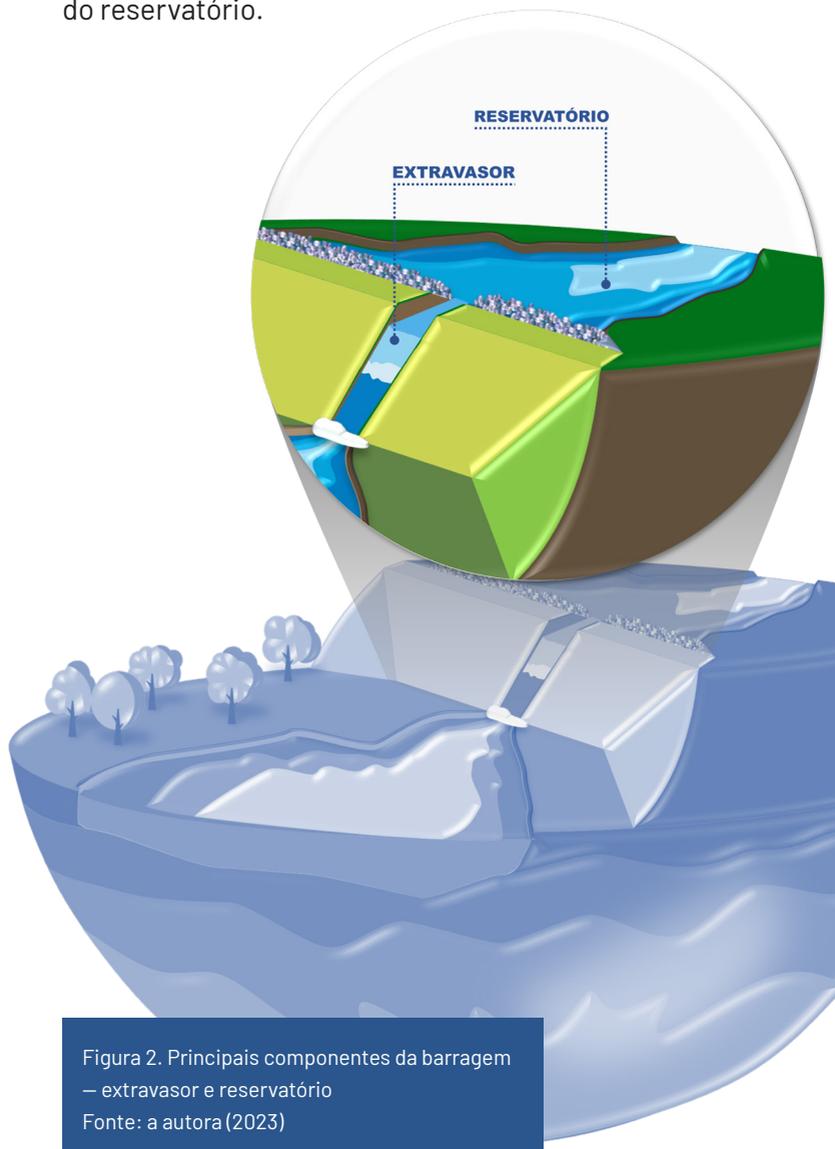


Figura 2. Principais componentes da barragem – extravasor e reservatório  
Fonte: a autora (2023)

## QUEM SÃO OS RESPONSÁVEIS PELA SEGURANÇA DAS BARRAGENS?

Com a aprovação da Lei n.º 12.334/2010, que instituiu a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), o empreendedor se tornou o responsável legal pela segurança dessas estruturas. E quem é o empreendedor? É a pessoa física ou jurídica que detém a outorga, licença, registro, concessão, autorização ou outro ato que lhe confira o direito de operação da barragem e do respectivo reservatório, ou ainda, aquele com direito real sobre as terras onde a barragem se localize, caso não haja um explorador oficial.

É importante destacar que as responsabilidades do empreendedor são amplas e incluem:

- ≈ o reparo dos danos decorrentes do rompimento, vazamento ou mau funcionamento da barragem, independentemente da existência de culpa;
- ≈ a organização e manutenção das informações e documentos relacionados ao projeto, construção, operação, manutenção, segurança e, quando necessário, desativação da barragem em boas condições de conservação;
- ≈ o cumprimento das determinações do órgão fiscalizador dentro dos prazos estabelecidos.

Ao estabelecer tais responsabilidades, a lei busca garantir a segurança das barragens e dos seus arredores, protegendo a vida e o meio ambiente. Dessa forma, é imprescindível que o empreendedor atue de forma responsável e comprometida, cumprindo todas as normas e garantindo a segurança da população e do meio ambiente. Afinal, barragens são importantes recursos para a sociedade, mas devem ser gerenciadas com responsabilidade e segurança.



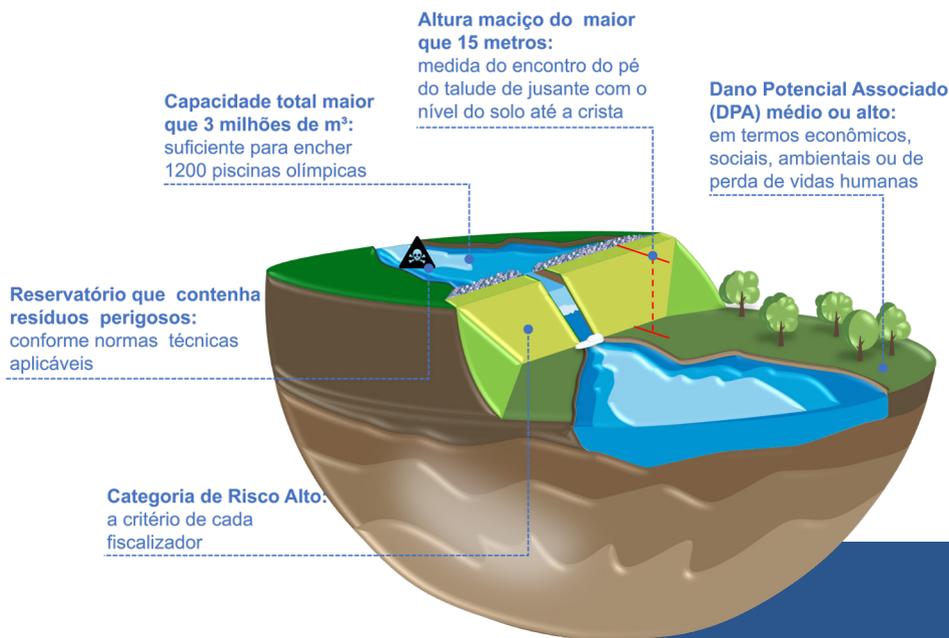
Além da responsabilidade do empreendedor, a lei também atribui ao órgão fiscalizador a responsabilidade de fiscalizar as barragens. No estado de Mato Grosso do Sul, o órgão fiscalizador de barragens é o Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul (Imasul), quando estão localizadas em rios estaduais e têm a finalidade de acumular água, exceto para geração de energia elétrica. Compete ao fiscalizador a responsabilidade de monitorar o cumprimento das normas e aplicar sanções em caso de descumprimento. Assim, a lei estabelece uma parceria entre empreendedor e fiscalizador na busca pela segurança das barragens e proteção da população e do meio ambiente.

# REGULARIZAÇÃO

## POLÍTICA NACIONAL DE SEGURANÇA DE BARRAGENS

A Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), criada pela Lei Federal n.º 12.334/2010, tem como objetivo principal assegurar que as barragens em território nacional atendam aos padrões de segurança, garantindo a proteção da vida humana e do meio ambiente.

A PNSB se aplica a barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais que apresentem pelo menos uma das seguintes características:





As barragens que se enquadram na PNSB são submetidas a uma série de medidas para garantir a segurança e prevenção de acidentes. Uma dessas medidas é a elaboração do Plano de Segurança da Barragem (PSB), um documento detalhado que reúne informações sobre o empreendedor, os dados técnicos do projeto, a estrutura organizacional da equipe responsável pela segurança da barragem, manuais de procedimentos e monitoramento, além do Plano de Ação de Emergência (PAE), relatórios de inspeções regulares e especiais e Revisões Periódicas da Segurança da Barragem (RPSB).

É importante ressaltar que, mesmo que uma barragem não esteja submetida à PNSB, o empreendedor é responsável por sua segurança e deve estar comprometido com a segurança da estrutura. Afinal, a segurança das barragens é fundamental para garantir a proteção da vida humana e do meio ambiente. Por isso, a adoção de boas práticas de engenharia, monitoramento e manutenção é essencial para prevenir acidentes e assegurar a tranquilidade e o bem-estar da população. O cuidado com as barragens deve ser uma preocupação constante de seus responsáveis, visando sempre à segurança e ao desenvolvimento sustentável da região.

Figura 3. Características que submetem a barragem à PNSB  
Fonte: a autora (2023)



## SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SEGURANÇA DE BARRAGENS

O Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB) é uma iniciativa muito significativa para garantir a segurança das barragens no Brasil. Ele funciona como um cadastro centralizado de informações sobre todas as barragens do país, independentemente da finalidade, altura ou capacidade do reservatório.

Criado pela Lei n.º 12.334/2010, o SNISB tem como objetivo manter as informações relacionadas à segurança das barragens em construção, operação e até mesmo aquelas que já foram desativadas. Cada entidade ou órgão fiscalizador de segurança de barragens é responsável por inserir os dados no sistema, garantindo sua atualização constante.

O acesso às informações contidas no SNISB é garantido a toda a sociedade, o que possibilita a fiscalização e o monitoramento do estado das barragens em todo o país. Isso traz mais transparência e segurança para a população brasileira.

### CLASSIFICAÇÃO DE BARRAGENS

As barragens são estruturas complexas que requerem um constante monitoramento e avaliação da sua segurança. Para garantir a segurança das barragens, os agentes fiscalizadores devem classificá-las por categoria de risco, dano potencial associado e volume, seguindo critérios gerais estabelecidos pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH).

A classificação de barragens é um processo importante para definir as medidas de segurança adequadas e necessárias para cada tipo de estrutura, permitindo que as barragens sejam avaliadas de acordo com seus riscos e potenciais danos, o que possibilita uma rápida intervenção em caso de emergência. Além disso, a classificação também orienta a adoção de medidas preventivas e corretivas para garantir a segurança das barragens.



## CATEGORIA DE RISCO

A classificação da barragem quanto à Categoria de Risco é um processo detalhado e cuidadoso que leva em conta diversos fatores que podem afetar sua estabilidade. Os critérios avaliados incluem a análise das características técnicas, que consideram a estabilidade dos maciços e fundações. Isso significa avaliar se o solo e as rochas têm capacidade suficiente para suportar o peso da barragem. Além disso, é analisada a capacidade do vertedouro em dissipar energia e escoar a água em excesso de forma segura.

A altura da barragem e a capacidade do reservatório também são fatores importantes a serem considerados. Barragens mais altas e com reservatórios maiores requerem cuidados especiais devido à pressão adicional exercida sobre a estrutura. Além disso, o estado de conservação e presença de vegetação próxima à barragem podem afetar sua estabilidade, exigindo medidas preventivas e um monitoramento constante.

Por meio da classificação da Categoria de Risco, é possível identificar as barragens que apresentam maiores riscos de rompimento e, assim, tomar medidas preventivas para garantir a segurança da população e do meio ambiente.

## DANO POTENCIAL ASSOCIADO

O Dano Potencial Associado à barragem é um critério de classificação que leva em consideração as consequências que podem ocorrer caso a estrutura apresente problemas de rompimento, vazamento, infiltração no solo ou mau funcionamento. Esses danos podem afetar não apenas a área da barragem, mas também as regiões a jusante, ou seja, abaixo da barragem.

A classificação por Dano Potencial Associado é feita com base no potencial de perdas de vidas humanas e nos impactos



econômicos, sociais e ambientais decorrentes da ruptura da barragem. É importante destacar que essa classificação não leva em consideração a probabilidade de ocorrência de um evento desse tipo, mas sim o potencial de danos que podem ser causados.

Assim, a classificação por Dano Potencial Associado é uma ferramenta importante para avaliar a segurança da barragem e planejar medidas de prevenção e mitigação de riscos. É fundamental que as barragens sejam classificadas corretamente nesse critério para garantir a segurança da população e do meio ambiente a jusante da barragem.

## IMPORTÂNCIA DAS AUTORIZAÇÕES AMBIENTAIS

A água é um recurso natural essencial para a sobrevivência humana e o desenvolvimento econômico e social. Ela é utilizada para uma ampla variedade de finalidades, como abastecimento de água para consumo humano, dessedentação de animais, irrigação de culturas agrícolas, uso industrial, geração de energia elétrica, lançamento de efluentes, preservação ambiental, paisagismo, lazer, aquicultura, navegação e muitos outros fins.

Para que esses diferentes usos da água possam ocorrer de forma harmoniosa, é necessário que sua distribuição seja adequada, levando em conta as demandas atuais e futuras e minimizando conflitos entre os diversos setores de usuários. Além disso, é preciso assegurar que a utilização da água não cause impactos ambientais negativos nos corpos hídricos.

Para poder usar a água, é preciso ter a Outorga de Direito de Uso, que é uma autorização concedida pelo poder público para o uso do recurso hídrico. Essa outorga é uma forma de garantir que a água seja utilizada de forma sustentável e que não haja conflitos entre os diferentes usuários.



Além da outorga, é necessário obter a Licença Ambiental, que é uma autorização para operar o empreendimento que faz uso da água. Essa licença é concedida após uma avaliação técnica do projeto, levando em consideração os possíveis impactos ambientais que o empreendimento pode causar.

É importante ressaltar que a Outorga de Direito de Uso e a Licença Ambiental são duas autorizações distintas e complementares. Isso significa que é necessário obter ambas as autorizações para poder instalar e operar um empreendimento que faz uso da água. Portanto, antes de iniciar qualquer projeto que envolva a utilização de água, é fundamental verificar a necessidade de solicitar tanto a Outorga quanto a Licença Ambiental.

## OUTORGA DE DIREITO DE USO DE RECURSOS HÍDRICOS

A Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos é uma ferramenta significativa na gestão dos recursos naturais, garantindo que o uso da água seja feito de forma sustentável e responsável. Ela consiste na autorização concedida pelo Estado para o uso dos recursos hídricos, nos termos e condições expressas no respectivo ato. Essa autorização considera as legislações específicas vigentes e permite o acesso aos recursos hídricos para diversos fins, como abastecimento humano, irrigação, indústria, geração de energia elétrica, entre outros, de forma preestabelecida e por tempo determinado.

A outorga é uma importante ferramenta para o controle qualitativo da água, garantindo a disponibilidade e a sustentabilidade desses recursos para as gerações presentes e futuras. Ela também é fundamental para minimizar conflitos entre os diversos setores de usuários e evitar impactos ambientais negativos aos corpos hídricos.

Com a outorga, é possível estabelecer um equilíbrio entre a demanda por água e a disponibilidade desse recurso natural.





Além disso, ela promove a gestão integrada dos recursos hídricos, o que possibilita o planejamento e a tomada de decisões mais eficientes e sustentáveis para o uso da água.

Dessa forma, a outorga de direito de uso de recursos hídricos é uma medida fundamental para garantir o uso sustentável da água e a preservação desse recurso tão fundamental para a vida e para o desenvolvimento econômico e social.

## LICENÇA AMBIENTAL

O licenciamento ambiental é uma importante ferramenta prevista pela Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) para garantir que as atividades humanas que utilizam recursos ambientais sejam realizadas de forma sustentável e responsável. Por meio desse processo, o órgão ambiental competente analisa os potenciais impactos ambientais de empreendimentos e atividades, estabelecendo as condições, restrições e medidas de controle ambiental que deverão ser cumpridas pelo empreendedor.

O licenciamento é um procedimento obrigatório para as atividades que podem causar impactos negativos no meio ambiente, tais como poluição do ar, da água ou do solo, alteração da paisagem, entre outros. Assim, a sua finalidade é assegurar que os empreendimentos sejam planejados e operados de forma a minimizar seus impactos ambientais e a proteger a saúde pública.

Ao emitir a licença ambiental, o órgão ambiental estabelece as condições que deverão ser cumpridas pelo empreendedor, tais como a realização de estudos ambientais, a implementação de medidas de controle e monitoramento ambiental, a adoção de tecnologias mais limpas e a capacitação de seus funcionários. Dessa forma, o licenciamento ambiental é fundamental para garantir a proteção do meio ambiente e a qualidade de vida das pessoas que vivem nas áreas próximas aos empreendimentos.

# SEGURANÇA

## MANTENDO BARRAGENS SEGURAS

A construção de barragens é uma atividade que oferece riscos potenciais, e por isso é necessário que sejam adotadas medidas preventivas para reduzir a possibilidade de acidentes ou desastres. É importante lembrar que, embora muitas barragens sejam consideradas seguras, a manutenção e inspeção periódicas são essenciais para garantir a segurança dessas estruturas.

Para assegurar a segurança das barragens, é fundamental que sejam observados padrões de segurança, além do respeito à legislação vigente. Dentre as medidas que devem ser adotadas, destacam-se a manutenção e o acompanhamento de todos os componentes da barragem, bem como um engenheiro responsável pela segurança da estrutura. Essas medidas são fundamentais para garantir a segurança das pessoas e do meio ambiente, bem como a efetividade da barragem para as finalidades a que se destina.

## PRINCIPAIS PATOLOGIAS

A seguir, abordaremos as principais patologias relacionadas à segurança de barragens. As patologias são problemas que podem ocorrer em estruturas e equipamentos, e que podem comprometer a segurança e o bom funcionamento de uma barragem.



## SURGÊNCIA OU INFILTRAÇÃO

A surgência é um fenômeno que ocorre quando a água do reservatório se infiltra no solo e atravessa a estrutura da barragem, criando áreas úmidas. Esse processo, conhecido como percolação, pode comprometer a integridade da barra-

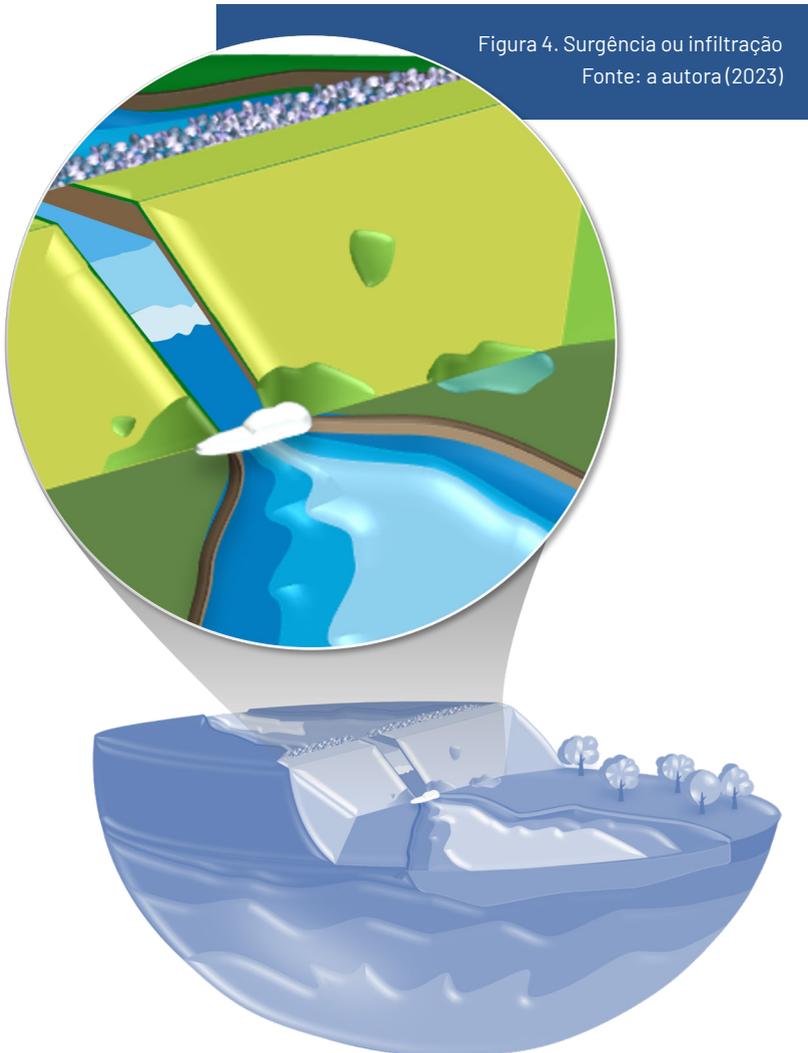


Figura 4. Surgência ou infiltração  
Fonte: a autora (2023)



gem e, por isso, é uma preocupação constante na segurança da estrutura. É importante estar atento à surgência e realizar inspeções regulares para identificar possíveis problemas e garantir a segurança da barragem.

### **COMO IDENTIFICAR?**

Para identificar a surgência em uma barragem, é importante estar atento a alguns sinais, como a presença de áreas úmidas tanto nos taludes quanto a jusante da estrutura. É comum observar uma coloração característica de material umedecido, além do crescimento de vegetação viçosa sem um motivo aparente. Outro indicativo pode ser o surgimento de água, seja limpa ou turva, em pontos inesperados.

### **O QUE FAZER?**

Em situações de surgência em barragens, a solução mais adequada pode envolver a execução de drenos para diminuir a pressão hidrostática ou até mesmo o reforço da estrutura do maciço ou da fundação para garantir sua estabilidade e segurança. A escolha da solução a ser adotada dependerá das características. É importante que tais intervenções sejam realizadas por profissionais capacitados e experientes na área de engenharia de barragens.

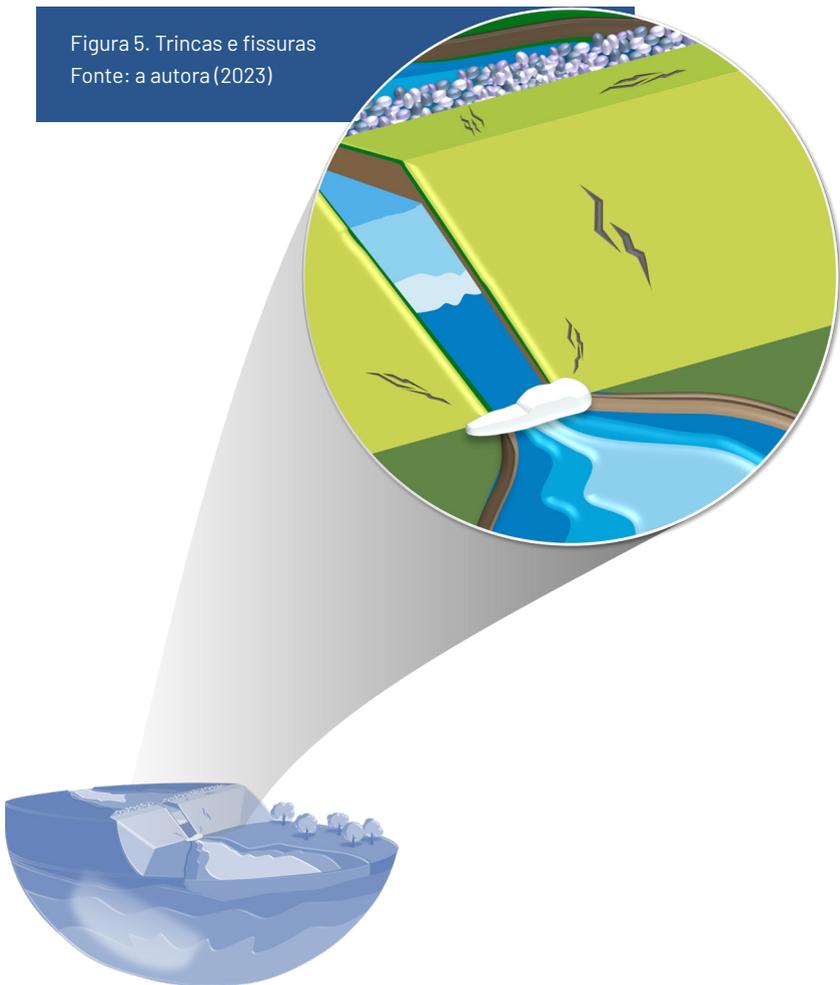
Quando se trata de percolação em barragens, é importante agir rapidamente para evitar danos maiores. A percolação se torna especialmente perigosa quando o solo do maciço ou da fundação é arrastado pelo fluxo de água, o que pode levar a água a ficar com uma coloração turva. Se isso estiver acontecendo em sua barragem, é necessário realizar a manutenção corretiva imediatamente, com a orientação de um engenheiro especializado em barragens.

## TRINCAS E FISSURAS

As fissuras são como pequenas brechas no maciço, que podem representar uma ameaça para a estabilidade da barragem. Essas aberturas podem alterar a capacidade de resistência do material, permitindo a entrada de água no maciço e aumentando os efeitos da percolação. É importante estar atento a essas fissuras e tomar as medidas necessárias para prevenir ou corrigir o problema. Afinal, garantir a segurança da barragem é essencial para prevenir acidentes e desastres.

Figura 5. Trincas e fissuras

Fonte: a autora (2023)





## COMO IDENTIFICAR?

A maior parte das fissuras é visível externamente, podendo ocorrer no coroamento ou ao longo dos taludes de montante e de jusante. Porém, existem também fissuras interiores no corpo da barragem, resultantes de variações do estado de tensão do maciço. Nesses casos, é necessário utilizar métodos geofísicos, amostragens e sondagens para identificá-las. A observação constante dessas fissuras é essencial para evitar o comprometimento da estabilidade da barragem e tomar medidas preventivas ou corretivas quando necessário.

## O QUE FAZER?

Para garantir a segurança da barragem, é importante registrar as características das fissuras, como a localização, direção, comprimento e largura, a fim de monitorar sua evolução. Caso seja observado aumento das fissuras ou o aparecimento de água através delas, é fundamental realizar a manutenção corretiva imediatamente.

Existem diversas opções de solução para fissuras em barragens. Uma delas é o reforço estrutural, que pode ser feito com o uso de tirantes ou outros elementos capazes de aumentar a resistência da estrutura. Outra alternativa é realizar obras para impedir a infiltração de água nas fissuras, como a impermeabilização do talude. Cada caso deve ser analisado cuidadosamente por um engenheiro de barragens para determinar a melhor solução para garantir a segurança da estrutura.

## EROSÕES

Erosão é um processo natural de desgaste e transformação da superfície terrestre causado pela ação de agentes como a água e o vento. Ela acontece quando a força desses agentes é maior do que a capacidade da terra em resistir, resultando em deslocamento de solos, rochas e sedimentos. A ação constante de diversos agentes externos pode causar o desgaste do talude de uma barragem, tornando-a mais suscetível a erosões. O escoamento da água de chuva, as ondas do reservatório, a atividade de animais que bebem água no reservatório, o vento, entre outros fatores, são exemplos de agentes que podem contribuir para o processo erosivo. Além disso, as estruturas hidráulicas também podem sofrer erosão devido ao arranque de blocos ou a fenômenos como cavitação e abrasão.

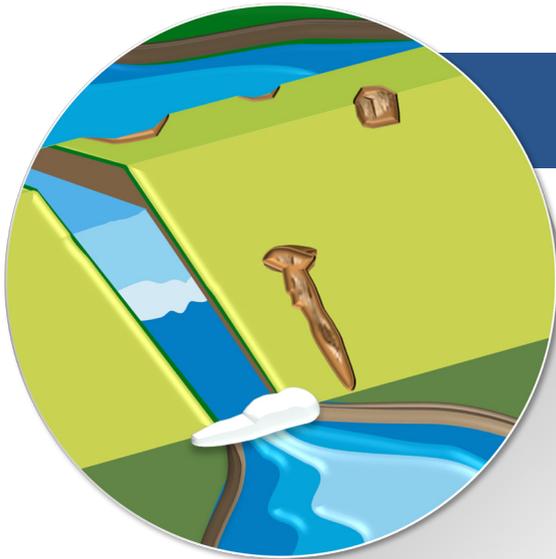
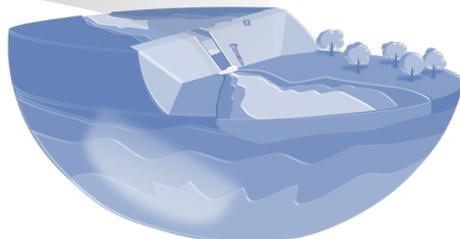


Figura 6. Erosões  
Fonte: a autora (2023)



## COMO IDENTIFICAR?

As erosões são facilmente identificáveis por meio de mudanças visíveis na paisagem ao redor da barragem. Buracos, cavidades, sulcos e depressões na superfície dos taludes ou na região do extravasor podem indicar processos erosivos em curso. Outro sinal evidente de erosão é a presença de detritos transportados pelo escoamento. Esses materiais, como pedras e sedimentos, são arrastados pela força da água e acabam depositados em outros pontos do reservatório, evidenciando a erosão em progresso.

A falta de revestimento do extravasor também pode indicar a possibilidade de ocorrência de erosão na estrutura hidráulica da barragem. A erosão pode causar o arranque de blocos da estrutura e comprometer a integridade da barragem.

## O QUE FAZER?

Existem diversas soluções para a erosão em barragens de terra, e a escolha da mais adequada depende das características da barragem e do ambiente em que ela se encontra. Em casos mais leves, pode ser possível preencher a área afetada com solo compactado e a revegetação, que consiste no plantio de espécies vegetais com raízes resistentes, capazes de reter o solo e evitar a erosão. No entanto, se o desgaste for grande ou houver risco iminente de ruptura da barragem, pode ser necessária uma reconstrução completa da estrutura, com o auxílio de profissionais especializados em engenharia de barragens para que sejam realizadas as medidas corretivas adequadas.

Para prevenir erosões, é importante realizar a proteção da superfície do talude e da estrutura hidráulica, com o objetivo de minimizar o desgaste natural causado pelo escoamento da água de chuva, das ondas do reservatório, dos animais que bebem água no reservatório, do vento ou outros agentes externos. É importante também monitorar constantemente as áreas suscetíveis a erosões e registrar qualquer alteração observada.

## DESLIZAMENTO OU DESMORONAMENTO

Deslizamentos e desmoronamentos são movimentos do solo que podem afetar a estabilidade da barragem, podendo ocorrer tanto de forma superficial nos taludes de montante e jusante como também de forma profunda, ocorrendo o movimento de grandes massas de solos e, eventualmente, do terreno de fundação. Esses eventos podem ser causados por diversos fatores, como a alteração das características do solo, excesso de água no maciço, sobrecarga, entre outros. É importante identificar e monitorar esses movimentos para que sejam tomadas medidas preventivas e corretivas necessárias para garantir a segurança da barragem.

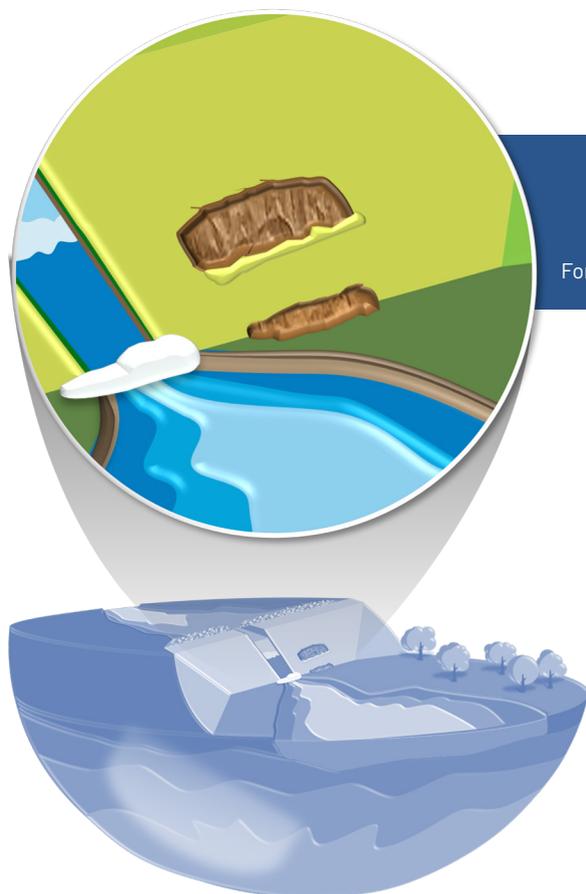


Figura 7.  
Deslizamento ou  
desmoronamento  
Fonte: a autora (2023)

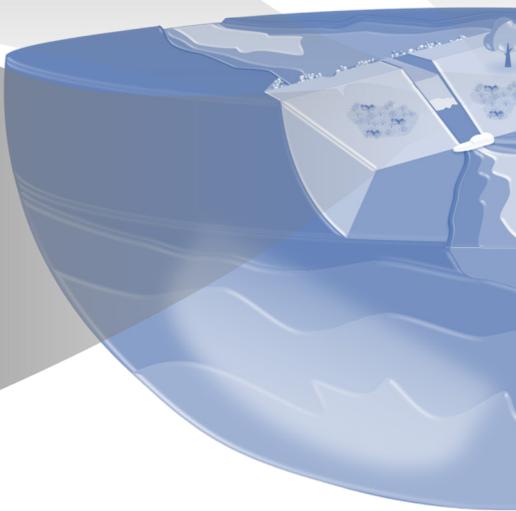
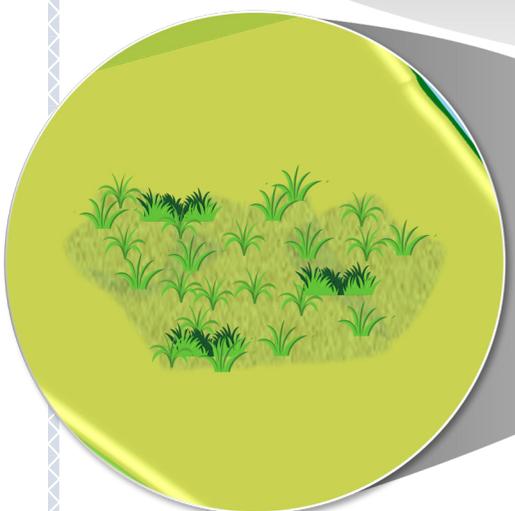
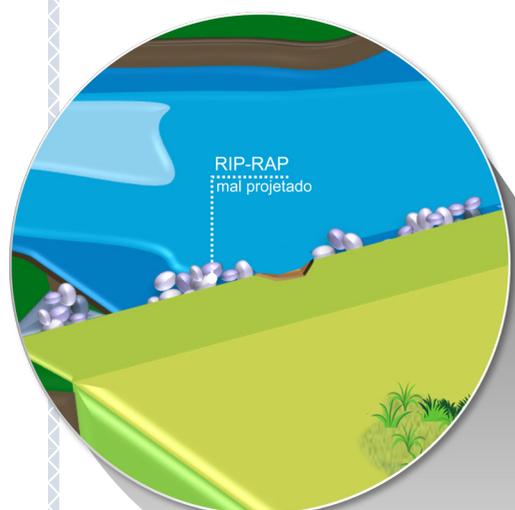


## COMO IDENTIFICAR?

Os deslizamentos em barragens podem ser identificados por meio da observação visual dos taludes de montante e jusante, verificando se há a presença de escorregamentos ou deformações no solo. Os deslizamentos de superfície podem provocar a obstrução da entrada dos extravasores ou a ocorrência de deslizamentos profundos de maiores dimensões. O monitoramento por meio de instrumentação geotécnica, como piezômetros e inclinômetros, pode detectar eventuais movimentações no maciço da barragem. Além disso, a análise de imagens de satélite e fotografias aéreas pode ajudar a identificar deslizamentos e avaliar o seu tamanho e extensão.

## O QUE FAZER?

Para garantir a segurança da barragem frente aos deslizamentos, é importante realizar monitoramentos frequentes nos taludes de montante e jusante. Caso seja identificada alguma movimentação no maciço da barragem, é recomendado baixar o nível do reservatório para minimizar os riscos. Além disso, a manutenção preventiva deve ser realizada regularmente para evitar o agravamento das condições. Se houver indícios de percolação ou agravamento das condições, a manutenção corretiva deve ser realizada imediatamente, sempre com a orientação de um engenheiro de barragens experiente.



## FALHA NA PROTEÇÃO DA SUPERFÍCIE

As proteções superficiais são essenciais para garantir a resistência da barragem à erosão, que pode ser causada por diversos fatores, como o escoamento da água de chuva, as ondas do reservatório e o ressecamento do solo. No entanto, se a proteção superficial do maciço da barragem não estiver funcionando de forma adequada, é possível ocorrer erosões e carreamento de solo, comprometendo a integridade da estrutura.

Os dois tipos mais comuns de proteção utilizados em barragens de terra são o rip-rap e a cobertura vegetal. É importante que a escolha do tipo de proteção seja feita considerando as características do local e as condições ambientais.



Figura 8. Falha na proteção da superfície  
Fonte: a autora (2023)

### RIP-RAP

O rip-rap é uma técnica de proteção superficial muito comum em barragens de terra. Basicamente, é composto por duas camadas que formam um revestimento de pedras ao longo do talude. A camada externa é formada por pedras maiores que servem para proteger o talude, principalmente da força das ondas. Já a camada interna é formada por pedras menores, com a função de evitar que a água que passa pela camada exterior carregue partículas do solo do talude.

No entanto, é importante salientar que um rip-rap mal projetado pode ocasionar deslocamento de pedras e erosões concentradas, o que pode comprometer a eficácia da proteção e a integridade da estrutura. Por isso, é fundamental que o rip-rap seja bem dimensionado e executado por profissionais especializados.

### COBERTURA VEGETAL

A cobertura vegetal é uma técnica de proteção superficial muito utilizada em barragens de terra. Essa técnica consiste no plantio de vegetação, geralmente grama, nos taludes da barragem, que oferece uma camada protetora contra a erosão provocada pela ação do escoamento da água de chuva, do ressecamento do solo e outras situações.

Além de garantir a resistência à erosão, a cobertura vegetal proporciona outros benefícios, como a absorção da água da chuva, redução da temperatura do solo e melhora da biodiversidade no entorno da barragem.

Entretanto, para que a cobertura vegetal seja eficaz, é necessário que a grama seja mantida aparada com altura máxima de 15 centímetros. Isso permitirá a inspeção do maciço, bem como evitar a ocorrência de tocas de animais e impedir o crescimento de plantas com raízes profundas que possam comprometer a estabilidade da barragem.



Portanto, a cobertura vegetal é uma alternativa interessante para a proteção superficial em barragens, desde que seja realizada de forma adequada e acompanhada de manutenção constante.

## ÁRVORES E ARBUSTOS

As árvores e arbustos têm um papel importante no meio ambiente, porém, quando plantados em áreas próximas às barragens, podem representar um risco à segurança da estrutura. As raízes das árvores e arbustos podem penetrar no solo, criando caminhos preferenciais de água e fragilizando o maciço da barragem. Quando as árvores são cortadas tardiamente, arrancadas pelo vento ou morrem, as raízes que ficam no solo podem acabar apodrecendo e deixando o solo mais frágil e poroso. Isso pode levar a problemas de estabilidade na estrutura da barragem, aumentando o risco de ruptura. Por esse motivo, é importante que se evite o plantio de árvores e arbustos em áreas próximas às barragens. Caso já existam árvores e arbustos nessas áreas, é fundamental que seja realizada uma manutenção preventiva, com a manutenção dessas plantas antes que elas possam causar danos à estrutura. Dessa forma, é possível garantir a segurança da barragem e a preservação do meio ambiente de maneira sustentável.

### O QUE FAZER?

Em caso de falha na proteção da superfície, é fundamental realizar uma avaliação da situação para identificar as possíveis causas e as medidas necessárias para reparar a área afetada. Em alguns casos, pode ser necessário refazer a proteção superficial do maciço, com a utilização de materiais mais adequados ou com a implantação de um novo sistema de proteção.



Além disso, é importante realizar uma inspeção regular na barragem para identificar possíveis falhas na proteção superficial e adotar as medidas necessárias para corrigir as falhas detectadas. É fundamental buscar a orientação de um engenheiro de barragens, que poderá avaliar a situação e indicar as medidas necessárias para garantir a segurança da estrutura.

Caso a falha na proteção volte a ocorrer ou aumente a sua dimensão, é imprescindível buscar o auxílio de um profissional especializado para evitar maiores danos à barragem e garantir a segurança das pessoas e do meio ambiente. A prevenção e a manutenção periódica são fundamentais para garantir a segurança de barragens e evitar possíveis acidentes.

## BURACOS OU PASSAGEM DE ANIMAIS

As tocas de animais, formigueiros e cupinzeiros podem ter um impacto significativo na barragem, criando buracos, túneis e cavernas que podem servir como entrada para água superficial penetrar no solo. Isso pode causar erosão interna, rupturas localizadas e, em casos extremos, até mesmo o colapso da barragem. Além disso, o tráfego de animais pode contribuir para o acúmulo de água em determinadas áreas e pode danificar a camada de proteção da superfície. É importante observar esses riscos e tomar medidas para mitigá-los, a fim de garantir a segurança da barragem.

### **COMO IDENTIFICAR?**

Há algumas espécies de plantas e árvores que são conhecidas por atrair e estimular o desenvolvimento de animais e insetos. Identificar essas áreas pode ser feito por meio da observação da presença de vida selvagem ao redor das plantas e árvores. É importante que o empreendedor dê atenção especial a essas áreas, reconhecendo sua importância para a biodiversidade.

## O QUE FAZER?

Quando se deparar com buracos causados por animais ou insetos, a melhor forma de lidar com isso é preencher o buraco com material adequado e bem compactado, para evitar acidentes e quedas. Além disso, é importante controlar a população de insetos e animais para evitar possíveis danos futuros. Caso haja danos devido ao tráfego de animais, recomenda-se cercar a área e reparar a camada de proteção da superfície para evitar a erosão. Lembrando sempre a importância de preservar a fauna e a flora em nossos ambientes, adotando medidas que garantam a segurança e sustentabilidade do local.

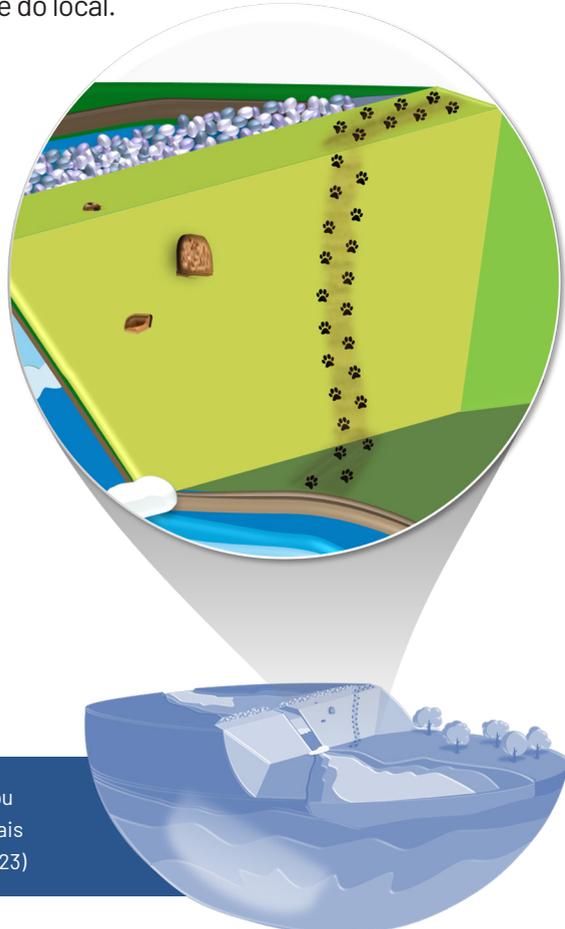


Figura 9. Buracos ou passagem de animais  
Fonte: a autora (2023)

## OBSTRUÇÕES OU DETERIORAÇÃO DE EXTRAVASORES

É importante manter uma atenção especial aos extravasores, que são responsáveis por garantir o fluxo adequado de água em reservatórios. Qualquer tipo de obstrução ou deterioração do revestimento pode causar redução na capacidade de escoamento da água, o que pode gerar problemas no futuro. Por isso, é essencial garantir que o revestimento do extravasor esteja adequado e livre de entulhos tanto a jusante como a montante deste, a fim de garantir que a água possa fluir de forma segura e contínua.

### **COMO IDENTIFICAR?**

Para identificar possíveis problemas com o extravasor, fique atento à presença de acumulação de entulhos nas proximidades, pois isso pode indicar a existência de obstruções que comprometam o fluxo da água. Além disso, a deterioração do revestimento pode ser identificada pela perda de estabilidade ou até mesmo pela queda de blocos rochosos das encostas dos extravasores. É importante realizar inspeções regulares para garantir que o extravasor esteja em bom estado de conservação e funcionando corretamente.

### **O QUE FAZER?**

Para garantir a eficiência do sistema de barragem, é importante realizar a limpeza de troncos e outros obstáculos que possam atrapalhar o fluxo da água. Isso deve ser feito em todas as áreas da barragem, desde as proximidades do reservatório até a área a jusante e montante do extravasor. No caso de problemas relacionados à deterioração, é fundamental contar com a orientação de um engenheiro de barragens. Dessa forma, será possível identificar as melhores soluções para resolver o problema de forma segura e eficaz. É importante lembrar que a manutenção adequada da barragem contribui para a segurança da população e para a preservação dos recursos hídricos.

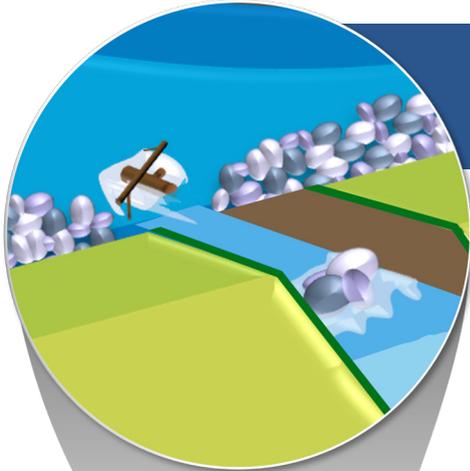
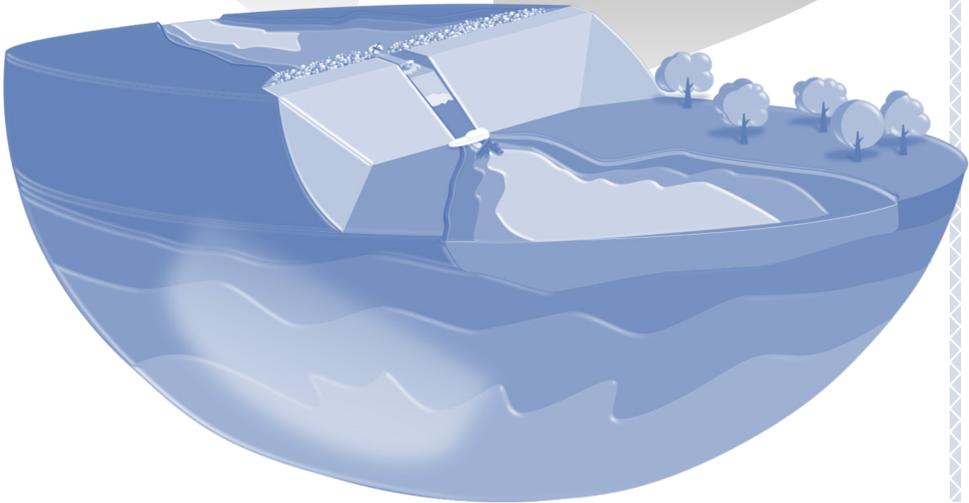
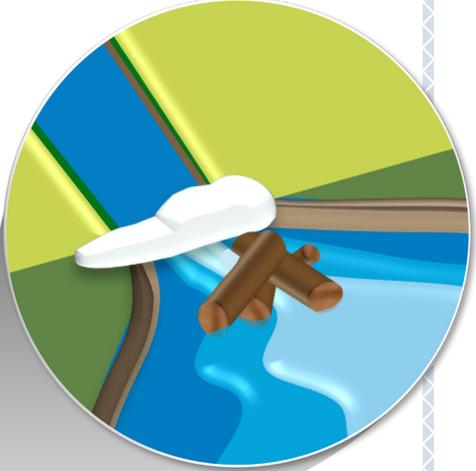


Figura 10. Obstruções ou deterioração de extravasores  
Fonte: a autora (2023)





## ASSOREAMENTO

O assoreamento é um problema que pode impactar significativamente a capacidade de acumulação da barragem. Ele ocorre quando sedimentos como areia, barro e pedregulho são transportados para dentro do reservatório, se acumulando gradualmente no fundo. Com o tempo, essa acumulação pode levar a uma redução do volume disponível para o armazenamento de água, o que pode prejudicar a capacidade da barragem.

### **COMO IDENTIFICAR?**

Para identificar o assoreamento em uma barragem, é possível realizar uma inspeção visual e verificar se há vestígios ou acúmulo de material no reservatório. No entanto, para uma verificação mais precisa, é recomendável fazer uma batimetria, que é uma medição detalhada da profundidade do reservatório e da distribuição dos sedimentos no fundo. Dessa forma, é possível tomar medidas preventivas e corretivas para garantir a segurança e a eficiência da barragem.

### **O QUE FAZER?**

Uma solução para combater o problema do assoreamento na barragem é recolher o material sólido que se acumula no fundo do reservatório e identificar as causas que levam a essa acumulação. Para evitar a recorrência do problema, é importante adotar medidas que impeçam o transporte de materiais como areia, barro e pedregulho para dentro do reservatório. Essas medidas podem incluir a construção de barreiras físicas ou a adoção de práticas de conservação do solo nas áreas ao redor da barragem.

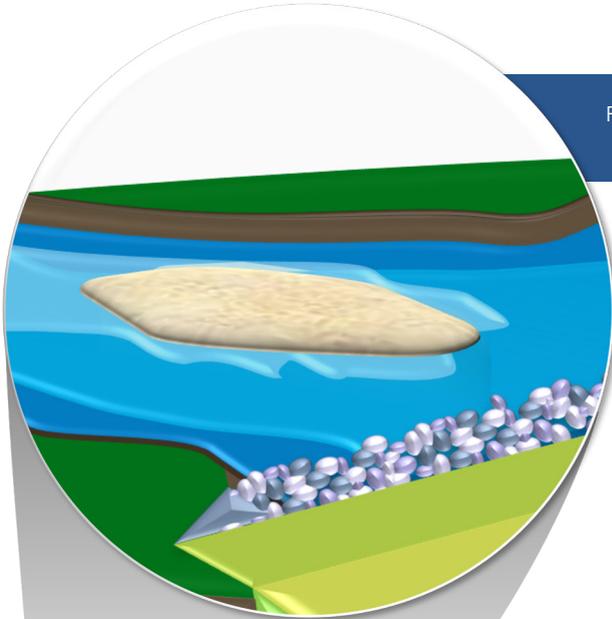
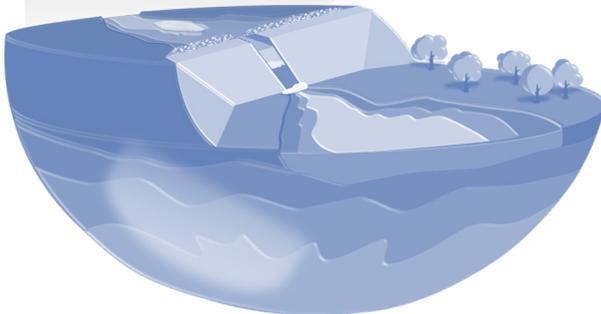


Figura 11. Assoreamento  
Fonte: a autora (2023)



## VEGETAÇÃO AQUÁTICA

A vegetação aquática excessiva é um problema que pode indicar desequilíbrios biológicos no reservatório. Esse excesso de vegetação pode comprometer a qualidade da água, pois as plantas podem consumir o oxigênio dissolvido na água e, em alguns casos, liberar substâncias tóxicas que afetam a vida aquática. Além disso, essa vegetação pode interferir na navegação e na captação de água para fins de abastecimento ou irrigação.

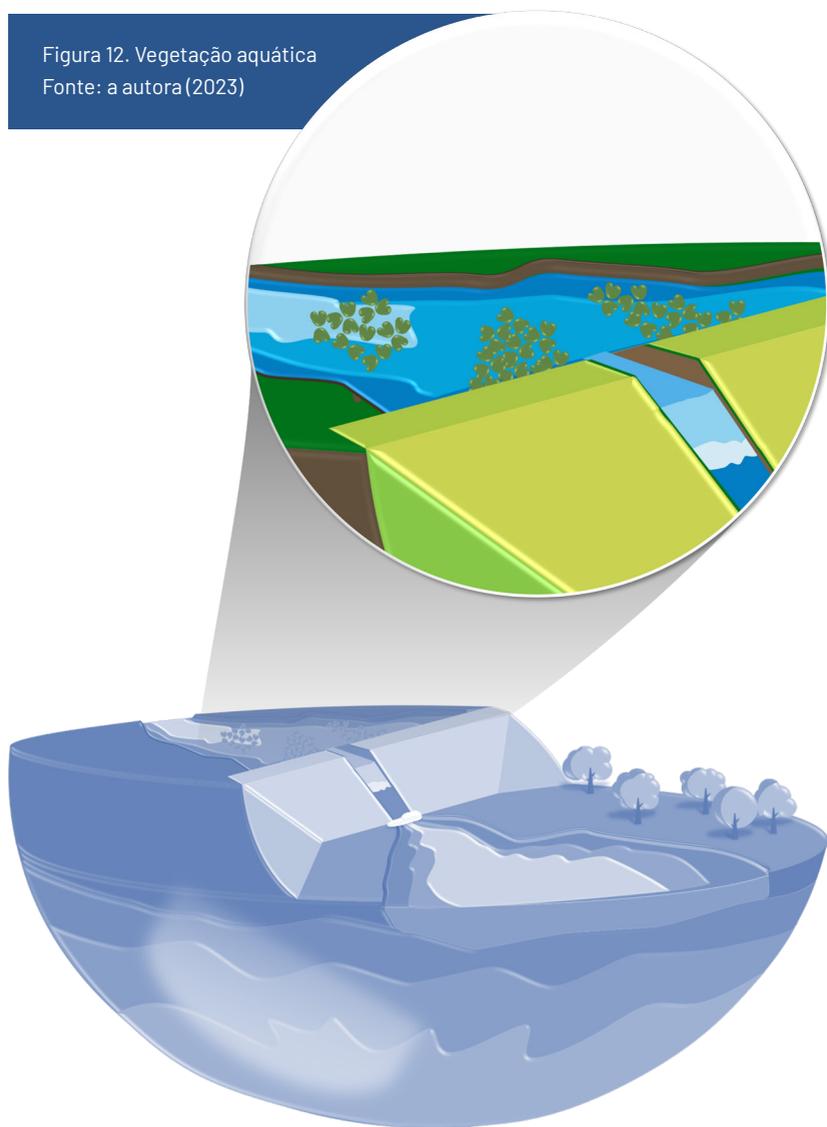
### COMO IDENTIFICAR?

A presença de vegetação aquática em uma barragem pode ser identificada por meio da inspeção visual da superfície da água e das margens da barragem. Plantas submersas podem ser identificadas por bolhas de oxigênio que se formam na superfície da água quando a planta realiza a fotossíntese. Já as plantas parcialmente submersas e flutuantes podem ser facilmente observadas na superfície da água ou nas margens da barragem. Além disso, também é possível fazer o uso de imagens aéreas ou de drones para mapear a distribuição da vegetação aquática na barragem.

### O QUE FAZER?

Para solucionar o problema da vegetação aquática excessiva na barragem, é necessário realizar o corte e o recolhimento das plantas presentes. Além disso, é importante identificar a causa do crescimento descontrolado e adotar medidas preventivas para evitar que isso aconteça novamente. É possível, por exemplo, controlar a quantidade de nutrientes presentes na água e evitar o lançamento de resíduos nas proximidades da barragem. A adoção de práticas sustentáveis também pode ajudar a reduzir a proliferação da vegetação aquática.

Figura 12. Vegetação aquática  
Fonte: a autora (2023)



## BORDA LIVRE MÍNIMA INSUFICIENTE

A borda livre mínima é a distância vertical entre a superfície da água e a parte mais alta da barragem. É fundamental que essa distância seja adequada para evitar que a passagem de uma cheia cause transbordamento e, conseqüentemente, comprometa a estabilidade da barragem. Para garantir a segurança da barragem e evitar riscos de galgamento, é importante que a borda livre esteja em conformidade com os padrões de segurança.

### **COMO IDENTIFICAR?**

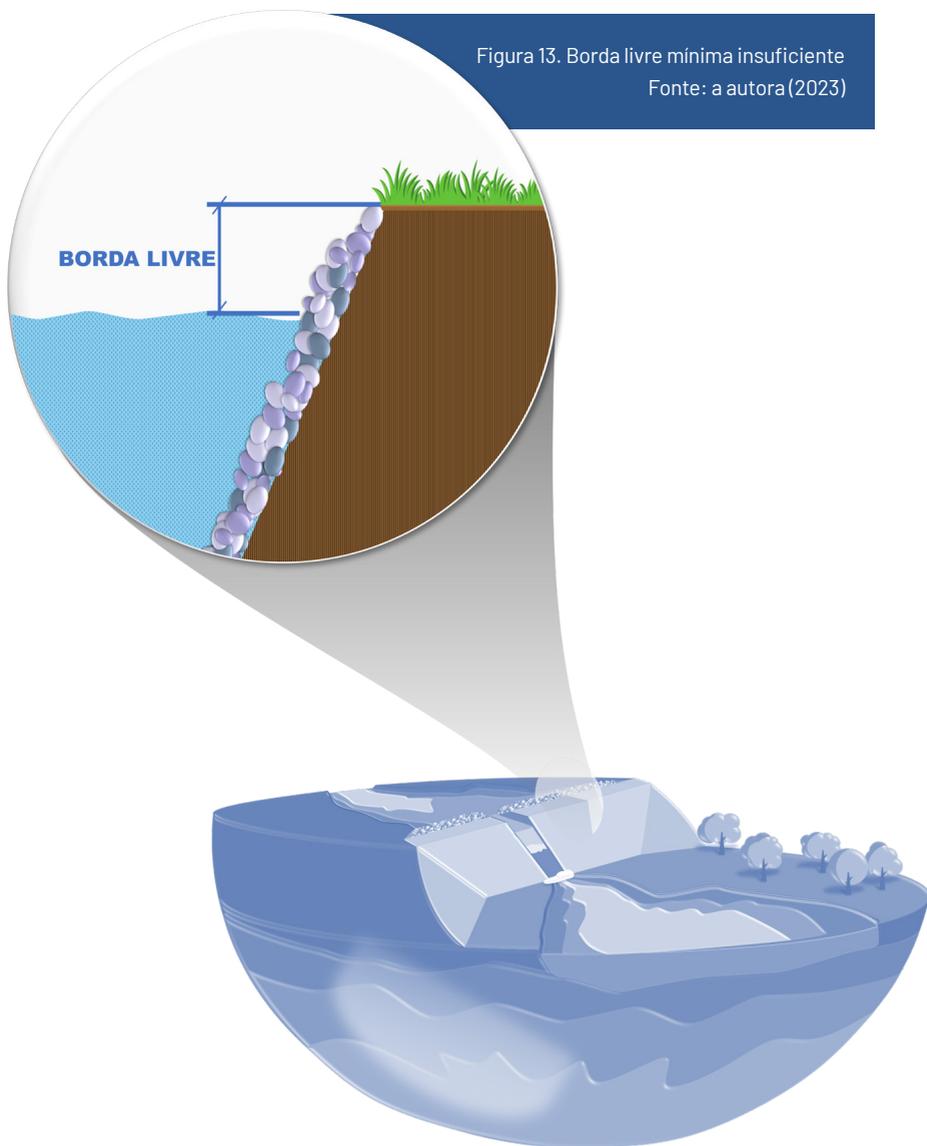
Para identificar se a borda livre mínima é insuficiente, é necessário medir a distância vertical entre a cota do coroamento da barragem e o nível da água no reservatório. É importante ressaltar que essa altura mínima deve atender aos requisitos de segurança estabelecidos para cada tipo de barragem, visando prevenir a possibilidade de galgamento da barragem e a conseqüente ruptura. Além disso, durante inspeções visuais, é importante verificar se já ocorreu em algum momento galgamento da barragem, por meio da observação de indícios de erosão superficial. Identificar e corrigir a falta de borda livre adequada é fundamental para garantir a segurança da barragem e evitar possíveis acidentes.

### **O QUE FAZER?**

Caso seja identificado que a borda livre mínima não é suficiente, existem medidas que podem ser tomadas para resolver o problema, como baixar o nível do reservatório até alcançar a distância adequada, aumentar a altura da barragem ou reduzir a cota da soleira do extravasor. É fundamental que essas medidas sejam tomadas com a orientação de um engenheiro especializado em barragens, para garantir que todas as precauções sejam tomadas e a segurança da estrutura seja mantida. Caso haja ameaça de galgamento ou se este já tiver ocorrido,

é essencial que a manutenção seja realizada imediatamente com o suporte de um engenheiro experiente em barragens. Dessa forma, pode-se garantir que a estrutura esteja sempre em conformidade com as normas de segurança e que a água armazenada seja preservada.

Figura 13. Borda livre mínima insuficiente  
Fonte: a autora (2023)



# CONCLUSÃO

Compreender a importância da segurança das barragens é fundamental para garantir a preservação do meio ambiente, das comunidades circunvizinhas e do patrimônio do empreendedor. Para isso, este livro foi desenvolvido com o objetivo de auxiliar o empreendedor e responsáveis técnicos a adotar boas práticas na gestão e manutenção de suas barragens, visando à proteção de suas estruturas e à segurança de todos envolvidos.

É importante destacar que a Lei n.º 12.334/2010 estabelece as responsabilidades tanto do proprietário quanto do órgão fiscalizador em relação à segurança das barragens. Nesse sentido, esta publicação não exige a responsabilidade do proprietário, tampouco do órgão fiscalizador. O objetivo é fornecer orientações para que o empreendedor possa tomar as providências necessárias para a segurança da barragem.

Dessa forma, é essencial que o empreendedor tenha conhecimento sobre as condições da barragem, realizando inspeções frequentes e adotando medidas preventivas para evitar contratemplos que possam colocar em risco a integridade da estrutura. Além disso, é importante que sejam realizadas manutenções periódicas, observando sempre as boas práticas de segurança.

A segurança das barragens é um compromisso de todos e requer atenção e cuidado constantes. Espera-se que este livro seja útil e contribua para a promoção da segurança das barragens e gestão de riscos.

# REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil). **Relatório de segurança de barragens 2020**. Brasília: ANA, 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil). **Guia de Orientação e Formulários para Inspeções de Segurança de Barragem. Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens**. Brasília: ANA, 2016. Vol. 2.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil). **Guia Prático de Pequenas Barragens: Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens**. Brasília: ANA, 2016. Vol. 8.

BRASIL. **Lei n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. [S.l.], 31 ago. 1981.

BRASIL. **Lei n.º 12.334, de 20 de setembro de 2010**. Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens e altera a redação do art. 35 da Lei n.º 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e do art. 4º da Lei n.º 9.984, de 17 de julho de 2000. [S.l.], 20 set. 2010.

INSTITUTO DE MEIO AMBIENTE DE MATO GROSSO DO SUL – IMASUL. **Manual de Outorga de Direito de Uso dos Recursos Hídricos**. 2. ed. Campo Grande: [s. n.], 2022. Disponível em: <https://www.imasul.ms.gov.br/wp-content/uploads/2022/04/Manual-de-Outorga.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2022.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE, DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, PRODUÇÃO E AGRICULTURA FAMILIAR



– SEMAGRO. **Resolução n.º 757, de 3 de agosto de 2021.** Regula os procedimentos e critérios complementares para classificação de barragens e estabelece a periodicidade de execução ou atualização, a qualificação dos responsáveis técnicos, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento do Plano de Segurança da Barragem, das Inspeções de Segurança Regular e Especial, da Revisão Periódica de Segurança de Barragem e do Plano de Ação de Emergência em barragens fiscalizadas pelo Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul – IMASUL. [S.l.], 3 ago. 2021.







**SEMADESC**  
Secretaria de Estado  
de Meio Ambiente,  
Desenvolvimento, Ciência,  
Tecnologia e Inovação



*Appris*  
editora

