

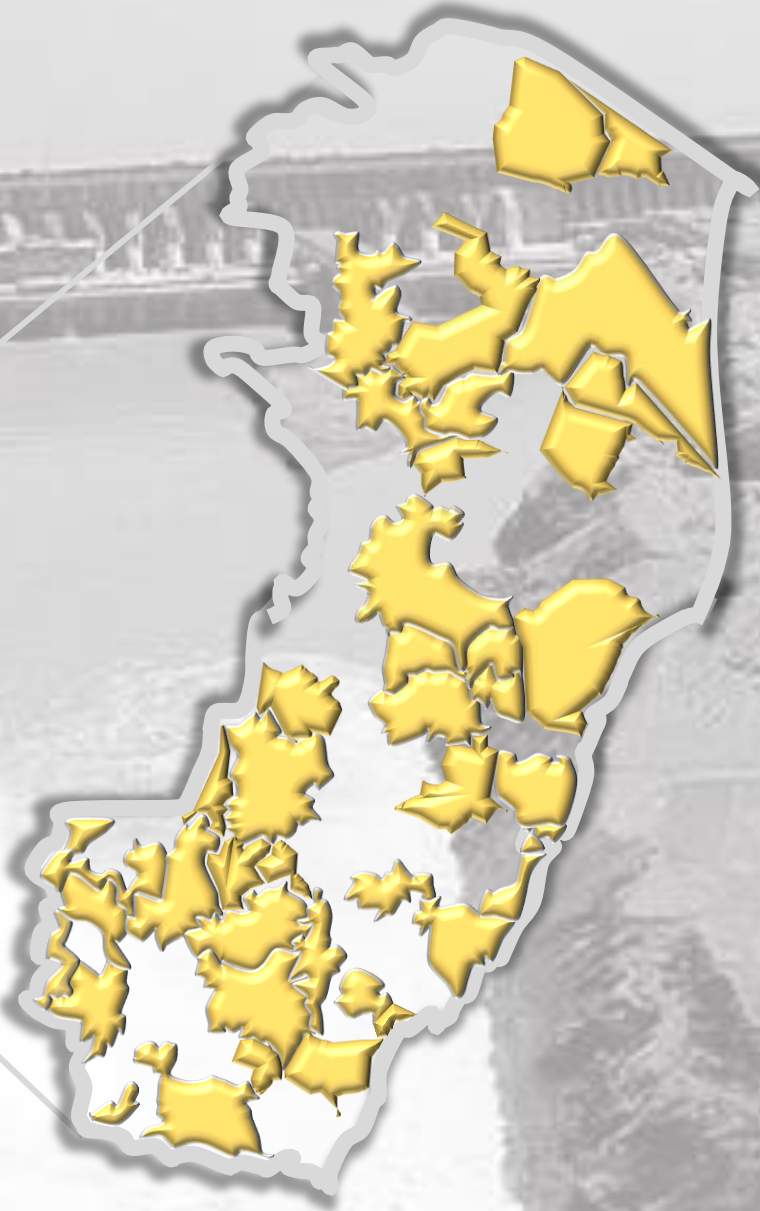
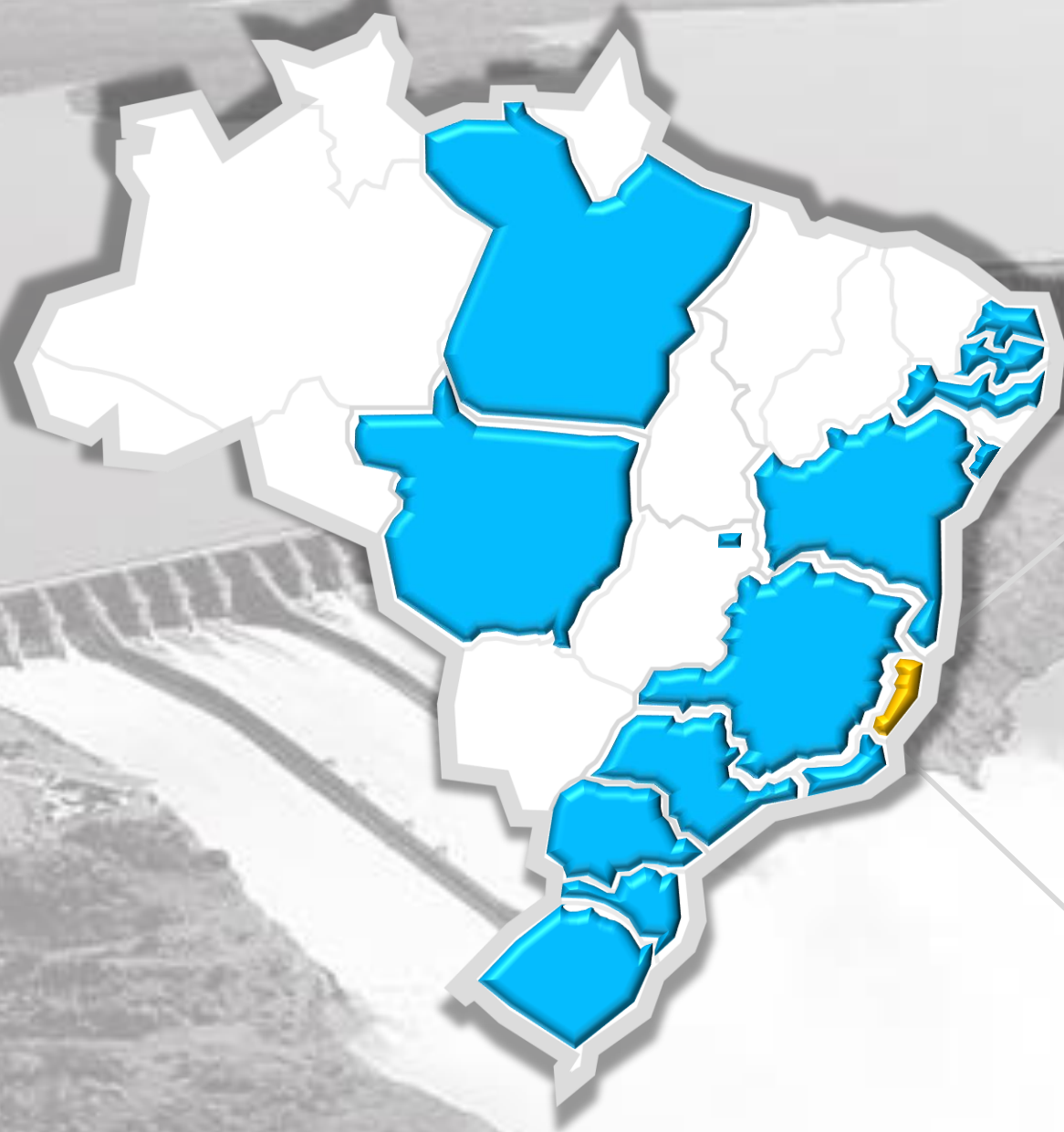


GOVERNO DO ESTADO
DO ESPÍRITO SANTO

  [defesacivil.es](https://www.defesacivil.es.gov.br)
www.defesacivil.es.gov.br
#DefesaCivilSomosTodosNos

AVALIAÇÃO DE RISCO E SEGURANÇA DE BARRAGENS
GEÓLOGA CRISTIANE TINOCO

SEJAM BEM-VINDOS!



OBJETIVOS

- Destacar os fatores que contribuem para a instalação de situações de risco e as ferramentas existentes ao alcance dos agentes, que colaboram para garantir a segurança da barragem, em atendimento à **PNSB** e com foco nas ações de **P&DC**.
- Proporcionar a interação dos participantes, com a discussão do tema exposto, assim como avaliar a absorção do conhecimento por meio de estudos de caso específicos.

TÓPICOS DO CONHECIMENTO

- O que são as barragens?
- Principais acidentes e incidentes com barragens
- Tipos de barragens

- Legislação e regulamentação de segurança de barragens
- Anomalias em barragens

- Gestão de Segurança da Barragem
(PSB) x (PAE) X (PLANCON)

POR QUE PRECISAMOS DAS BARRAGENS?

- Abastecimento;
- Irrigação;
- Produção de energia;
- Controle de cheias;
- Rejeitos da mineração;
- Lazer.



Barragem em Silveira Martins/RS



Aumento populacional => Mudança comportamental

Preocupação constante com:

ÁGUA
ENERGIA
ESGOTO
MORADIA
INSUMOS



Sociedade humana depende de recursos hídricos

Água potável

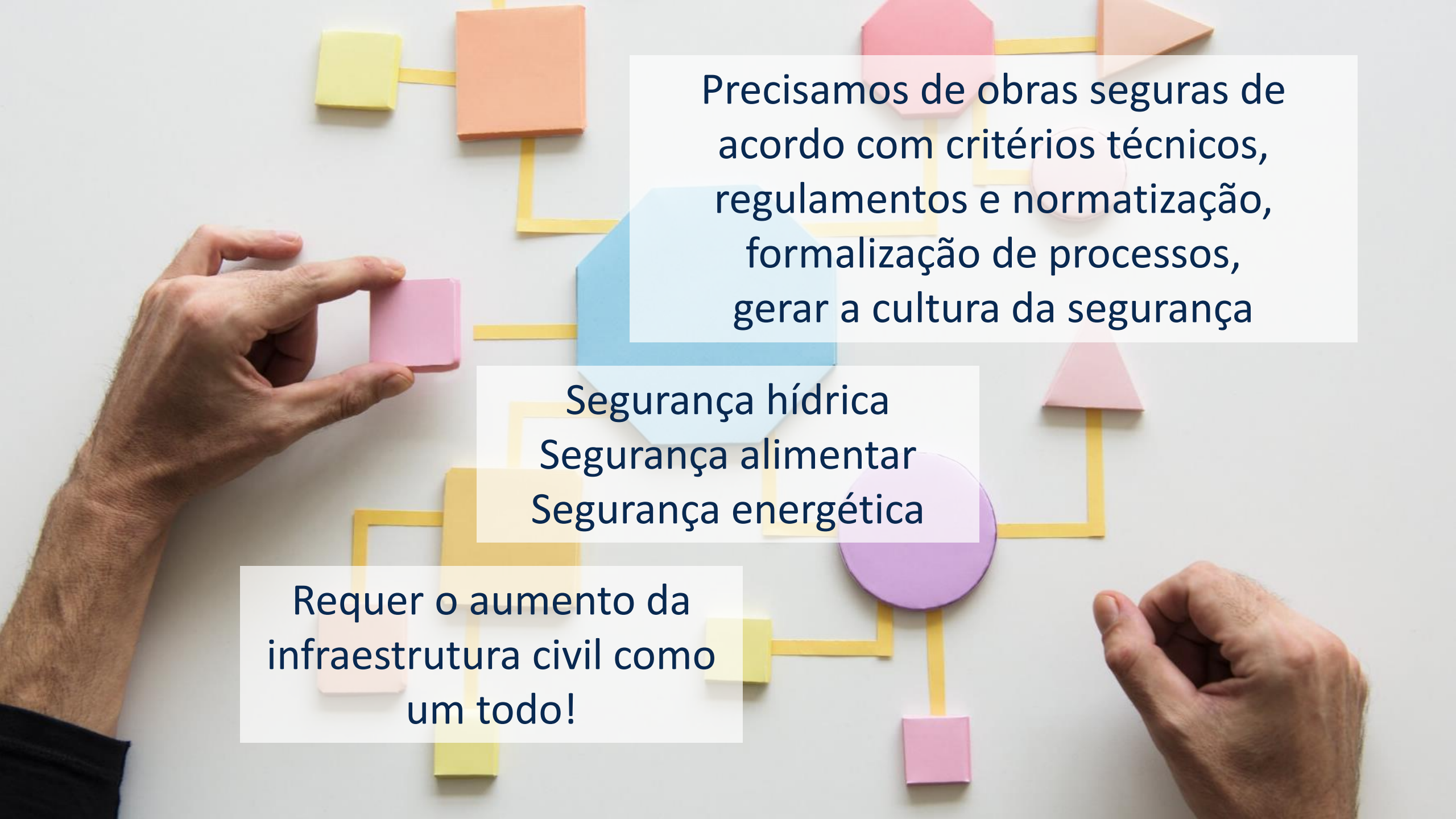
Esgoto

Agropecuária

Energia

Sustentação do meio ambiente

Lazer



Precisamos de obras seguras de acordo com critérios técnicos, regulamentos e normatização, formalização de processos, gerar a cultura da segurança

Segurança hídrica
Segurança alimentar
Segurança energética

Requer o aumento da infraestrutura civil como um todo!

E QUANDO NÃO HÁ SEGURANÇA?

Desastres Ambientais com Barragens – Acidentes com população afetada –

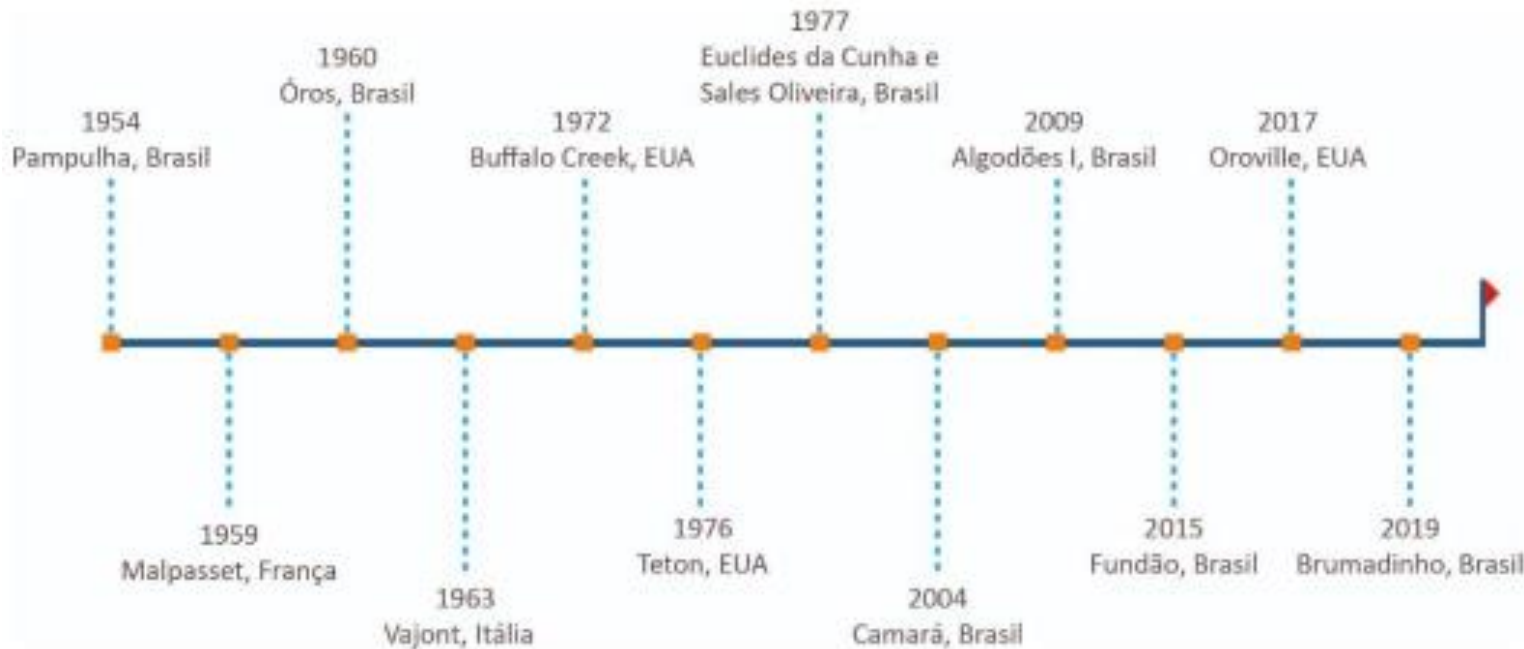


Tabela 2: Principais Acidentes no Brasil desde 1970, com mortes e contaminação

ANO	BARRAGEM - BRASIL	PRINCIPAIS DANOS
1986	Fernandinho, Rio Acima	7 Mortes
2001	Rio Verde, Brasil	5 Mortes - Vazamento de rejeitos de bauxita. Interrupção de fornecimento de água.
2003	Indústria de Papel, Cataguases	Lixívia negra liberada. Interrupção de fornecimento de água
2006	Mineração Rio Pomba, Mirai	Vazamento de rejeitos de bauxita. Interrupção de fornecimento de água
2007	Mineração Rio Pomba, Mirai	Vazamento de rejeitos de bauxita. Interrupção de fornecimento de água
2014	Herculano, Itabirito-MG	3 Mortes - Vazamento de rejeitos de bauxita.
2015	Fundão, Mariana-MG	19 Mortes - Vazamento de rejeitos Minério de Ferro. Interrupção de fornecimento de água
2019	Mina do Feijão, Brumadinho-MG	99 mortos e 259 desaparecidos (até 30/01/19) - Vazamento de rejeitos Minério de Ferro. Interrupção de fornecimento de água de municípios a jusante

Fonte: (ADAPTADO – ICOLD-2001).

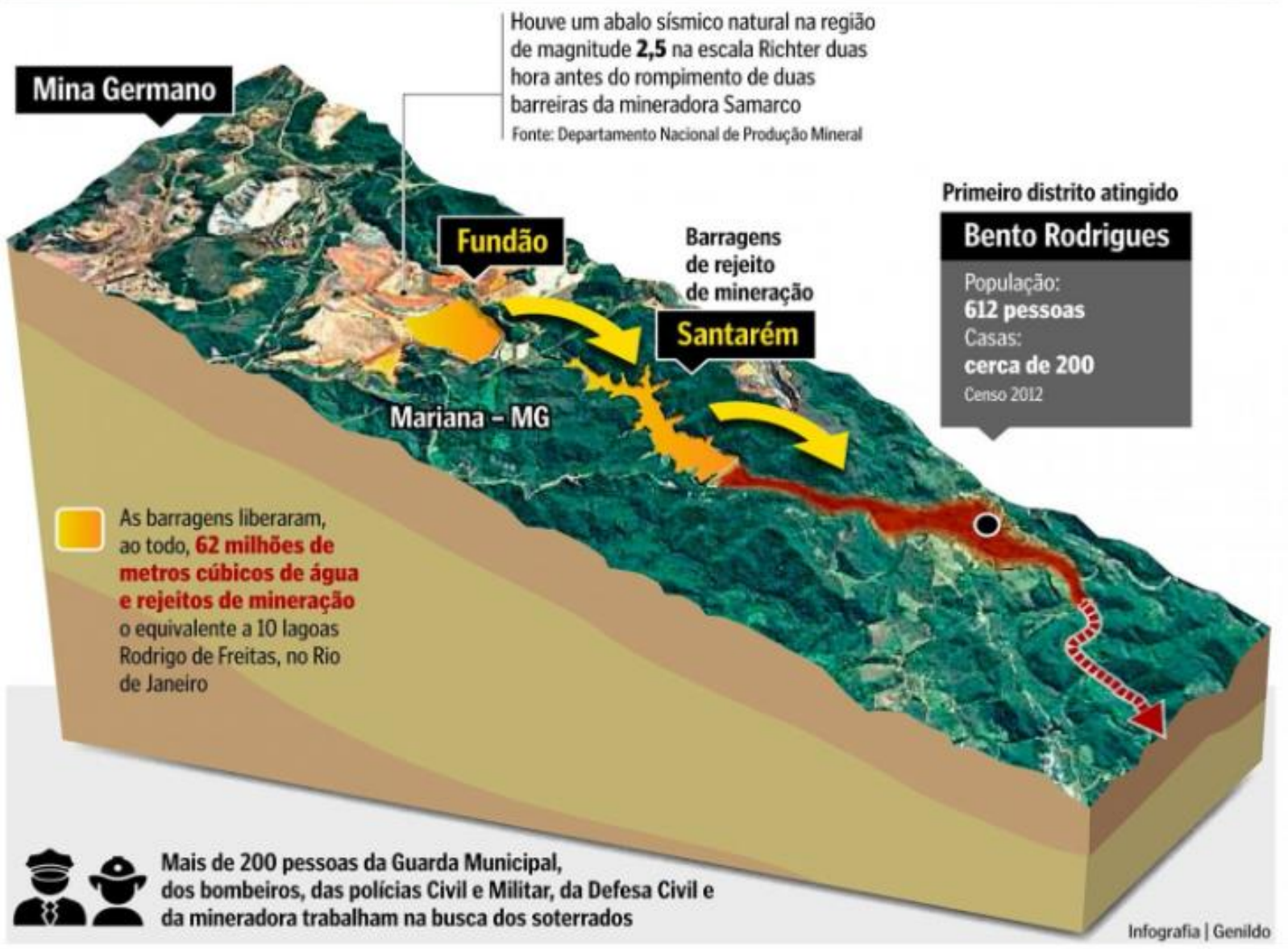
DESASTRE

Resultado de eventos adversos, naturais, tecnológicos ou de origem antrópica, sobre um cenário vulnerável exposto à ameaça, causando danos humanos, materiais ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos.
(IN nº 36/2020)





O ROMPIMENTO DAS BARRAGENS



Barragem de rejeitos de Fundão,
Brasil – 2015

maior desastre socioambiental
brasileiro provocado pelo homem

Principais Distritos e Municípios afetados pelo rompimento das barragens em Bento Rodrigues - Mariana - MG - Brasil

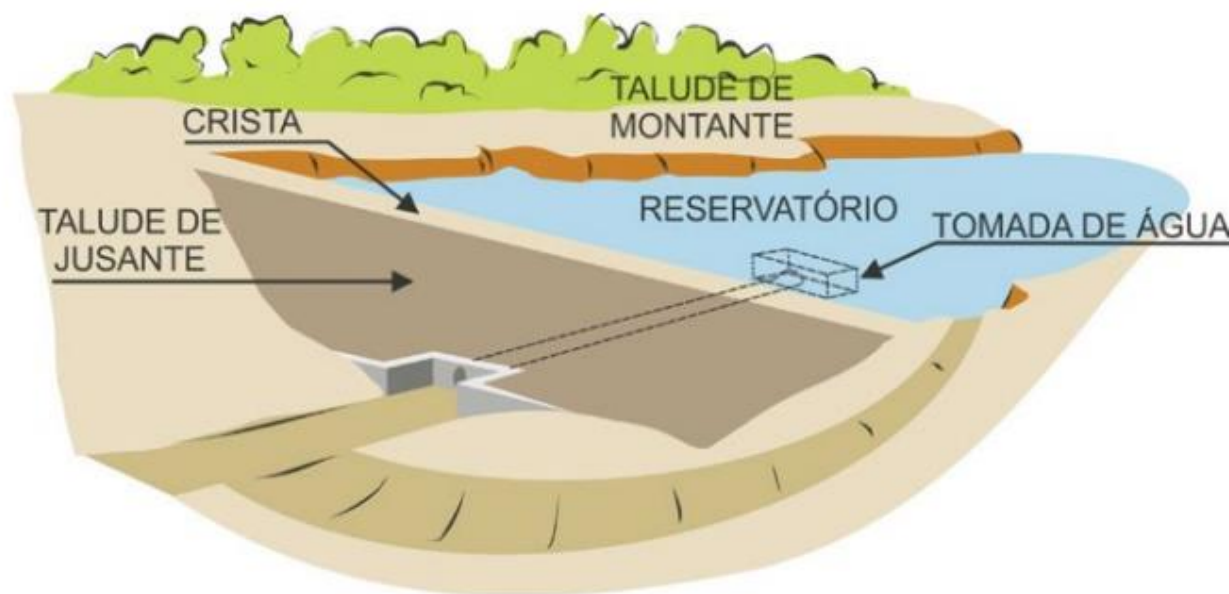


**Barragem de rejeitos de Córrego do Feijão,
Brasil - 2019**



O QUE É UMA BARRAGEM?

Qualquer estrutura construída dentro ou fora de um curso permanente ou temporário de água, em talvegue ou em cava exaurida com dique, para fins de contenção ou acumulação de substâncias líquidas ou de misturas de líquidos e sólidos, compreendendo o barramento e as estruturas associadas.



QUAIS OS TIPOS DE BARRAGEM?

- Terra;
- Enrocamento;
- Concreto;
- Mista

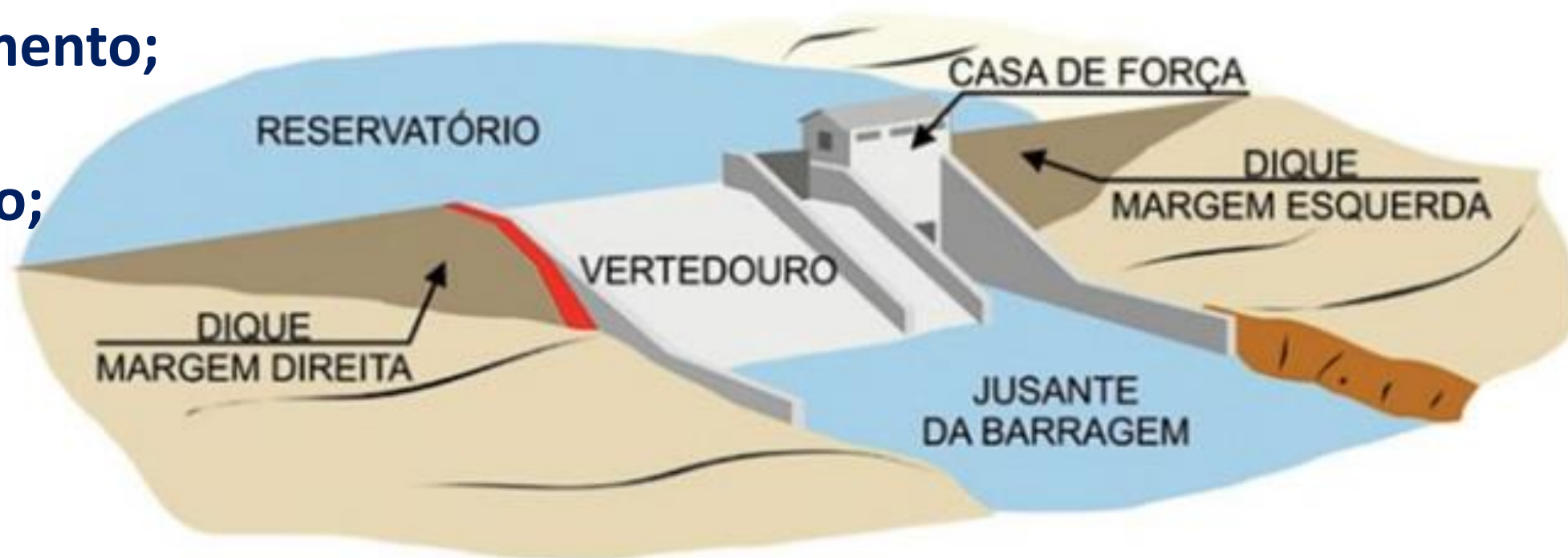


Figura 20. Interface aterro-vertedouro.
Fonte: Adaptado de NICDS.

BARRAGEM DE TERRA



Itarana/ES

- **Crista com largura mínima de 3m;**
- **Drenagem interna (filtro chaminé);**
- **Percolação por meio do corpo da barragem;**
- **Acidentes = infiltrações concentradas**

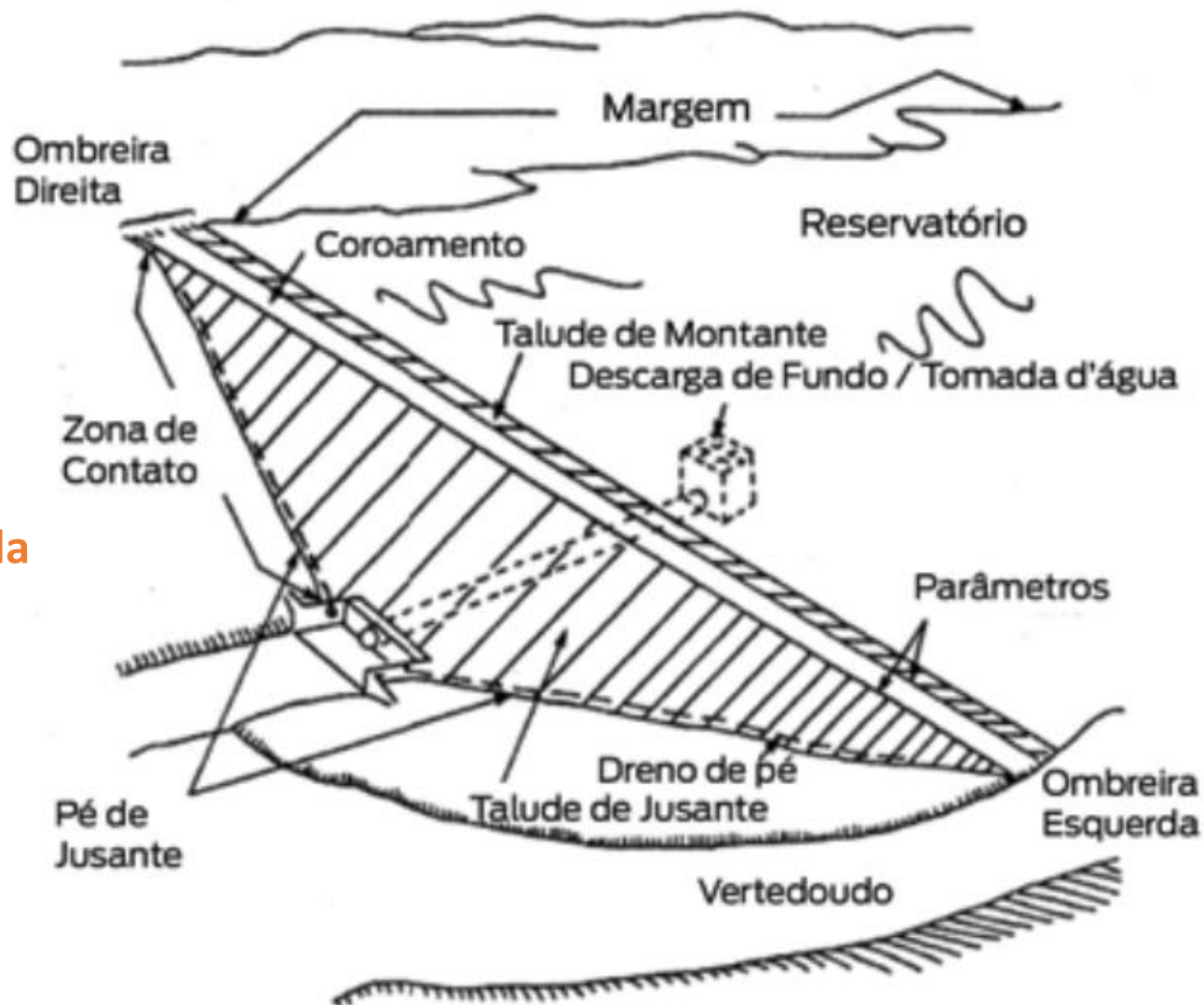
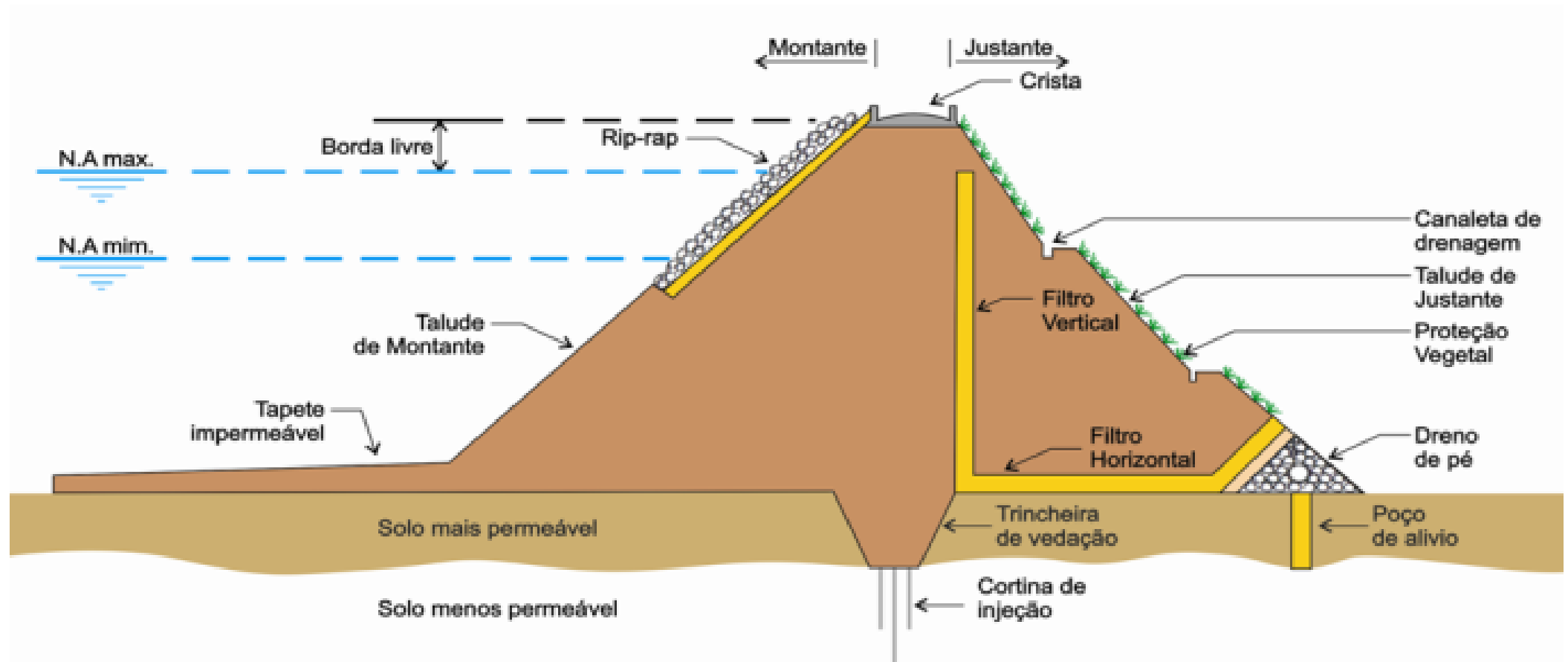
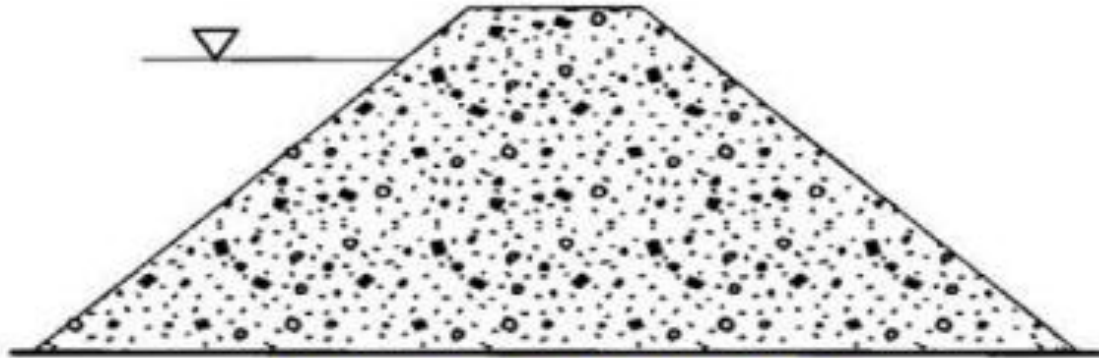


Figura 1 – Esquema de uma barragem de terra, do reservatório, do vertedouro e do descarregador de fundo/tomada d'água

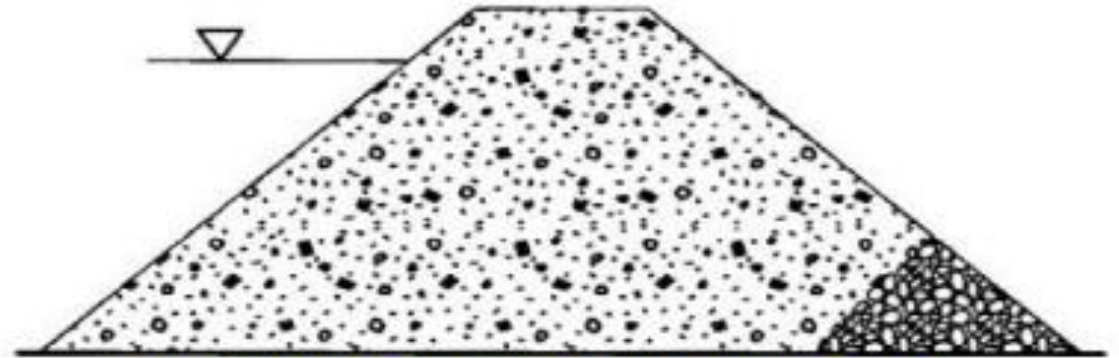
BARRAGEM DE TERRA



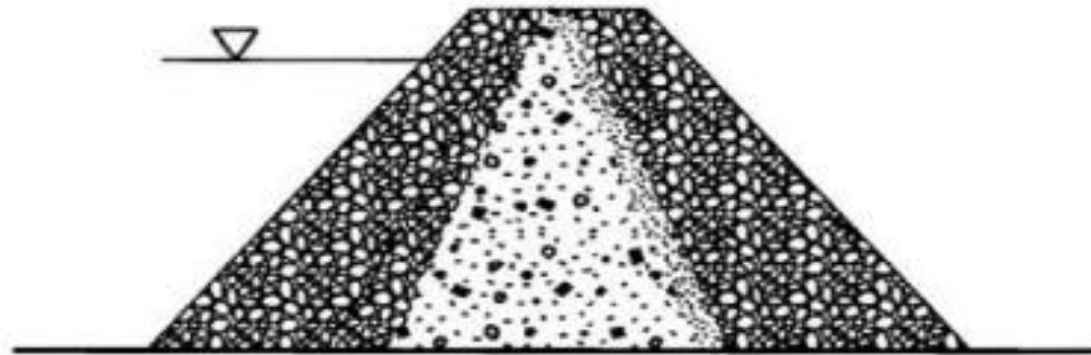
BARRAGEM DE TERRA



Barragem Homogênea



Barragem Homogênea Modificada



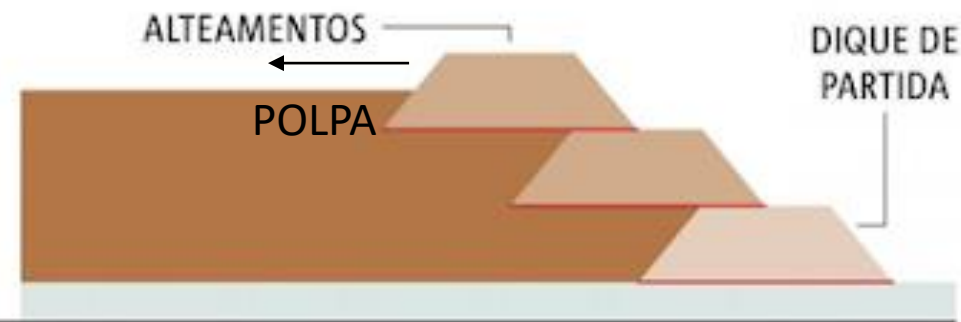
Barragem Zoneada

BARRAGEM DE REJEITOS

Métodos de alteamento

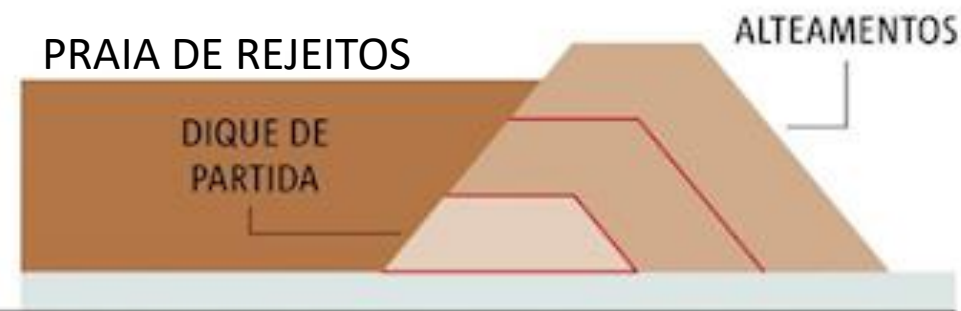
A Montante

Método mais barato, degraus são feitos sobre o próprio rejeito



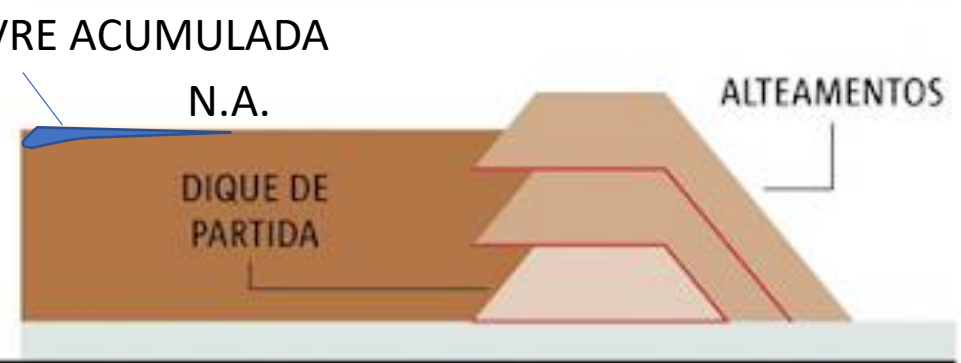
A Jusante

Base cresce sobre ela mesma, na direção da corrente dos resíduos



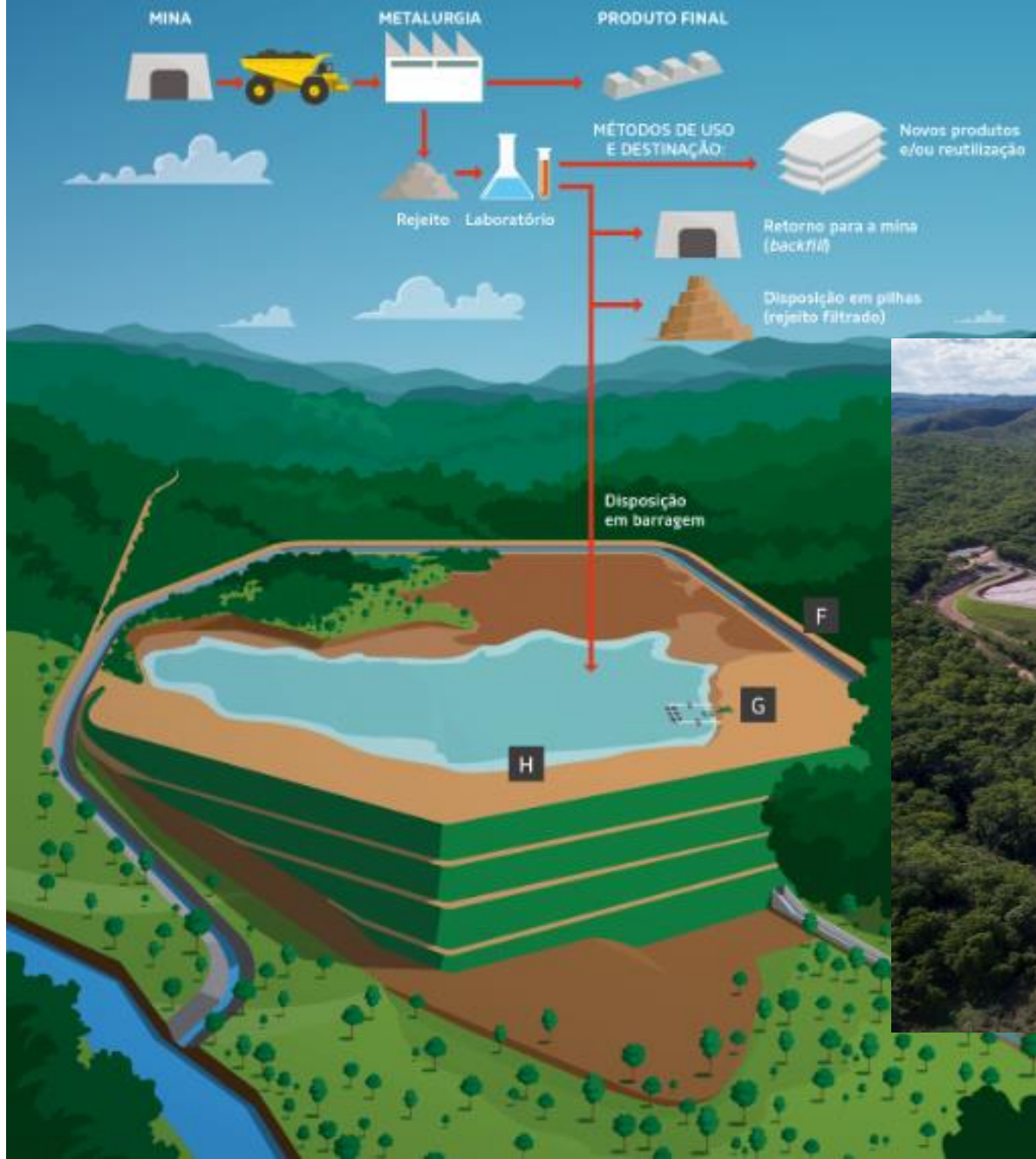
Linha de centro

Tecnologia intermediária, degraus são feitos um sobre os outros



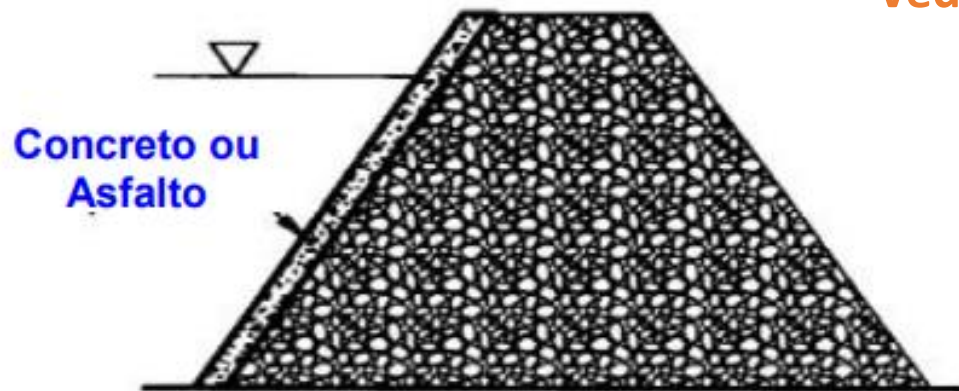
Representação dos tipos de barragens
Fonte: <https://www.metrojornal.com.br/>

NOSSA PRIORIDADE É TRANSFORMAR REJEITOS EM PRODUTOS. PARA ISTO ESTUDAMOS CONSTANTEMENTE OS RESÍDUOS E VERIFICAMOS SUAS CARACTERÍSTICAS E POTENCIAL UTILIZAÇÃO.

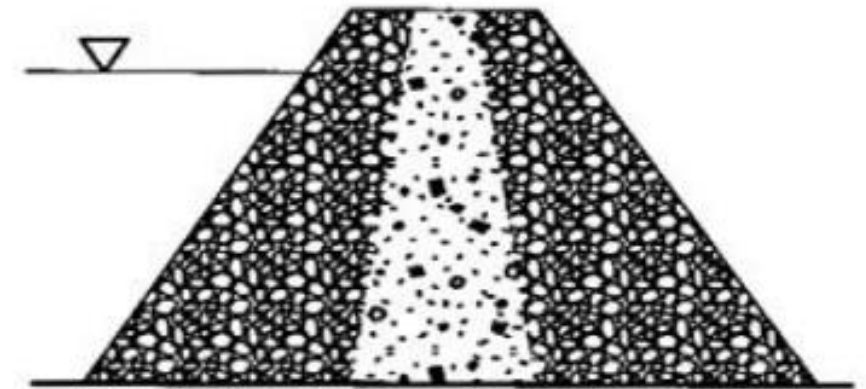


BARRAGEM DE ENROCAMENTO

- Excesso de material rochoso de escavação;
- Vales estreitos;
- Barragem galgável;
- Núcleo impermeável;
- Vedação a montante.



Barragem de Enrocamento
Face de Concreto ou Asfalto



Barragem de Enrocamento
Com Núcleo Central

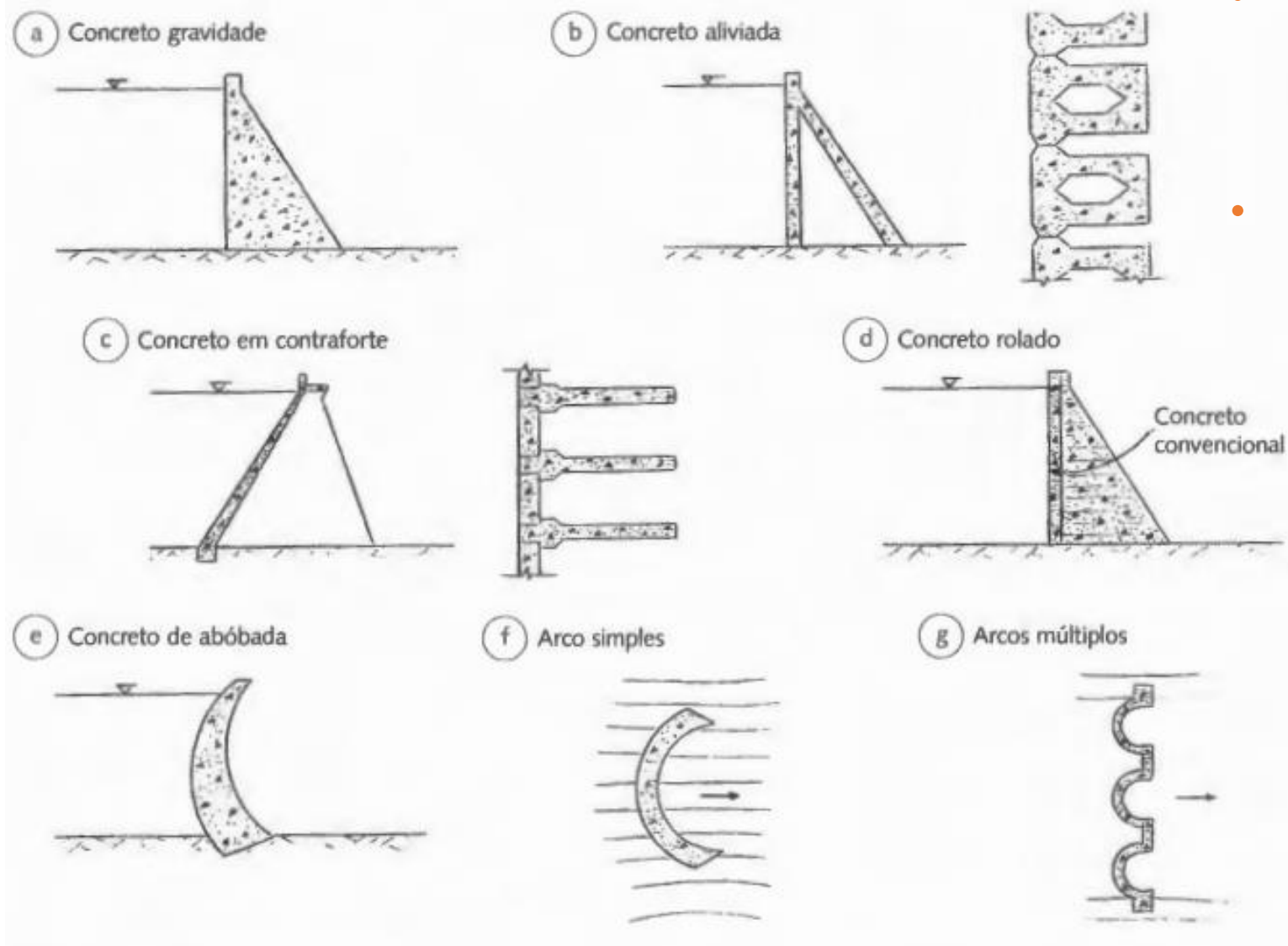
BARRAGEM DE CONCRETO

24/08/2021 – Castelo/ES



BARRAGEM DE CONCRETO

- Necessidade de rocha sã ao longo do eixo;
- Cuidados no lançamento do concreto, cura e vedação das juntas



ARTICULAÇÃO INTERINSTITUCIONAL



IDAF

Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal
do Estado do Espírito Santo

LICENCIAMENTO PARA FINS
AGROPECUÁRIOS E/OU USOS MÚLTIPLOS

iema

INSTITUTO ESTADUAL DE
MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS

LICENCIAMENTO PARA FINS INDUSTRIAIS E
DE GERAÇÃO DE ENERGIA

SEAG

Secretaria de Estado da
Agricultura, Abastecimento,
Aqüicultura e Pesca

BARRAGENS CONSTRUÍDAS
PELO ESTADO

SEAMA

Secretaria do Meio Ambiente e
Recursos Hídricos

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

agerh

Agência Estadual de
Recursos Hídricos

OUTORGA

Incap

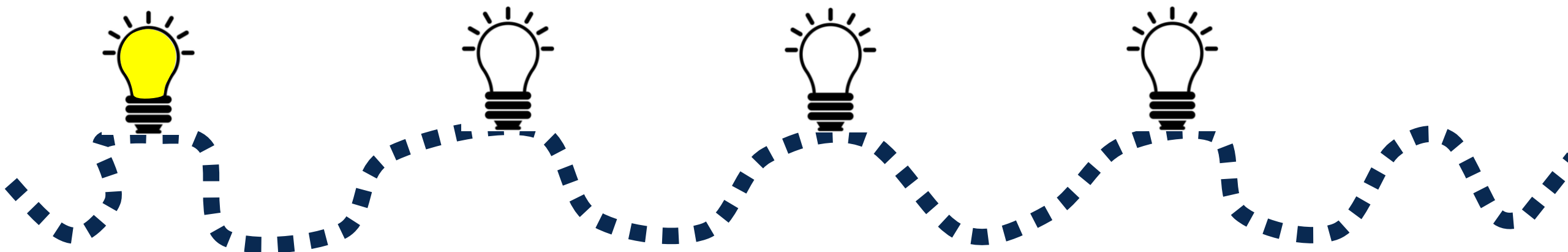
Instituto Capixaba de Pesquisa,
Assistência Técnica e Extensão Rural

PROJETOS DE DESENVOLVIMENTO RURAL
SUSTENTÁVEL

LEGISLAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS

Lei nº 12.334/2010
Alterada pela Lei nº 14.066/2020
Pol. Nac. de Segurança de Barragens

PAE

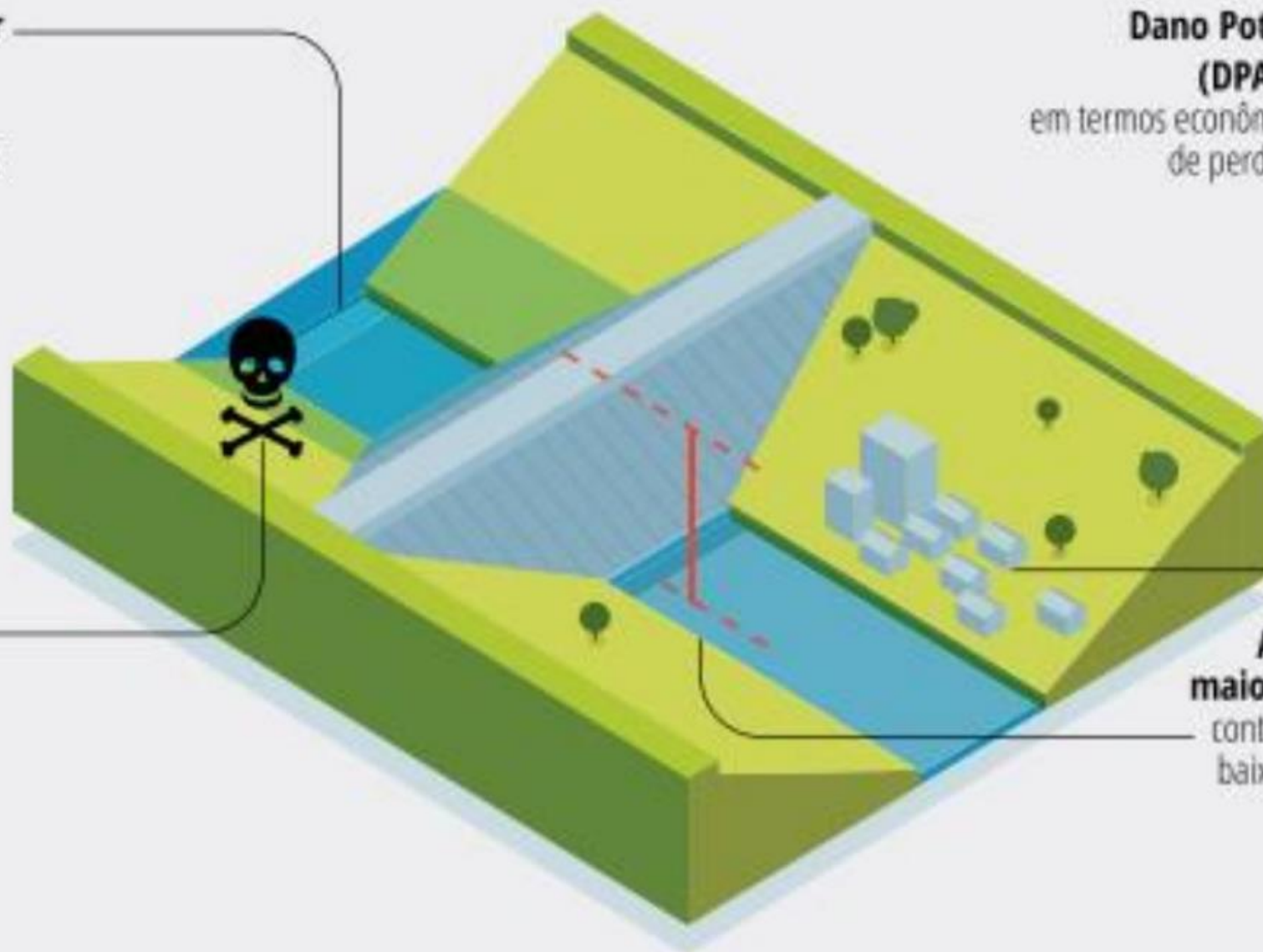


BARRAGENS QUE SE ENQUADRAM NA LEI 12.334/10

**Capacidade total maior
que 3 milhões de m³:**
20 campos de futebol com
profundidade de 15 metros



**Reservatório que
contenha resíduos
perigosos:**
conforme normas
técnicas aplicáveis



**Dano Potencial Associado
(DPA) médio ou alto:**
em termos econômicos, ambientais ou
de perda de vidas humanas

**Altura maciço do
maior que 15 metros:**
contando do ponto mais
baixo da fundação até o
topo da crista

Art 1º Esta Lei estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) e cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB)

Dentre os objetivos da PNSB ressalta-se:

Art 3º São objetivos da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB):

...

II - regulamentar as ações de segurança a serem adotadas nas fases de planejamento, projeto, construção, primeiro enchimento e primeiro vertimento, operação, desativação, descaracterização e usos futuros de barragens;

...

VII - fomentar a cultura de segurança de barragens e gestão de riscos.

...

VIII – definir procedimentos emergenciais e fomentar a atuação conjunta de empreendedores, fiscalizadores e órgãos de proteção e defesa civil em caso de incidente, acidente ou desastre.

Art 5 A fiscalização da segurança de barragens caberá, sem prejuízo das ações fiscalizatórias dos órgãos ambientais integrantes do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA):

...

§ 1º Os órgãos fiscalizadores referidos no caput deste artigo devem dar ciência ao órgão de proteção e defesa civil das ações de fiscalização que constatarem a necessidade de adoção de medidas emergenciais relativas à segurança de barragens.

Em caso de situação de emergência, a documentação que organiza as ações a serem adotadas pelo empreendedor da barragem será denominado Plano de Ação de Emergência (PAE), que foi definido como:

Art. 11. A elaboração do PAE é obrigatória para todas as barragens classificadas como de:

I - médio e alto dano potencial associado; ou

II - alto risco, a critério do órgão fiscalizador.

Art 12 O PAE estabelecerá as ações a serem executadas pelo empreendedor da barragem em caso de situação de emergência, bem como identificará os agentes a serem notificados dessa ocorrência, devendo contemplar, pelo menos:

...

VIII – delimitação da Zona de Autossalvamento (ZAS) e da Zona de Segurança Secundária (ZSS), a partir do mapa de inundação referido no inciso XI do caput do art. 8º desta Lei;

...

X – sistema de monitoramento e controle de estabilidade da barragem integrado aos procedimentos emergenciais;

§ 1º O PAE deverá estar disponível no site do empreendedor a ser mantido, em meio digital, no SNISB e, em meio físico, no empreendimento, nos órgãos de proteção e defesa civil dos Municípios inseridos no mapa de inundação ou, na inexistência desses órgãos, na prefeitura municipal.

...

§ 3º O empreendedor e os órgãos de proteção e defesa civil municipais e estaduais deverão articular-se para promover e operacionalizar os procedimentos emergenciais constantes do PAE.

§ 4º Os órgãos de proteção e defesa civil e os representantes da população da área potencialmente afetada devem ser ouvidos na fase de elaboração do PAE quanto às medidas de segurança e aos procedimentos de evacuação em caso de emergência.

...

§ 8º Em caso de desastre, será instalada sala de situação para encaminhamento das ações de emergência e para comunicação transparente com a sociedade, com participação do empreendedor, de representantes dos órgãos de proteção e defesa civil, da autoridade licenciadora do SISNAMA, dos órgãos fiscalizadores e das comunidades e Municípios afetados.

Quando da ocorrência de um desastre ou a sua iminência, visando a integração dos agentes públicos e privados junto à sociedade civil, são elaborados documentos previamente que ordenem as ações e comuniquem os procedimentos que devem ser implantados. Sendo assim, vemos a importância da **integração de informações** do Plano de Ação de Emergência (PAE), o Plano de Comunicação formulados pelo empreendedor e o Plano de Contingência (PLANCON) elaborado pelo órgão de defesa civil:

Art 16 O órgão fiscalizador, no âmbito de suas atribuições legais, é obrigado a:

...

§ 1º O órgão fiscalizador deverá **informar imediatamente à autoridade licenciadora do SISNAMA e ao **órgão de proteção e defesa civil** a ocorrência de desastre ou acidente nas barragens sob sua jurisdição, bem como qualquer incidente que possa colocar em risco a segurança da estrutura.**

Art 17 O empreendedor da barragem obriga-se a:

...

X – elaborar o PAE, quando exigido, e implementá-lo em articulação com o órgão de proteção e defesa civil;

...

XIV – **notificar imediatamente ao respectivo órgão fiscalizador, à autoridade licenciadora do SISNAMA e ao órgão de proteção e defesa civil **qualquer alteração das condições de segurança da barragem** que possa implicar acidente ou desastre;**

PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA

SEGURANÇA DE BARRAGENS

Risco

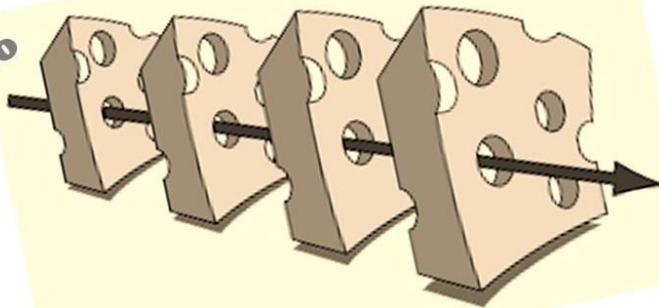
$$R = P \times C$$

Possibilidade
=
Rompimento
da barragem

Consequência
=
Desastre

Desastre

Perigo



Danos

Lei 12.334/10 e
Lei 14.066/20

PAE

EMPREENDEDOR

PLANO DE
COMUNICAÇÃO



COMUNIDADE

Lei 12.608/12

PLANCON

DEFESA CIVIL

Ações

- * Monitoramento
 - Instrumentação
 - Inspeção
- * Manutenção da barragem
- * Possíveis cenários
- * Mapas de inundação e risco
- * Comunicação para a comunidade
 - Redes sociais
 - TV
 - Rádio
 - Audiência pública
- * ZAS e ZSS
- * SCO
- * Sistemas de alerta e alarme
- * Treinamentos
- * Exercícios simulados

Até mesmo **na finalização das atividades de uma barragem**, na impossibilidade de sua recuperação, somam-se forças entre as instituições e novamente as ações de proteção e defesa civil são importantes para a disponibilização de recursos financeiros para obras de mitigação de rompimento:

Art 18 A barragem que não atender aos requisitos de segurança nos termos da legislação pertinente deverá ser recuperada, desativada ou descaracterizada pelo seu empreendedor, que deverá comunicar ao órgão fiscalizador as providências adotadas.

...

§ 2º Na eventualidade de omissão ou inação do empreendedor, o órgão fiscalizador deverá **informar essa situação ao órgão de proteção e defesa civil da respectiva esfera de governo, para fins de apoio por meio das ações previstas no art 4º da Lei 12.340, de 1º de dezembro de 2010, e os custos deverão ser ressarcidos pelo empreendedor, sem prejuízo da aplicação das sanções cabíveis.**

LEGISLAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS

Lei nº 12.608/2012
Pol. Nac. de Proteção e Defesa Civil
PLANCON

Lei nº 12.334/2010
Alterada pela Lei nº 14.066/2020
Pol. Nac. de Segurança de Barragens

PAE



Com as discussões anteriores, percebe-se o quanto as atividades de proteção e defesa civil atuam com um papel fundamental no diálogo entre empreendedores com as comunidades afetadas. Tais diretrizes podem ser analisadas na Lei nº 12.608/2012 que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC. Dentre tais ações, a criação do Plano de Contingência com o intuito de promover a proteção à vida:

Art 2º É dever da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios adotar as medidas necessárias à redução dos riscos de desastres.

§ 1º As medidas previstas no caput poderão ser adotadas com a colaboração de entidades públicas ou privadas e da sociedade em geral.

§ 2º A incerteza quanto ao risco de desastre não contribuirá óbice para a adoção das medidas preventivas e mitigadoras da situação de risco.

...

Art 4º São diretrizes da PNPDEC:

I – atuação articulada entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios para redução de desastres e apoio às comunidades atingidas;

II – abordagem sistêmica das ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação;

III – a prioridade às ações preventivas relacionadas à minimização de desastres;

...

Art 5º São objetivos da PNPDEC:

I – reduzir os riscos de desastres;

...

IV – incorporar a redução do risco de desastre e as ações de proteção e defesa civil entre os elementos da **gestão territorial** e do planejamento das políticas setoriais;

...

VII – promover a identificação e avaliação das ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades a desastres, de modo a evitar ou reduzir sua ocorrência;

Na continuação da análise da PNPDEC, dentre as competências de cada ente federado pode-se ressaltar:

...

Art 6º Compete à União:

I – expedir normas para implementação e execução da PNPDEC;

II – coordenar o SINPDEC, em articulação com os Estados, o Distrito Federal e os Municípios;

...

IV – apoiar os Estados, o Distrito Federal e os Municípios no mapeamento das áreas de risco, nos estudos de identificação de ameaças, suscetibilidades, vulnerabilidades e risco de desastre e nas demais ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação;

...

Art 7º Compete aos Estados:

I – executar a PNPDEC em seu âmbito territorial;

II – coordenar as ações do SINPDEC em articulação com a União e os Municípios;

...

IV – identificar e mapear as áreas de risco e realizar estudos de identificação de ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades, em articulação com a União e os Municípios;

...

VIII – apoiar, sempre que necessário, os Municípios no levantamento de áreas de risco, na elaboração dos Planos de Contingência de Proteção e Defesa Civil e na divulgação de protocolos de prevenção e alerta e de ações emergenciais;

...

Art 8º Compete aos Municípios:

I – executar a PNPDEC em âmbito local;

II – coordenar as ações do SINPDEC no âmbito local, em articulação com a União e os Estados;

...

IV – identificar e mapear as áreas de risco de desastres;

...

XI – realizar regularmente exercícios simulados, conforme Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil;

LEGISLAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS

Lei nº 12.608/2012
Pol. Nac. de Proteção e Defesa Civil

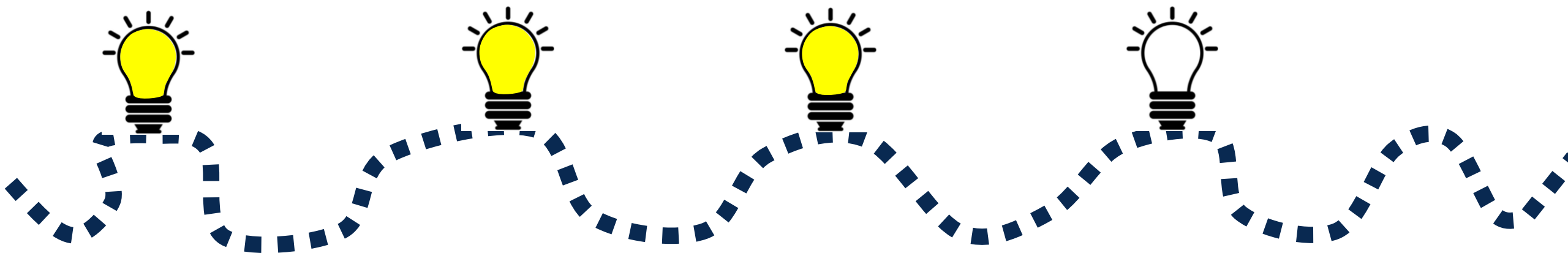
PLANCON

Lei nº 12.334/2010
Alterada pela Lei nº 14.066/2020
Pol. Nac. de Segurança de Barragens

PAE

Decreto nº 10.593/2020
SINPDEC + CONPDEC + Plano Nac P&DC

Atuação articulada



Já o **Decreto nº 10.593/2020** dispõe sobre a organização e o funcionamento do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil e do Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil e sobre o Plano Nacional de Proteção e Defesa Civil e o Sistema Nacional de Informações sobre Desastres. Mais especificamente, pode-se citar o:

Art 3º O SINPDEC tem por objetivo atuar no planejamento, na articulação e na coordenação das ações de gerenciamento de riscos e de desastres no território nacional.

...

Art 5º A Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil do Ministério do Desenvolvimento Regional exercerá as funções de órgão central do SINPDEC e de coordenação do Sistema Federal de Proteção e Defesa Civil.

...

Art 6º Os sistemas de proteção e defesa civil estaduais, distrital e municipais serão coordenados pelos respectivos órgãos de proteção e defesa civil ou equivalentes.

§ 1º Compete aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios estruturar os órgãos de proteção e defesa civil destinados a executar a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil no âmbito do ente federativo.

§ 2º Os órgãos e as entidades integrantes dos sistemas federal, estaduais, distrital e municipais de proteção e defesa civil **atuarão de forma articulada, sem vinculação hierárquica, sob a coordenação da Secretaria de Proteção e Defesa Civil do Ministério do Desenvolvimento Regional.**

LEGISLAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS

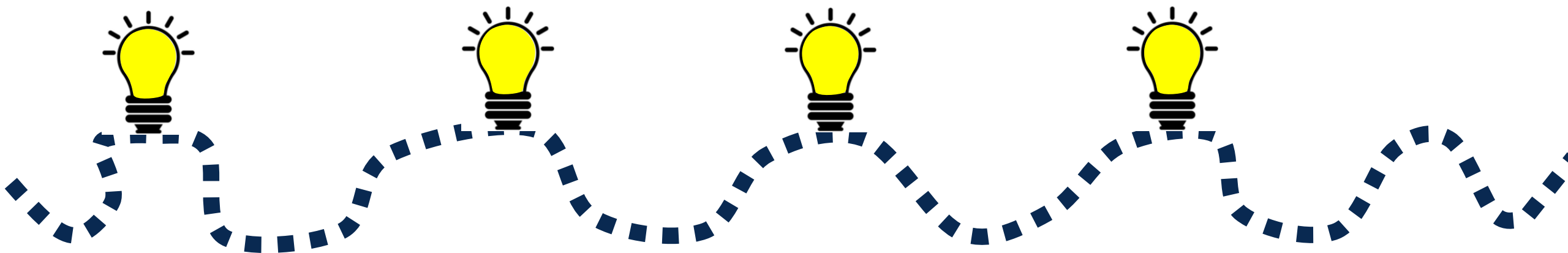
Lei nº 12.608/2012
Pol. Nac. de Proteção e Defesa Civil
PLANCON

Lei Complementar nº 912/2019
Pol. Est. de Governança e Segurança de Barragens

Lei nº 12.334/2010
Alterada pela Lei nº 14.066/2020
Pol. Nac. de Segurança de Barragens

PAE

Decreto nº 10.593/2020
SINPDEC + CONPDEC + Plano Nac P&DC
Atuação articulada



Em âmbito estadual, a **Lei Complementar nº 694/2013** alterada pela Lei Complementar nº 767/2014, reorganiza o Sistema Estadual de Proteção e Defesa Civil – SIEPDEC-ES e dá outras providências:

Art 1º O Sistema Estadual de Proteção e Defesa Civil – SIEPDEC-ES, que tem por finalidade coordenar as ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação destinadas a reduzir os riscos de desastres, preservar o moral da população e restabelecer a normalidade social, fica organizado na forma desta Lei Complementar.

§ 1º As ações de prevenção e de mitigação visam reduzir riscos, as vulnerabilidades, as ameaças e a preservação do desenvolvimento sustentado.

...

§ 4º As ações de recuperação/reconstrução visam **restabelecimento do cenário destruído pelo desastre com ações de caráter definitivo para **preservação da segurança**, com foco na redução dos fatores de risco de desastres.**

...

Art 2º O SIEPDEC-ES constitui **instrumento de articulação e coordenação de esforços de órgãos e entidades da Administração Pública Estadual com a colaboração de órgãos federais, municipais, da iniciativa privada e da comunidade em geral para o **planejamento e execução das medidas** de que trata esta Lei Complementar.**

Dentre as atribuições da CEPDEC, estão:

Art 7º À CEPDEC, órgão central do SIEPDEC-ES, compete, além de outras atribuições que lhe forem conferidas por lei:

...

II - elaborar e implementar: diretrizes, planos, programas e projetos para prevenção, preparação, mitigação, recuperação e respostas a desastres causados por ação da natureza e/ou do homem no âmbito do Estado;

III - coordenar a elaboração do plano de contingência estadual de Proteção e Defesa Civil e **fomentar a elaboração dos planos de contingência municipais;**

...

XVI - determinar a interdição de edificações, construções e áreas em situação considerada por profissional competente como sendo de risco para a vida humana;

XVII - **identificar e mapear as áreas de risco e realizar estudos de identificação de ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades, em articulação com a União e os Municípios;**

XVIII - **realizar o monitoramento meteorológico, hidrológico e geológico das áreas de risco, em articulação com a União e os Municípios;**

XIX - **apoiar, sempre que necessário, os municípios no levantamento das áreas de risco, na elaboração dos Planos de Contingência de Proteção e Defesa Civil e na divulgação de protocolos de prevenção e alerta e de ações emergenciais;**

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

BRASIL. Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil – SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil – CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as Leis nº 12.340, de 1º de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 10 abr. 2012.

BRASIL. Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020. Altera a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), a Lei nº 7.797, de 10 de julho de 1989, que cria o Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA), a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, e o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração). Diário Oficial da União, Brasília, 30 set. 2020.

ESPÍRITO SANTO. Decreto Estadual nº 3.140-R, de 30 de outubro de 2012. Institui o Plano Estadual de Proteção e Defesa Civil – PEPDEC. Espírito Santo, Vitória, 30 out. 2012.

ESPÍRITO SANTO. Lei Complementar nº 694, de 08 de maio de 2013. Reorganiza o Sistema Estadual de Proteção e Defesa Civil – SIEPDEC-ES e dá outras providências. Espírito Santo, Vitória, 08 mai. 2013.

ESPÍRITO SANTO. Decreto Estadual nº 3.430-R, de 06 de novembro de 2013. Regulamenta o Sistema Estadual de Proteção e Defesa Civil – SIEPDEC-ES, reorganizado pela Lei Complementar nº 694/2013. Espírito Santo, Vitória, 07 nov. 2013.

ESPÍRITO SANTO. Resolução AGERH nº 071, de 19 de dezembro de 2018. Institui e estabelece os procedimentos para o cadastro de barragem, barramento ou reservatório de acumulação de água, e, convoca a todos os empreendedores para o cadastramento. Espírito Santo, Vitória, 19 dez. 2018.

ESPÍRITO SANTO. Resolução AGERH nº 072, de 19 de dezembro de 2018. 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 para Barragens de Acumulação de Água. Espírito Santo, Vitória, 19 dez. 2018.

ESPÍRITO SANTO. Decreto Estadual nº 4.374-R, de 15 de fevereiro de 2019. Cria no âmbito do Estado do Espírito Santo, a Força Tarefa de Fiscalização de Segurança de Barragens – FTFSB, para realizar inspeções técnicas nas estruturas das barragens, garantir a regularidade de licenciamento e cadastramento e indicar o empreendedor responsável por garantir a segurança da barragem. Espírito Santo, Vitória, 15 fev. 2019.

ESPÍRITO SANTO. Lei Complementar nº 912, 05 de junho de 2019. Estabelece a Política Estadual de Governança e Segurança de Barragens, institui o Sistema Estadual de Governança de Empreendimentos de Infraestrutura Hídrica e o Sistema Estadual de Informações sobre Segurança de Barragens no Estado do Espírito Santo e dá outras providências. Espírito Santo, Vitória, 05 jun. 2019.

ANOMALIAS EM BARRAGENS

Manual do
Empreendedor
sobre **Segurança
de Barragens**

Guia de Orientação
e Formulários
para Inspeções
de Segurança de
Barragem

Volume **II**



Manual do
Empreendedor
sobre **Segurança
de Barragens**

Guia Prático de
Pequenas Barragens

Volume **VIII**



https://www.snisb.gov.br/Entenda_Mais/volume-viii-guia-pratico-de-pequenas-barragens

https://www.snisb.gov.br/Entenda_Mais/volume-ii-guia-de-orientacao-e-formularios-para-inspecoes-de-seguranca-de-barragem

1.1 FICHA DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR DE BARRAGEM – INSTRUÇÕES GERAIS

As fichas de inspeção das barragens de terra e de concreto foram adaptadas do Manual de Segurança e Inspeção de Barragens do Ministério da Integração Nacional (2002) e complementadas com a ficha de inspeção de BEFCs e com a ficha de inspeção para usinas hidrelétricas.

Instruções para preenchimento

No preenchimento das fichas de inspeção, é adotado o sistema de legendas, indicado a seguir:

SITUAÇÃO: a primeira parte da tabela se refere à situação da barragem em relação ao item examinado, ou seja:

NA	Este Item Não é Aplicável: o item examinado não é pertinente à barragem inspecionada; por exemplo, os itens da tabela MUROS LATERAIS em uma barragem cujo vertedouro seja escavado em rocha são, por isso, delimitado lateralmente por taludes cortados na rocha.
NE	Anomalia Não Existente: quando não existe nenhuma anomalia em relação ao item examinado, ou seja, sob o aspecto em questão, a barragem não apresenta falha ou defeito e não foge às normas.
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 presente-se com menor intensidade ou dimensão, em relação ao constatado na inspeção anterior, conforme verificado pela inspeção ou informado pela pessoa responsável pela barragem.
PC	Anomalia Permaneceu Constante: quando em uma inspeção, uma determinada anomalia presente-se com igual intensidade ou dimensão, em relação ao constatado na inspeção anterior, conforme verificado pela inspeção ou informado pela pessoa responsável pela barragem.

AU	Anomalia Aumentou: quando em uma inspeção, uma determinada anomalia presente-se com maior intensidade ou dimensão, em relação ao constatado na inspeção anterior, conforme percebido pela inspeção ou informado pela pessoa responsável pela barragem.
NI	Este item Não foi Inspecionado: quando um determinado aspecto da barragem que deveria ser examinado, por motivos alheios à pessoa que esteja inspecionando, não o foi, deve haver uma justificativa para a não realização da inspeção.

MAGNITUDE: a definição da magnitude da anomalia procura tornar menos subjetiva a avaliação da dimensão do problema ou da falha encontrada. A magnitude das anomalias pode ser classificada em quatro categorias, designadamente:

I	Insignificante: anomalia de pequenas dimensões, 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.

NÍVEL DE PERIGO: com esta informação, procura-se quantificar o nível de perigo causado pela anomalia e indicar a presteza com que ela deve ser corrigida.

0	Nenhum: anomalia que não compromete a segurança da barragem, mas pode ser entendida como descaso e má conservação;
1	Atenção: anomalia que não compromete a segurança da barragem em curto prazo, mas deve ser controlada e monitorada ao longo do tempo;
2	Alerta: anomalia com risco para a segurança da barragem, devendo ser tomadas providências para a eliminação do problema;
3	Emergência: anomalia com risco de ruptura em curto prazo, exigindo ativação do Plano de Ação de Emergência (PAE).

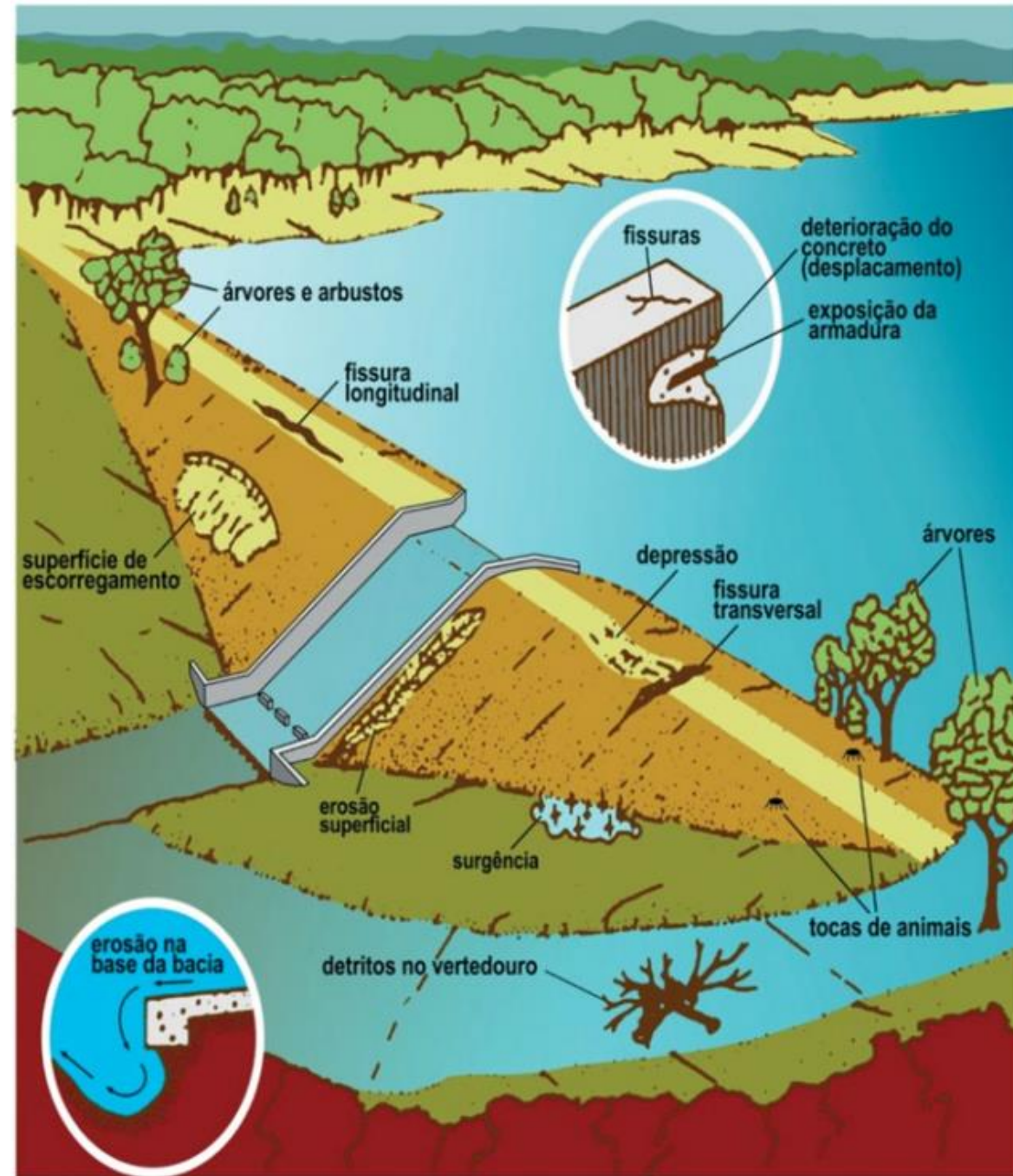


Figura 1. Representação esquemática das anomalias.
Fonte: Adaptado de Roque e Comissão (2001).

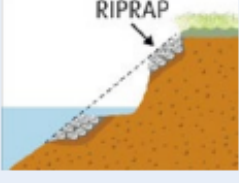
QUANDO FAZER UMA INSPEÇÃO DE SEGURANÇA?

- Quando forem detectadas anomalias graves;
- Para evitar a ocorrência de acidentes;
- Após a ocorrência de grandes cheias (com ou sem galgamento);
- Quando da ocorrência de eventos extremos: ruptura de barragens à montante, queda de taludes para o interior do reservatório;
- Durante período de seca prolongado com esvaziamento significativo do reservatório;
- Descomissionamento ou abandono da barragem;
- Outros



Figura 7. Fissuras longitudinais na crista de barragem de terra no Brasil, causadas pelos recalques de camada de solo coluvionar de basalto, na fundação.

Fonte: Arquivo SBB Engenharia / Banco de Imagens ANA

BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) – TALUDE DE MONTANTE (BT1)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
EROSÕES (SUMIDOUROS) (1) 	1. Erosão interna ou piping do maciço ou fundação da barragem dá origem a um sumidouro. 2. O desabamento de uma caverna criada pela erosão pode resultar num sumidouro. 3. Um pequeno furo na parede da tubulação da tomada de água pode ocasionar um sumidouro. Água barrenta na saída a jusante indica o desenvolvimento de erosão na barragem.	<u>Perigo Extremo</u> O piping pode esvaziar o reservatório por meio de um pequeno furo na parede da tubulação ou provocar a ruptura de uma barragem, quando os canais formados pela erosão regressiva atravessam o maciço ou a fundação.	Inspecionar outras partes da barragem, procurando infiltrações ou mais sumidouros. Identificar a causa exata do sumidouro. Examinar a água que sai a jusante, por fuga ou percolação, para verificar se está suja. Um engenheiro qualificado deve imediatamente inspecionar a barragem e orientar as ações a ser tomadas. EXIGIDA IMEDIATA PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
FISSURAS PRONUNCIADAS (RACHADURAS) (2) 	Uma porção do maciço moveu-se devido à perda de resistência ou a fundação pode ter-se movido, causando um deslocamento no maciço.	<u>Perigo Extremo</u> Indicam o início de um deslizamento ou recalque do maciço causado pela ruptura da fundação.	Dependendo do volume de maciço envolvido, baixar o nível do reservatório. Um engenheiro qualificado deve imediatamente inspecionar a barragem e orientar as ações a ser tomadas. EXIGIDA IMEDIATA PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
DESLIZAMENTOS, AFUNDAMENTOS OU ESCORREGAMENTOS (3) 	Terra ou pedras deslizaram pelo talude devido à sua inclinação exagerada ou ao movimento da fundação. Examinar a ocorrência de movimentos de terra, na bacia do reservatório, produzidos por deslizamentos.	<u>Perigo Extremo</u> Uma série de deslizamentos pode provocar a obstrução da tomada de água ou ruptura da barragem.	Avaliar a extensão do deslizamento. Monitorar o escorregamento e baixar o nível do reservatório se a segurança da barragem estiver ameaçada. Um engenheiro qualificado deve imediatamente inspecionar a barragem e orientar as ações a ser tomadas. EXIGIDA IMEDIATA PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
EROSÕES/ESCORREGAMENTOS/TALUDES ÍNGREMES E BANCADAS DE ESCAVAÇÃO (4) 	Ação das ondas e recalques locais causam ao solo e às rochas erosão e escorregamentos para a parte inferior do talude, formando uma bancada de escavação.	A erosão diminui a largura e possivelmente a altura do maciço, o que pode conduzir ao aumento da percolação ou ao transbordamento da barragem.	Determinar as causas exatas da formação das bancadas de escavação. Executar os trabalhos necessários para restaurar o maciço, devolvendo suas inclinações originais, e providenciar sua proteção adequada.
RIP-RAP INCOMPLETO, DESTRUÍDO OU DESLOCADO (5) 	Deterioração de rip-rap de má qualidade. A ação das ondas deslocou o rip-rap. Pedras redondas ou de mesmo tamanho rolaram talude abaixo.	A ação das ondas nessas áreas desprotegidas diminui a largura do maciço da barragem.	Restabelecer o talude normal. Refazer corretamente o rip-rap.

BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) – TALUDE DE MONTANTE (BT1)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
EROSÃO POR TRÁS DO RIP-RAP MAL GRADUADO (6) 	Pedras de tamanhos aproximadamente iguais permitem que as ondas passem entre elas e venham a erodir a camada intermediária de proteção, se esta não for bem graduada, e o solo do maciço subjacente.	O solo do maciço é erodido por trás do rip-rap, de modo que o recalque fornece menor proteção e diminui a largura da barragem.	Restabelecer uma proteção eficiente do talude. Um engenheiro deve especificar o tamanho e a graduação das pedras do rip-rap e da camada intermediária de proteção. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
FISSURA NA FACE DE CONCRETO OU DETERIORAÇÃO (7) 	Concreto deteriorado devido ao intemperismo. Material de preenchimento das juntas deteriorado ou removido.	Solo subjacente ao revestimento de concreto pode ser erodido, descalcando as placas e acelerando o processo de deterioração.	Determinar a causa. Reparar com argamassa ou contatar engenheiro para métodos de reparo permanentes. Se o dano for extenso, um engenheiro qualificado deverá inspecionar as condições e recomendar outras ações a ser tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
FISSURAS (RACHADURAS) DEVIDO AO RESSECAMENTO (8) 	O solo perde a umidade e sofre contração, causando fissuras pronunciadas (rachaduras), geralmente vistas na crista e talude de jusante.	Chuvvas fortes podem encher as fissuras e causar o movimento de pequenas partes do maciço.	Monitorar as fissuras (rachaduras) quanto a aumento no comprimento, largura e profundidade. Um engenheiro qualificado deve inspecionar as condições e recomendar outras ações a ser tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.

BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) – TALUDE DE JUSANTE (BT2)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
ESCORREGAMENTO/DESLIZAMENTO/ ENCHARCAMENTO (1) 	Falta ou perda de resistência do material do maciço da barragem. A perda de resistência pode ser atribuída à infiltração de água no maciço ou falta de suporte da fundação.	Perigo Extremo Deslizamento do maciço atingindo a crista ou o talude de montante, reduzindo a folga. Pode resultar no colapso do maciço ou transbordamento.	Medir a extensão e o deslocamento do escorregamento. Se o movimento continuar, começar a baixar o nível de água até parar o movimento. Um engenheiro qualificado deve inspecionar imediatamente a barragem e orientar as ações a ser tomadas. EXIGIDA IMEDIATA PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
FISSURAS (RACHADURAS) TRANSVERSAIS (2) 	Recalque diferenciado do maciço da barragem também provoca fissuras pronunciadas (rachaduras) transversais. Por exemplo: o centro recalca mais que as ombreiras.	Perigo Fissuras pronunciadas devido a recalques ou retração podem provocar infiltrações de água do reservatório através da barragem.	Se necessário, obstruir a fissura do talude de montante para prevenir a passagem de água do reservatório. Um engenheiro qualificado deve inspecionar a barragem e recomendar outras ações a ser tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.

BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) – TALUDE DE JUSANTE (BT2)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
AFUNDAMENTOS /COLAPSOS (3) 	Falta de compactação adequada. Tocas de animais. Piping através do maciço ou fundação.	Perigo Indicação de possível erosão do maciço.	Inspeccionar e reparar os buracos internos criados por roedores. Um engenheiro qualificado deve inspecionar a barragem e recomendar outras ações a ser tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
FISSURAS (RACHADURAS) LONGITUDINAIS (4) 	Ressecamento ou retração do material de superfície. Deformação a jusante devido ao recalque do maciço.	Podem ser avisos de um futuro deslizamento. Recalques ou deslocamentos mostrando a perda de resistência da barragem podem provocar sua ruína.	Se as fissuras (rachaduras) são de ressecamento, cobrir a área com material bem compactado para manter a superfície seca e a umidade natural. Se as fissuras (rachaduras) são extensas, um engenheiro qualificado deve inspecionar o problema e recomendar outras ações a ser tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
AFUNDAMENTOS (LOCALIZADOS) (5) 	Resultantes de erosão que deslocou uma parte do talude. Também podem ser encontrados em taludes muito íngremes.	Podem expor zonas impermeáveis à erosão e levar a novos afundamentos.	Inspeccionar a área em busca de infiltração. Monitorar para verificar o prosseguimento da ruptura. Um engenheiro qualificado deve inspecionar a barragem e recomendar outras ações a ser tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
EROSÃO (6) 	Águas de chuva carregam material da superfície do talude, produzindo valas de erosão.	Pode ser perigosa se não for controlada. Erosões podem provocar deterioração do talude de jusante e, posteriormente, ruptura do maciço.	O método preferido de proteção de áreas erodidas é a colocação de enrocamento ou rip-rap. Refazer a grama de proteção se o problema for detectado no início.
ÁRVORES/ARBUSTOS (7) 	Vegetação natural da área.	Raízes profundas podem criar caminhos para passagem de água. Arbustos podem dificultar inspeções visuais e abrigar roedores.	Remover as árvores de raízes profundas e arbustos no maciço e nas proximidades. Erradicar vegetação no maciço que dificulta as inspeções visuais.

BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) – TALUDE DE JUSANTE (BT2)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
ATIVIDADES DE ANIMAIS E INSETOS (8) 	Grande quantidade de animais e insetos. Buracos, túneis e cavernas são causados por tocas de animais, formigueiros e cupinzeiros. Certos habitats, com alguns tipos de planta e árvore, próximos ao reservatório encorajam animais e insetos.	1. Criam passagens da água superficial para dentro do maciço, permitindo a saturação das áreas adjacentes, o que pode provocar rupturas localizadas. 2. Podem reduzir o caminho de percolação da água e provocar piping. Se os túneis atravessam a maior parte do maciço, podem levar à ruptura da barragem. 3. Especialmente perigosas se os furos penetrarem abaixo da linha freática. Durante os períodos de elevação do nível do reservatório, o caminho de percolação pode ficar muito reduzido, o que facilita a ocorrência de piping.	Controlar a população de animais e insetos para prevenir maiores danos. Aterrizar buracos existentes, com material adequado e bem compactado. Eliminar habitats favoráveis ao desenvolvimento de espécies nocivas.
TRÁFEGO DE ANIMAIS E GADO (9) 	Tráfego excessivo de animais é especialmente danoso quando o talude está molhado.	Cria áreas sem proteção contra a erosão. Permite que a água se acumule em determinados locais. Área fica suscetível a fissuras por ressecamento.	Cercar a área da barragem. Reparar a proteção contra erosão com rip-rap ou grama.

BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) – CRISTA (BT3)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
FISSURA (RACHADURA) LONGITUDINAL (1) 	Assentamentos diferentes entre seções adjacentes ou zonas do maciço da barragem. Falha na fundação, causando perda de estabilidade. Estágios iniciais de deslizamentos do maciço.	<u>Perigo</u> Cria local de pouca resistência no interior da barragem, que pode ser o ponto de início de um futuro movimento, deformação ou ruptura do maciço. Cria uma passagem da água superficial para dentro do maciço, permitindo a saturação da área adjacente, o que pode provocar uma ruptura localizada.	Inspeccionar a fissura e cuidadosamente anotar a localização, comprimento, profundidade, alinhamento e outros aspectos físicos pertinentes. Imediatamente demarcar os limites da fissura. Monitorar frequentemente. Um engenheiro deve determinar a causa da fissura e supervisionar as medidas necessárias para reduzir o perigo para a barragem e corrigir o problema. As fissuras da superfície da crista devem ser seladas para prevenir infiltração da água superficial. Continuar monitorando rotineiramente a crista para identificar indícios de fissuras. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.

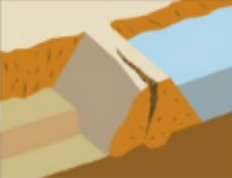


Cupinzeiro

<https://www.saneamentobasico.com.br/wp-content/uploads/2019/05/3.pdf>



Foto 8: Barragem Morada dos Lagos do Sistema Aldeia da Serra, estrutura em destaque pé de jusante.

BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) – CRISTA (BT3)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
DESLOCAMENTO VERTICAL (2) 	Movimento vertical entre seções adjacentes do maciço da barragem. Deformação ou falha estrutural causada por instabilidade estrutural ou falha na fundação.	Perigo Extremo Cria uma área de pouca resistência no interior do maciço, que pode causar futuros movimentos. Ruptura do maciço. Cria um ponto de entrada para a água superficial, que futuramente pode contribuir para a ruptura do maciço. Reduz a seção transversal efetiva da barragem.	Cuidadosamente inspecionar o deslocamento e anotar a localização, comprimento, profundidade, alinhamento e outros aspectos físicos pertinentes. Um engenheiro deve imediatamente determinar a causa do deslocamento e supervisionar as medidas necessárias para reduzir o perigo para a barragem e corrigir o problema. Escavar a área até o fundo do deslocamento. Preencher a escavação usando material adequado e técnicas de construção corretas, sob a supervisão de um engenheiro. Continuar a monitorar a área rotineiramente para verificar indícios de futuras fissuras ou movimento. EXIGIDA IMEDIATA PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
DESABAMENTOS NA CRISTA (3) 	Atividade de roedores. Furos na tubulação da tomada de água causam erosão do material no maciço da barragem. Erosão interna ou piping do material no maciço devido à infiltração. Carreamento de argila dispersiva no interior do maciço, pela água de percolação.	Perigo Vazios dentro da barragem podem causar desabamentos, deslizamentos, instabilidade ou reduzir a seção transversal do maciço da barragem. Ponto de entrada para água superficial.	Cuidadosamente inspecionar o desabamento e anotar a localização, comprimento, profundidade, alinhamento e outros aspectos físicos pertinentes. Um engenheiro deve determinar a causa do desabamento e supervisionar as medidas necessárias para reduzir o perigo para a barragem e corrigir o problema. Escavar a área que desabou, taludando os lados, e preencher o buraco com material adequado, usando técnicas de construção adequadas, sob a supervisão de um engenheiro. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
FISSURAS TRANSVERSAIS E LONGITUDINAIS (4) 	Movimentos desiguais das partes adjacentes do maciço. Deformação causada por tensões ou instabilidade do maciço.	Perigo Podem criar um caminho para infiltração na direção transversal do maciço. Criam área de baixa resistência no interior do maciço, podendo iniciar futura deformação, movimento ou ruptura. Permitem um ponto de entrada para água de escoamento superficial.	Inspeccionar a fissura e cuidadosamente anotar a localização, comprimento, profundidade, alinhamento e outros aspectos físicos pertinentes. Imediatamente demarcar os limites da fissura. Monitorar frequentemente. Um engenheiro deve determinar a causa da fissura e supervisionar as medidas necessárias para reduzir o perigo para a barragem e corrigir o problema. Escavar a crista ao longo da fissura até ultrapassar o fundo desta. Preencher a escavação usando material adequado e técnicas de construção corretas, sob a supervisão de um engenheiro. Isso irá selar a fissura contra infiltração e escoamento superficial. Continuar monitorando rotineiramente a crista para verificar indícios de fissuras. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.

BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) – CRISTA (BT3)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
CRISTA DESALINHADA (5) 	Movimentos entre partes adjacentes do maciço. Deformação estrutural ou ruptura próxima à área do desalinhamento.	Desalinhamento é normalmente acompanhado de depressões na crista, que reduzem a folga ao transbordamento. Pode produzir áreas localizadas de baixa resistência no maciço, que podem provocar a ruptura deste.	Instalar marcos na crista para determinar a exata localização e extensão do desalinhamento na crista. Um engenheiro deve determinar a causa do desalinhamento e supervisionar as medidas necessárias para reduzir o perigo para a barragem e corrigir o problema. Após as medidas remediadoras, monitorar periodicamente os marcos da crista para detectar possíveis movimentos futuros. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
AFUNDAMENTOS/DEPRESSÕES NA CRISTA DA BARRAGEM (6) 	Assentamento excessivo no maciço ou fundação diretamente abaixo da área da depressão. Erosão interna do maciço da barragem. Deformação do maciço de fundação a jusante ou montante. Erosão pelo vento contínuo na área da crista. Terraplanagem final inadequada na construção.	Reduzem a folga da barragem, ou seja, a diferença entre a cota da crista do maciço e a cota da superfície da água no reservatório quando o vertedouro está com vazão máxima.	Estabelecer marcos ao longo da crista para determinar a exata localização e extensão do assentamento na crista. Um engenheiro deve determinar a causa da depressão na crista e supervisionar as medidas necessárias para reduzir o perigo para a barragem e corrigir o problema. Restabelecer a cota da crista de maneira uniforme preenchendo as áreas com depressões, utilizando técnicas construtivas adequadas, sob a supervisão de um engenheiro. Restabelecer e monitorar os marcos da crista da barragem para detectar possível recalque no futuro.
VEGETAÇÃO EXCESSIVA (7) 	Negligência com a barragem e falta de procedimentos de manutenção adequados.	Esconde partes da barragem, dificultando uma adequada inspeção visual de todo o maciço e possibilitando o desenvolvimento de problemas que somente serão detectados quando a segurança da barragem já estiver ameaçada. As raízes que penetram no maciço se decompõem quando a vegetação morre, criando caminhos preferenciais para a percolação. Dificulta o acesso a todas as áreas da barragem para operação, manutenção e inspeção. Serve de habitat para roedores.	Remover toda a vegetação existente, com exceção da grama, que deve ser preservada para ajudar a combater a erosão superficial. As raízes devem ser retiradas até a profundidade em que sejam práticas as escavações. O reaterro deve ser feito com material adequado e bem compactado. Um programa de manutenção deve ser estabelecido para evitar o surgimento de nova vegetação indesejável no futuro. O material cortado deve ser removido para fora da área da barragem.

Fraturas na crista



Vertedouro insuficiente para vazão

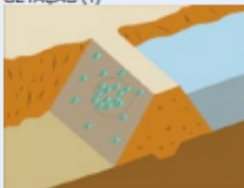
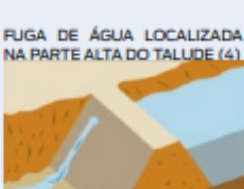
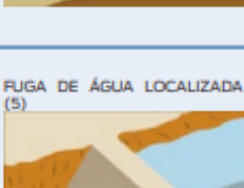


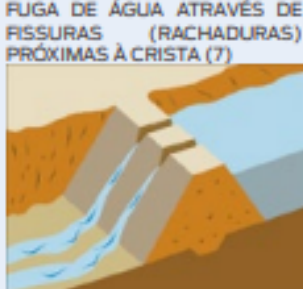
Erosão nas margens do canal

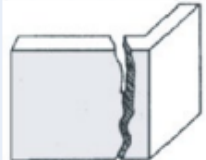
<https://www.saneamentobasico.com.br/wp-content/uploads/2019/05/3.pdf>

BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) – CRISTA (BT3)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
BURACOS DE ANIMAIS E INSETOS (8) 	Grande quantidade de animais e insetos. Buracos, túneis e cavernas são causados por tocas de animais, formigueiros e cupinzeiros. Certos <i>habitats</i>, com alguns tipos de planta e árvore, próximos ao reservatório encorajam os animais e insetos.	Criam passagens da água superficial para dentro do maciço, permitindo a saturação das áreas adjacentes, o que pode provocar rupturas localizadas. Podem reduzir o caminho de percolação da água e provocar <i>piping</i>. Se os túneis atravessarem a maior parte do maciço, poderão levar à ruptura da barragem. Especialmente perigosos se os furos penetrarem abaixo da linha freática. Durante os períodos de elevação do nível do reservatório, o caminho de percolação pode ficar muito reduzido, o que facilita a ocorrência de <i>piping</i>.	Controlar a população de animais e insetos para prevenir maiores danos. Aterrar buracos existentes, com material adequado e bem compactado. Eliminar <i>habitats</i> favoráveis ao desenvolvimento de espécies nocivas.
EROSÕES NA CRISTA (9) 	Material mal graduado e drenagem inadequada da crista, com concentração do fluxo de água superficial diretamente sobre o maciço. Capacidade inadequada do sangradouro, provocando o transbordamento da barragem.	Podem reduzir a folga da barragem. Reduzem a seção transversal efetiva do maciço. Dificultam o acesso a todas as partes da barragem. Se resultantes de transbordamento, indicam uma situação de risco da barragem.	Restabelecer a folga de projeto da barragem, aterrando a vala provocada pela erosão com material adequado e bem compactado. Restabelecer as inclinações previstas no projeto para a crista e recuperar ou implantar um sistema de drenagem superficial. Se resultantes de transbordamento, um engenheiro deve rever o dimensionamento e as condições atuais do vertedouro. Neste caso, é EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
FISSURAS (RACHADURAS) DEVIDO AO RESSECAMENTO (10) 	O solo expande e contrai com a alternância dos processos de umedecimento e ressecamento que acompanham o clima. As fissuras devido ao ressecamento são curtas, rasas, finas e numerosas.	Criam passagens da água superficial para dentro do maciço, permitindo a saturação das áreas adjacentes. Essa saturação e o ressecamento subsequente podem ocasionar o aumento das fissuras.	Selar as fissuras com material impermeável. Recobrir a crista com uma camada de material não plástico (cascalho ou laterita).
TRILHAS AO LONGO DA CRISTA (11) 	Tráfego de veículos pesados sem a manutenção adequada da superfície da crista.	Dificultam o acesso a todas as áreas da barragem. Ajudam no processo de deterioração da superfície da crista. Permitem a acumulação de água sobre a barragem, causando a saturação do maciço.	Drenar a água acumulada e recompor a crista com material adequado e bem compactado. Restabelecer as inclinações previstas no projeto para a crista e recuperar ou implantar um sistema de drenagem superficial. Recuperar o pavimento ou, no mínimo, aplicar uma camada de material que possa funcionar como revestimento primário (cascalho ou laterita).



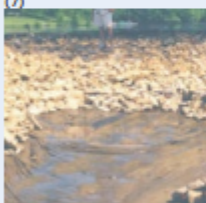
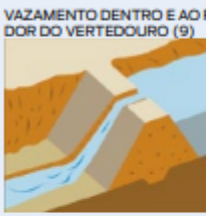
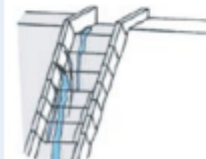
BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) – INFILTRAÇÕES E FUGAS (surgências) DE ÁGUA NA BARRAGEM (BT4)				
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL QUÊNCIA	CONSE-	AÇÕES CORRETIVAS
MUDANÇA ACENTUADA NA VEGETAÇÃO (1) 	O material do maciço na área permite fluxo de água.	Pode indicar a existência de uma área saturada.		Por meio de escavação manual, tentar identificar se a área está mais úmida que o restante do talude. Se a área estiver mais úmida que o restante do talude, um engenheiro qualificado deverá inspecionar a barragem e recomendar outras medidas a ser tomadas.
GRANDE ÁREA MOLHADA OU PRODUZINDO FLUXO (2) 	Um caminho preferencial de percolação desenvolveu-se através da ombreira ou do maciço.	<u>Perigo</u> O aumento do fluxo pode levar à erosão do maciço e à ruptura da barragem. A saturação do maciço próximo à zona de infiltração pode criar instabilidade, levando à ruptura da barragem.		Inspeccionar e demarcar a área. Acompanhar para averiguar sua expansão. Medir com a maior precisão possível alguma vazão que possa estar ocorrendo. Se a área ou o fluxo aumentar, o nível do reservatório deverá ser reduzido até o fluxo estabilizar ou cessar. Um engenheiro qualificado deve inspecionar a barragem e recomendar outras medidas a ser tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
ÁREA MOLHADA E UMA FAIXA HORIZONTAL (3) 	Camada de material permeável usado na construção do maciço.	<u>Perigo</u> A saturação das áreas abaixo da zona de infiltração pode instabilizar o maciço. Fluxos excessivos podem provocar erosão acelerada do maciço, levando à ruptura da barragem.		Medir com a maior precisão possível a vazão que possa estar ocorrendo. Se o fluxo aumentar, o nível do reservatório deverá ser reduzido até o fluxo estabilizar ou cessar. Demarcar a área envolvida. Por meio de escavação manual, tentar identificar o material que está permitindo o fluxo. Um engenheiro qualificado deve inspecionar a barragem e recomendar outras ações a ser tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
FUGA DE ÁGUA LOCALIZADA NA PARTE ALTA DO TALUDE (4) 	Construção incorreta. Esforço concentrado. Deterioração do material. Falhas na fundação. Pressão externa excessiva.	Distúrbios no escoamento. Erosão na fundação e no aterro de recobrimento. Eventual desmoronamento da estrutura.		Medir a quantidade de fluxo e averiguar o transporte de materiais. Se o fluxo aumentar, o nível do reservatório deverá ser reduzido até o fluxo estabilizar ou cessar. Procurar a entrada da água a montante e obstruí-la, se possível. A colocação de uma lona sobre o talude de montante e seu recobrimento com solo lançado a partir da crista da barragem têm sido adotados com êxito em alguns casos. Um engenheiro qualificado deve inspecionar a barragem e recomendar outras medidas a ser tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
FUGA DE ÁGUA LOCALIZADA (5) 	A água encontrou ou abriu uma passagem através do maciço.	<u>Perigo</u> A continuação do fluxo pode ampliar a erosão do maciço e levar à ruptura da barragem.		Inspeccionar cuidadosamente a área, medir a quantidade de fluxo e averiguar o transporte de materiais. Se houver carreamento de material, um dique com sacos de areia deverá ser construído em volta da surgência para reduzir a velocidade da água e a capacidade erosiva do fluxo. Caso a erosão se acentue, o nível do reservatório deverá ser rebaixado. Um engenheiro qualificado deve inspecionar a barragem e recomendar outras medidas a ser tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.

BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) – INFILTRAÇÕES E FUGAS (surgências) DE ÁGUA NA BARRAGEM (BT4)				
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL QUÊNCIA	CONSE-	AÇÕES CORRETIVAS
FUGA LOCALIZADA DE ÁGUA "BARRENTA" (SURGÊNCIA) (6) 	A água encontrou ou abriu uma passagem através do maciço e está erodindo e carreando o material deste.	<u>Perigo Extremo</u> O prosseguimento do fluxo pode causar uma erosão rápida no material do maciço, resultando na ruptura da barragem.		Inspeccionar cuidadosamente a área, medir a quantidade de fluxo e averiguar se o carreamento de solo está aumentando. Um dique com sacos de areia deve ser construído em volta da surgência para reduzir a velocidade da água e a capacidade erosiva do fluxo. Caso a erosão se acentue, o nível do reservatório deverá ser rebaixado. Um engenheiro qualificado deve imediatamente inspecionar a barragem e orientar as ações a ser tomadas. EXIGIDA IMEDIATA PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
FUGA DE ÁGUA ATRAVÉS DE FISSURAS (RACHADURAS) PRÓXIMAS À CRISTA (7) 	Intenso ressecamento provocou o surgimento de fissuras no topo do maciço. Recalques no maciço ou na fundação estão causando fissuras pronunciadas (rachaduras) transversais.	<u>Perigo Extremo</u> A saturação abaixo da zona fraturada pode instabilizar o maciço. O fluxo através da fissura pode erodir o maciço, levando à ruptura da barragem.		Obstruir as fissuras pelo lado a montante para estancar o fluxo. O nível do reservatório deve ser reduzido até abaixo do nível das fissuras. Um engenheiro qualificado deve imediatamente inspecionar a barragem e orientar as ações a ser tomadas. EXIGIDA IMEDIATA PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
VAZAMENTOS VINDOS DAS OMBREIRAS (8) 	Fluxo de água através de fissuras (rachaduras) nas ombreiras.	<u>Perigo</u> Podem provocar uma erosão rápida na ombreira e o esvaziamento do reservatório. Podem provocar deslizamentos próximos ou a jusante da barragem.		Inspeccionar cuidadosamente a área para determinar a quantidade do fluxo e averiguar se existe carreamento de materiais. Um engenheiro ou geólogo qualificado deve inspecionar a barragem e recomendar outras ações a ser tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO OU GEÓLOGO.
FLUXO BORBULHANDO A JUSANTE DA BARRAGEM (9) 	Alguma parte do maciço de fundação está permitindo a passagem de água com facilidade. Pode ser uma camada permeável formada por areia ou pedregulho existente na fundação ou mesmo fratura na rocha subjacente, que não foi tratada convenientemente quando da execução da injeção de cimento na rocha de fundação.	<u>Perigo</u> O aumento do fluxo pode causar uma erosão rápida no material da fundação, resultando na ruptura da barragem.		Inspeccionar cuidadosamente a área e averiguar a quantidade de fluxo e o transporte de materiais. Se houver carreamento de material, um dique com sacos de areia deverá ser construído em volta da surgência para reduzir a velocidade da água e a capacidade erosiva do fluxo. Caso a erosão se acentue, o nível do reservatório deverá ser rebaixado. Um engenheiro qualificado deve inspecionar a barragem e recomendar outras medidas a ser tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.

BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) – VERTEDOURO (BTS)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
VEGETAÇÃO EXCESSIVA OU DETRITOS NO CANAL (1) 	Acúmulo de material escorregado, árvores mortas, crescimento excessivo de vegetação etc., no canal do vertedouro.	Perigo Redução da capacidade de descarga, causando transbordamento lateral do sangradouro ou transbordamento da barragem. O transbordamento prolongado pode causar a ruptura da barragem.	Retirar os detritos periodicamente. Controlar o crescimento da vegetação no canal do vertedouro. Instalar uma rede de proteção na entrada do vertedouro para interceptar detritos.
CANAIS ERODIDOS (2) 	Tráfego de animais cria canais preferenciais nos quais o fluxo se concentra, criando valas de erosão. Fluxo de água turbulento ou com elevada velocidade. O solo ou rocha onde foi cortado o canal do vertedouro não é suficientemente resistente à erosão. A estrutura da laje de fundo do canal, no caso de canais revestidos de concreto, não foi projetada ou construída corretamente.	Erosões não combatidas podem provocar deslizamentos ou desabamentos, que resultam na redução da capacidade do vertedouro. A capacidade inadequada do sangradouro pode provocar o transbordamento da barragem e resultar na sua ruptura. A erosão pode atingir o reservatório, provocando seu rápido esvaziamento. A erosão pode descalçar a estrutura de fixação da cota da soleira do vertedouro (Creager, por exemplo), levando à sua destruição e provocando uma cheia de graves consequências.	Fotografar as erosões para acompanhar seu desenvolvimento. Reparar a área danificada, substituindo o material erodido por aterro compactado. Proteger a área contra futuras erosões, colocando enrocamento ou revestindo de forma apropriada. Quando o avanço da erosão ameaçar a segurança das estruturas, um engenheiro qualificado deverá imediatamente inspecionar a barragem e orientar as medidas a ser tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
DESCALÇAMENTO POR EROÇÃO NO FIM DO VERTEDOURO (3) 	Configuração inadequada da bacia de dissipação. Pressão excessiva do aterro ou da água. Armadura insuficiente do concreto.	Perigo Dano estrutural no vertedouro. Alto custo de reparo, no caso de desmoronamento da laje ou parede do vertedouro.	Fazer a limpeza da área e reaterar com material apropriado. Colocar um enrocamento com blocos de tamanho adequado. Instalar uma cortina de contenção. Um engenheiro qualificado deve inspecionar o vertedouro e orientar as ações a ser tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
PAREDE DESLOCADA (4) 	Falha na execução. Recalque diferencial da fundação. Pressão excessiva do aterro ou da água. Armadura insuficiente do concreto.	Pequenos deslocamentos criam turbulência e redemoinho no fluxo, causando erosão no solo atrás da parede. Grandes deslocamentos causam fissuras pronunciadas (rachaduras) e eventual ruptura da estrutura.	Reconstruir, de acordo com as práticas da engenharia. Preparar cuidadosamente a fundação. Utilizar drenos para aliviar a pressão atrás da parede. Amar suficientemente o concreto. Ancorar as paredes para prevenir futuros deslocamentos. Limpar os drenos para assegurar sua operação adequada. Consultar um engenheiro antes de as ações serem tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
FISSURAS PRONUNCIADAS (RACHADURAS GRANDES) (5) 	Falha na construção. Concentração localizada de tensões. Deterioração localizada do material. Falha na fundação. Pressão excessiva do aterro externo.	Turbulência no fluxo de água. Erosão na fundação e no aterro lateral. Colapso da estrutura.	Reparar grandes fissuras (rachaduras), sem grandes deslocamentos, por meio de remendos. Limpar e cortar as áreas ao redor antes que o material de remendo seja aplicado. Instalar drenos. Outras ações podem ser necessárias. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.

BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) – VERTEDOURO (BTS)

ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
AUMENTO DO FLUXO E CARREAMENTO DE SEDIMENTOS NA SAÍDA DO DRENO (11) 	Funcionamento impróprio do dreno por má execução ou deterioração da camada filtrante.	Perigo O aumento da velocidade do fluxo pode acelerar a erosão do solo atrás ou abaixo da estrutura. Pode levar à ruptura das estruturas por descalçamento.	Monitorar a quantidade de fluxo e o carreamento de material. Coletar amostras de água para comparar a turbidez. Se a vazão ou a turbidez aumentar, um engenheiro qualificado deverá inspecionar o vertedouro e recomendar as ações a ser tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.

BARRAGENS DE TERRA (ATERRO) – VERTEDOURO (BTS)			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
JUNTAS ABERTAS OU DESLOCADAS (6) 	Recalque excessivo da fundação. Fuga de material da junta. Junta construída muito larga e não selada. Material selante deteriorado e carreado.	Erosão do material da fundação pode enfraquecer o suporte da estrutura e causar futuras fissuras pronunciadas. Pressão induzida pelo fluxo de água através das juntas deslocadas pode carregar laje ou parede e causar um extenso descalçamento.	As juntas não devem ter mais de 1 cm e devem ser seladas com asfalto ou outro material flexível. Limpar as juntas, substituir os materiais erodidos e selar as juntas. Drenar e preparar corretamente a fundação. A face inferior da laje deve ter ressaltos com profundidade suficiente para evitar deslizamento. Evitar inclinação exagerada do canal. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
PERDA OU FALHA NO RIP-RAP (7) 	Canal muito inclinado. Enrocamento mal dimensionado para o fluxo. Falha na fundação. Velocidade de escoamento muito alta. Colocação inadequada do material. Camada de transição ou material da fundação carreado pela água.	Perigo Erosão no fundo e laterais do canal. Ruptura do vertedouro.	Projetar um talude estável para o fundo do canal. O material do rip-rap deve ser bem graduado e conter partículas pequenas, médias e grandes. Preparar bem o subleito e, se necessário, instalar filtro drenante. Controlar a velocidade do fluxo do vertedouro. Colocar o rip-rap de acordo com a especialidade.
DETERIORAÇÃO DA ESTRUTURA DE CONCRETO (8) 	Uso de materiais impróprios ou manutenção inadequada.	A vida útil da estrutura é diminuída.	Recuperar a estrutura do vertedouro. Usar apenas agregados limpos e de boa qualidade no concreto. Respeitar o recobrimento da armadura do concreto. Manter o concreto molhado e protegido durante a cura. Um engenheiro qualificado deve inspecionar o vertedouro e orientar as ações a ser tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
VAZAMENTO DENTRO E AO REDOR DO VERTEDOURO (9) 	Fissuras e juntas na fundação do vertedouro estão permitindo infiltração. Camadas de areia ou pedregulhos no vertedouro estão permitindo infiltração.	Pode induzir perda excessiva de água armazenada. Pode induzir ruptura, se a velocidade for alta o bastante para causar erosão dos materiais da fundação.	Examinar a área de saída do fluxo para ver se o tipo de material pode explicar o vazamento. Medir a quantidade do fluxo e checar se existe erosão dos materiais da fundação. Se a velocidade do fluxo ou quantidade de materiais erodidos aumentar rapidamente, o nível do reservatório deverá ser abaixado até o fluxo estabilizar ou cessar. Um engenheiro qualificado deve inspecionar as condições e recomendar outras ações a ser tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.
INFILTRAÇÃO ATRAVÉS DE UMA JUNTA DE CONSTRUÇÃO OU FISSURAS (RACHADURAS) NA ESTRUTURA DE CONCRETO (10) 	Água se acumulando atrás da estrutura devido à drenagem insuficiente ou drenos entupidos.	Pode causar a inclinação ou queda das paredes. Fluxo através do concreto pode conduzir a uma rápida deterioração por intemperismo. Se o vertedouro está localizado no maciço, uma erosão rápida pode levar à ruptura da barragem.	Checar a área atrás da parede para identificar zonas saturadas. Checar e limpar, se necessário, as saídas de água e drenos internos. Se a condição persistir, um engenheiro qualificado deverá inspecionar o problema e recomendar outras ações a ser tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIRO.

An aerial photograph showing a large dam structure across a river, with a reservoir behind it. The surrounding landscape is a mix of green forested hills and cleared, brownish land. A road runs along the left side of the reservoir. The text is overlaid on the right side of the image.

**VISTORIA TÉCNICA NA BARRAGEM DA
PCH FRANCISCO GROSS
- ALEGRE/ES -**

An aerial photograph of a dam and reservoir, overlaid with a semi-transparent blue filter. The dam is a long, straight structure crossing a river. To the left of the dam is a large reservoir. The surrounding landscape includes forested hills and some cleared areas. The word 'CONTEXTUALIZAÇÃO' is written in bold, dark blue capital letters on a white rectangular background in the lower right quadrant.

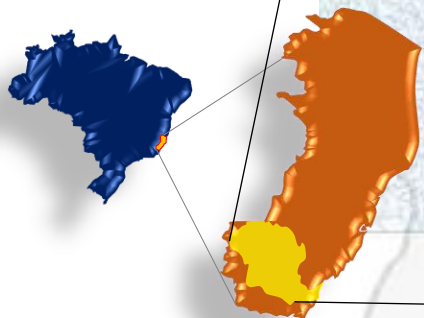
CONTEXTUALIZAÇÃO

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPEMIRIM

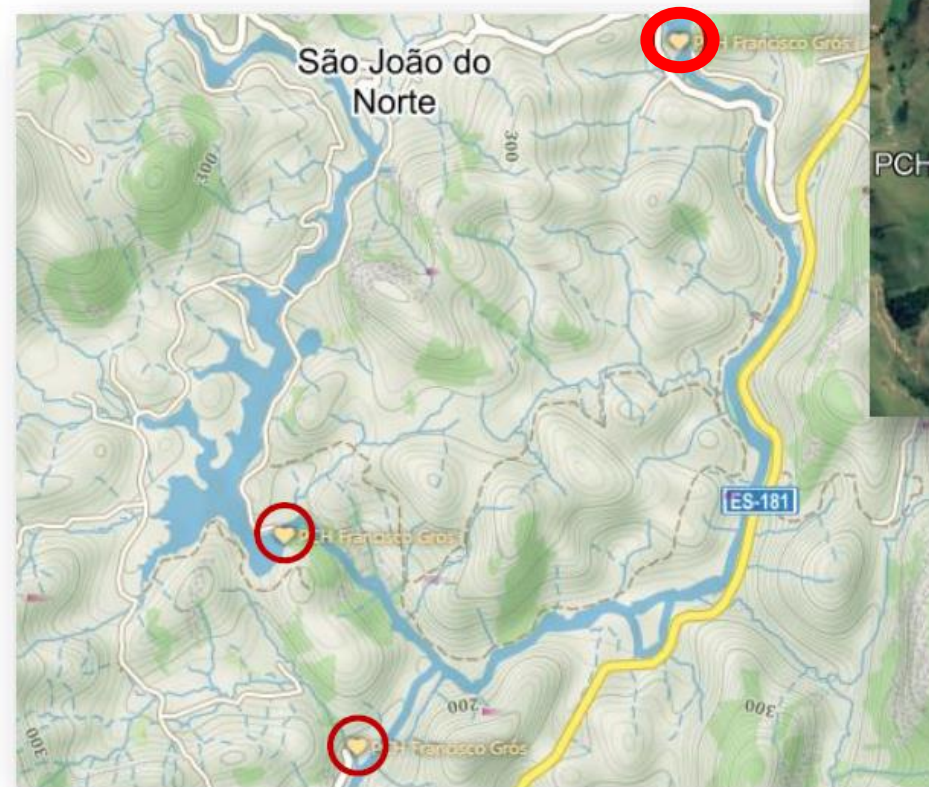
CONTEXTUALIZAÇÃO

- * 24 a 26/01/2020 – Inundação
- * 25/01/2020 - Anomalias na barragem
- * 3 municípios afetados
- * Acompanhamento da Defesa Civil

Barragem de derivação da
PCH Francisco Gross



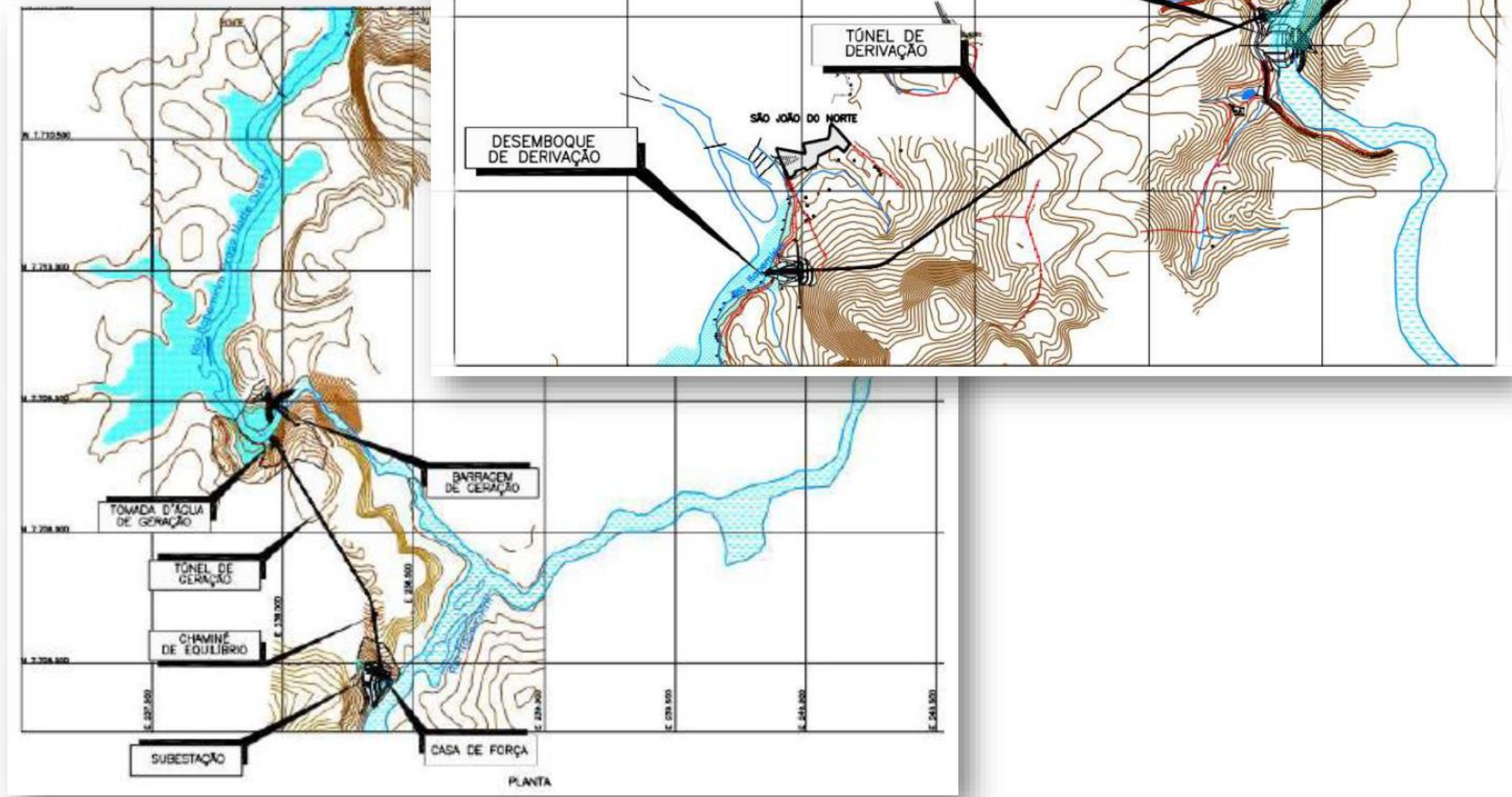
PCH FRANCISCO GROSS



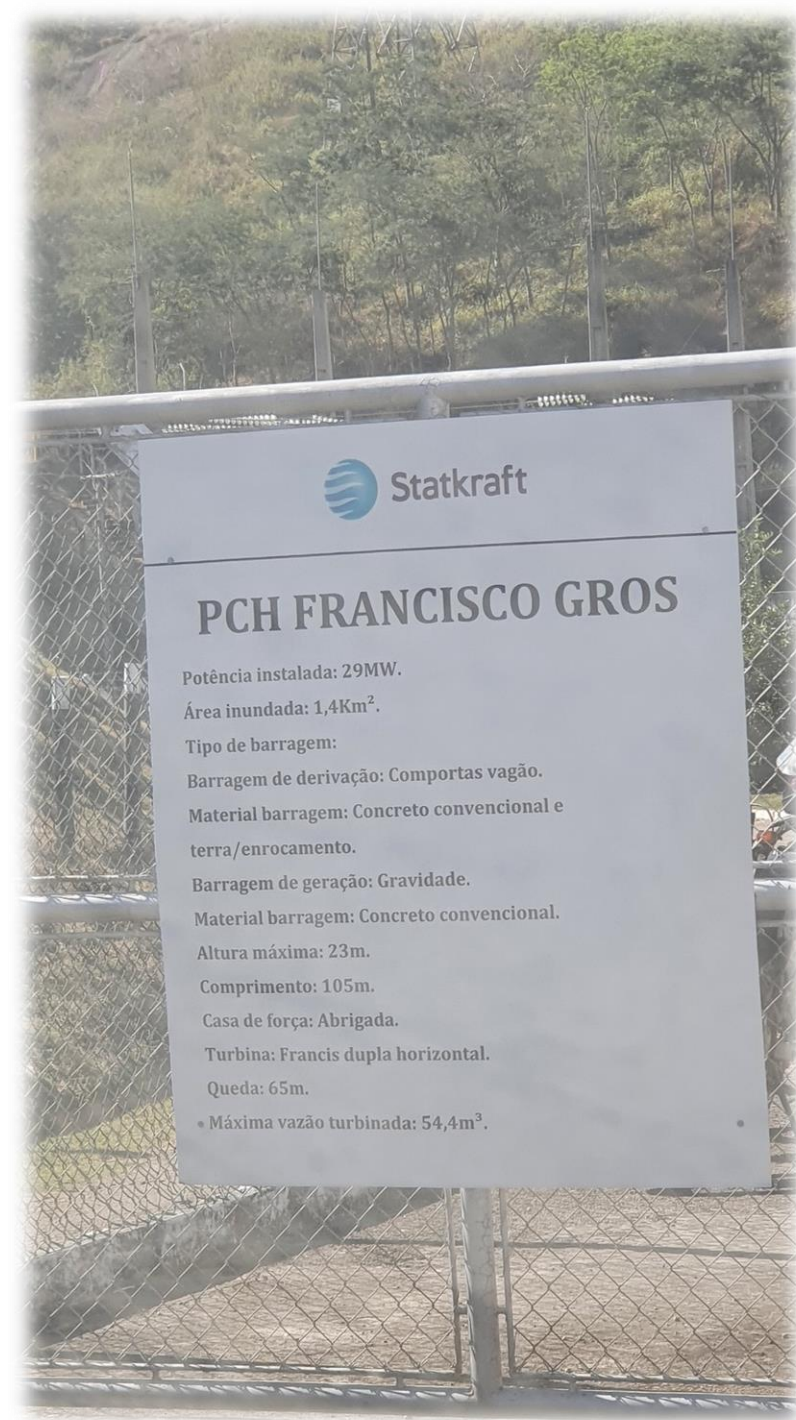
Barragem de Derivação

Confluência dos rios Braço Norte Esquerdo e Direito do Rio Itapemirim, no município de Alegre/ES

ESTRUTURA



INSPEÇÃO/VISTORIA TÉCNICA



An aerial photograph of a dam and reservoir, overlaid with a semi-transparent blue filter. The dam is a long, straight structure crossing a river. To the left of the dam is a large reservoir. The surrounding landscape includes forested hills and some cleared areas. A road or path runs along the left side of the reservoir.

ESTRUTURAS

REUNIÃO EM CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM (24/08/21)



EQUIPES:

- * Técnicos da empresa Statkraft
- * Agentes da CEPDEC/ES
- * Bombeiros militares da REPDEC
- * Agentes das COMPDECs:
Alegre, Jerônimo Monteiro e
Cachoeiro de Itapemim

REUNIÃO NA EMPRESA (25/08/21)



BARRAGEM DE DERIVAÇÃO

BARRAGEM		
Tipo:	Terra/Enrocamento	
Comprimento (m):	147,90	
Altura Máxima (m):	23,00	
Largura Crista (m):	6,00	
Elevação da Crista (m):	198,50	
Fundação:	Gnaisse/Granito	
RESERVATÓRIO		
Área NA Normal - (km²):	0,70	
Volume NA Normal (hm³):	5,11	
Níveis de Água (m):	Máx. Max.:	196,50
	Normal:	196,50
	Mínimo:	194,20
ÓRGÃOS EXTRAVASORES – VERTEDOURO		
Tipo:	Controlado Comportas Segmento	
Comprimento (m):	23,50 (total) 16,00 (livre)	
Capacidade (m³/s):	917,86	TR = 1.000 anos
Comportas	Número:	2
	Altura (m):	10,50
	Largura (m):	8,00
Elevação da Soleira (m):	186,50	
Fundação:	Gnaisse/Granito	



EMBOQUE DO TÚNEL DE DERIVAÇÃO



DESEMBOQUE DO TÚNEL DE DERIVAÇÃO – NÃO VISTORIADA



BARRAGEM DE GERAÇÃO – NÃO VISTORIADA

BARRAGEM		
Tipo:	CCV e Enrocamento	
Comprimento (m):	120,60	
Altura Máxima (m):	19,00	
Largura Crista (m):	6,00	
Elevação da Crista (m):	200,00	
Fundação:	Gnaisse/Granito	
RESERVATÓRIO		
Área NA Normal - (km²):	0,52	
Volume NA Normal (hm³):	2,88	
Níveis de Água (m):	Máx. Max.:	199,28
	Normal:	196,00
	Mínimo:	194,20
ÓRGÃOS EXTRAVASORES – VERTEDOURO		
Tipo:	Soleira Livre	
Comprimento (m):	55,00	
Capacidade (m³/s):	745,88 TR=1.000 anos inst	
Elevação da Soleira (m):	196,00	
Fundação:	Gnaisse/Granito	



CASA DE FORÇA



SUBESTAÇÃO E UNIDADES GERADORAS



SUBESTAÇÃO E UNIDADES GERADORAS



An aerial photograph of a large dam and reservoir, overlaid with a semi-transparent blue filter. The dam structure is visible in the lower-left quadrant, with a winding road or path leading to it. The surrounding landscape is a mix of forested areas and open land. The text is positioned on the right side of the image, within a white rectangular box.

ELEMENTOS DA BARRAGEM DE DERIVAÇÃO DA PCH FRANCISCO GROSS

TALUDE DE JUSANTE

Comportas

Bermas



TALUDE DE MONTANTE

Emboque do túnel
de derivação

Régua de nível

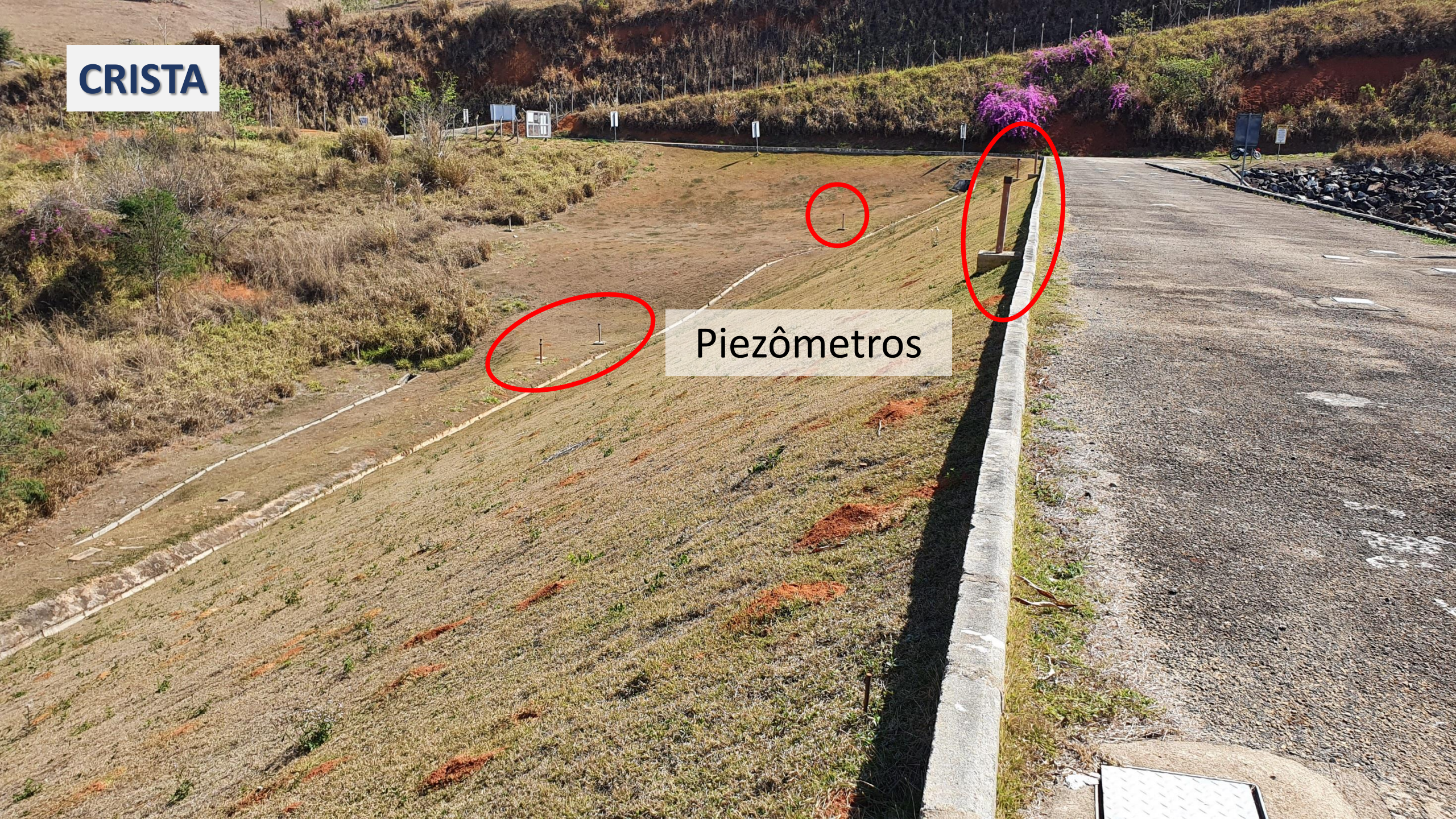
Rip rap



TALUDE DE MONTANTE

Nível da água
do reservatório





Piezômetros

An aerial photograph showing a large dam structure in the lower-left quadrant, with a winding road or canal leading to it. The surrounding landscape is a mix of cleared land and dense, dark green forest. A body of water is visible in the upper-left corner. The overall image has a blue tint.

ANOMALIAS DETECTADAS

VERTEDOURO DE DERIVAÇÃO (ANOMALIA EM 25/01/20210)



OBRAS NA BARRAGEM DE DERIVAÇÃO (PÓS DESASTRE)

Gabião
(erosão na margem)

Fundo do leito
(desplacamento da rocha)



ÁREA EM RECONSTRUÇÃO

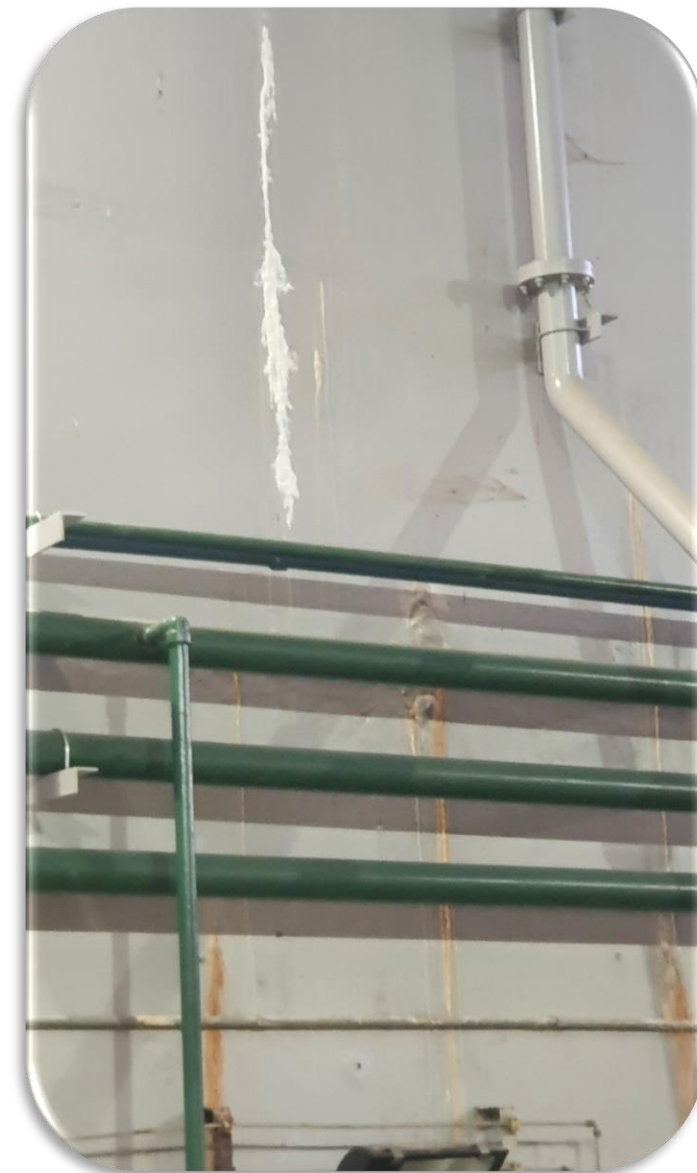


CRISTA

Formigueiros



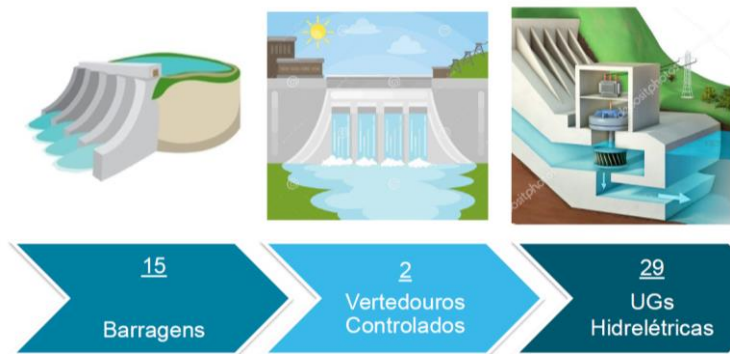
SUBESTAÇÃO E UNIDADES GERADORAS



An aerial photograph of a dam and its reservoir, overlaid with a semi-transparent blue filter. The dam structure is visible in the lower-left quadrant, with a road and some infrastructure nearby. The reservoir extends towards the top of the image. The surrounding landscape includes forested areas and some cleared land.

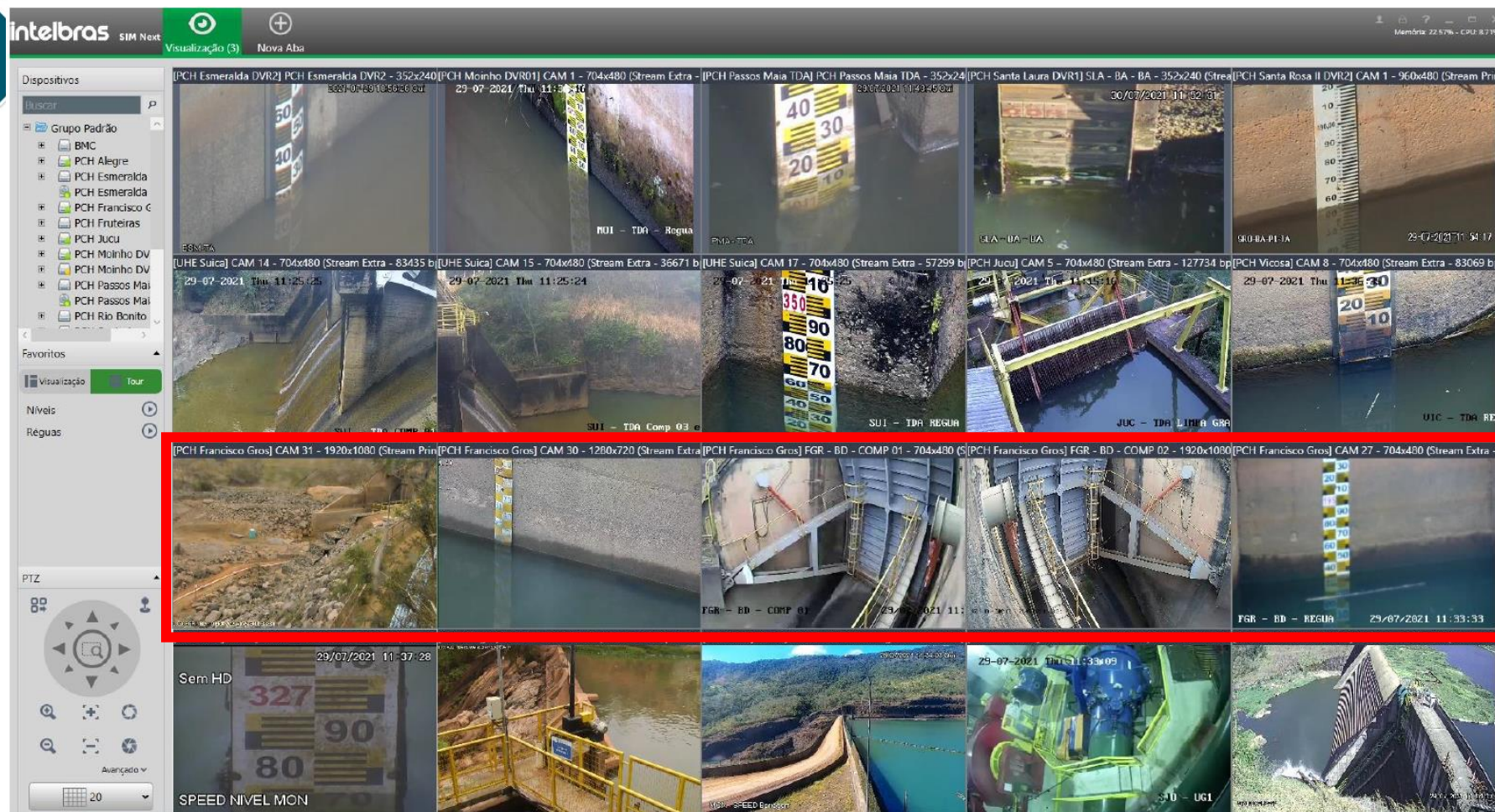
GESTÃO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM

MONITORAMENTO EM TEMPO REAL NO CENTRO DE OPERAÇÃO

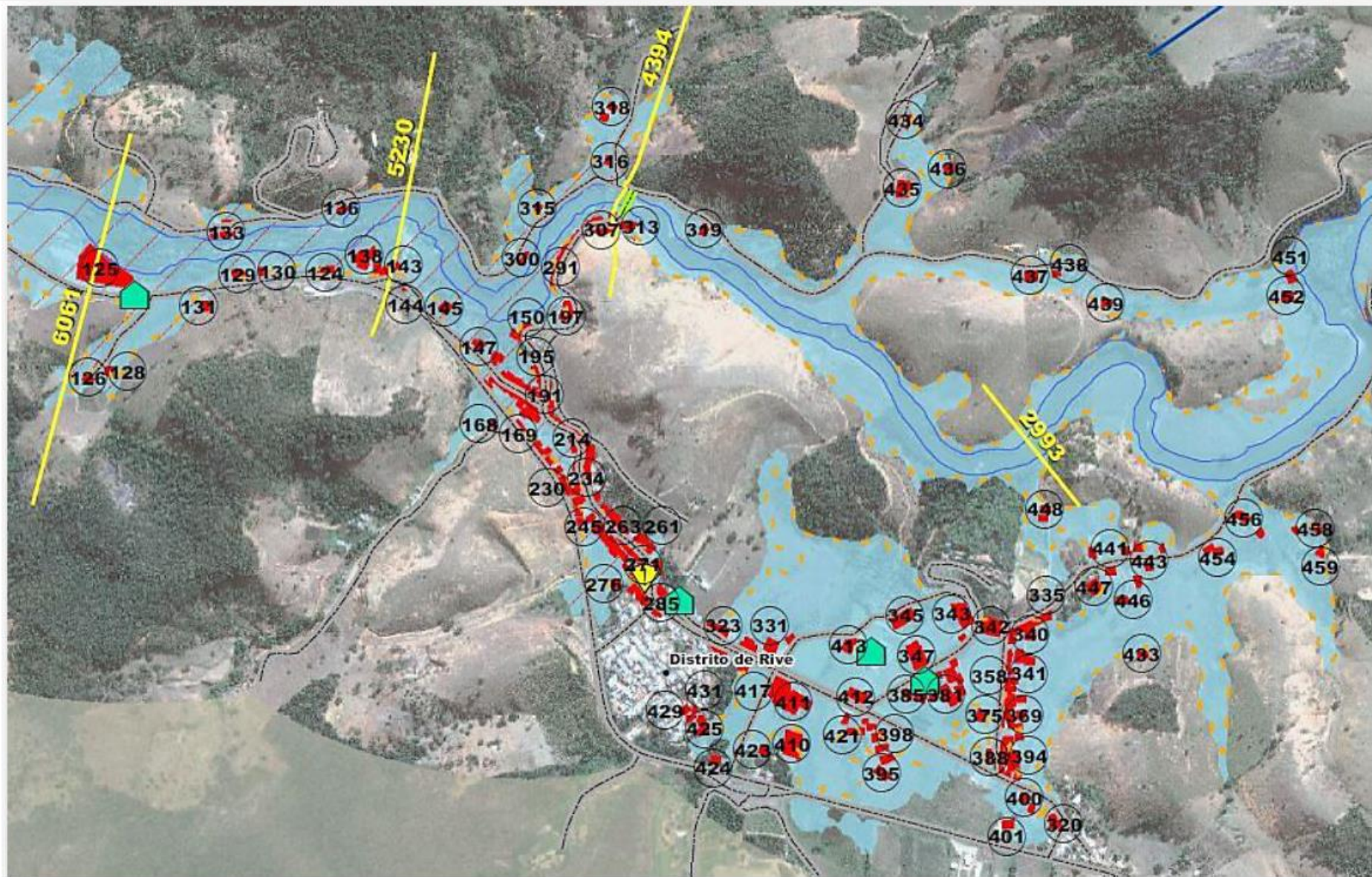


TELEMETRIA:

- Precipitação (mm)
- Nível (cm)
- Vazão (m³/s)



MANCHA HIPOTÉTICA DE INUNDAÇÃO (TR DE 1.000 ANOS)



MAPEAMENTO DA ZAS



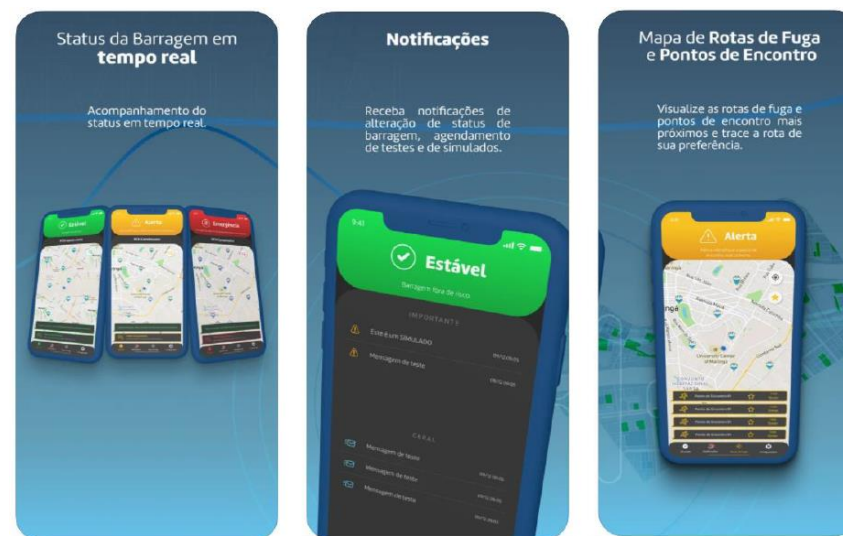
TORRES SONORAS DO SISTEMA DE ALERTA



GESTÃO DE SEGURANÇA

- **PSB:**
 - Manuais de Operação;
 - Instruções Normativas;
 - Planos de Manutenção.
- **Inspeções de Segurança:**
 - Inspeção de Rotina (mensal)
 - Inspeção Regular (anual);
 - Inspeção Especial (sob demanda).
- **Monitoramento:**
 - Instrumentos de auscultação;
- **PAE:**
 - Gestão de Emergência;
 - Mapas de inundação.

APLICATIVO



OPERACIONALIZAÇÃO



PLANO DE COMUNICAÇÃO

SEGURANÇA DE BARRAGENS

Implantação do Sistema de Alerta Sonoro

PCH Francisco Gros - Setembro 2021



A sirene só irá tocar se houver uma situação de emergência com a barragem que implique em possível risco de rompimento.

Ao ouvir as sirenes, siga essas orientações



Ao ouvir a sirene, pare imediatamente o que estiver fazendo e reúna as pessoas que estiverem próximas a você



Leve apenas os documentos pessoais de extrema importância



Atenção para as pessoas com necessidades especiais (crianças, deficientes e idosos) e que precisam de ajuda para se locomover

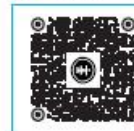


Siga pela rota do aplicativo Alerta Individual até o ponto de encontro mais próximo a você



Baixe o aplicativo Alerta Individual

para ter em mãos as rotas até o ponto de encontro mais próximo de você! Acesse para saber mais:



Confira o login e senha para acessar os pontos de encontro da sua região:

PCH Francisco Gros

Login: franciscogros

Senha: franciscogros

Contatos importantes

Para outras informações, entre em contato com a Defesa Civil do seu município.



Corpo de Bombeiros - 193
Polícia Militar - 190
Defesa Civil - 199
Defesa Civil Regional
(XX) XXXX-XXXX

Statkraft Brasil

Telefone: 0800 877 7100

E-mail: canal-aberto@statkraft.com



O PONTO DE ENCONTRO É UMA ÁREA SEGURA



GESTÃO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM



MAPEAR
PREVENIR
MAPEAR MONITORAR PREVENIR
RESPONDER MONITORAR
PREVENIR MAPEAR PREVENIR
RESPONDER MAPEAR MONITORAR
MAPEAR RESPONDER MAPEAR
PREVENIR MAPEAR PREVENIR MONITORAR
RESPONDER MAPEAR MONITORAR
PREVENIR MAPEAR MONITORAR
RESPONDER MAPEAR
DEFESA CIVIL
PREVENIR
MAPEAR
RESPONDER
MONITORAR MAPEAR
MAPEAR RESPONDER
MAPEAR PREVENIR
RESPONDER
MONITORAR
PREVENIR
MAPEAR
MONITORAR
PREVENIR
MONITORAR
MAPEAR

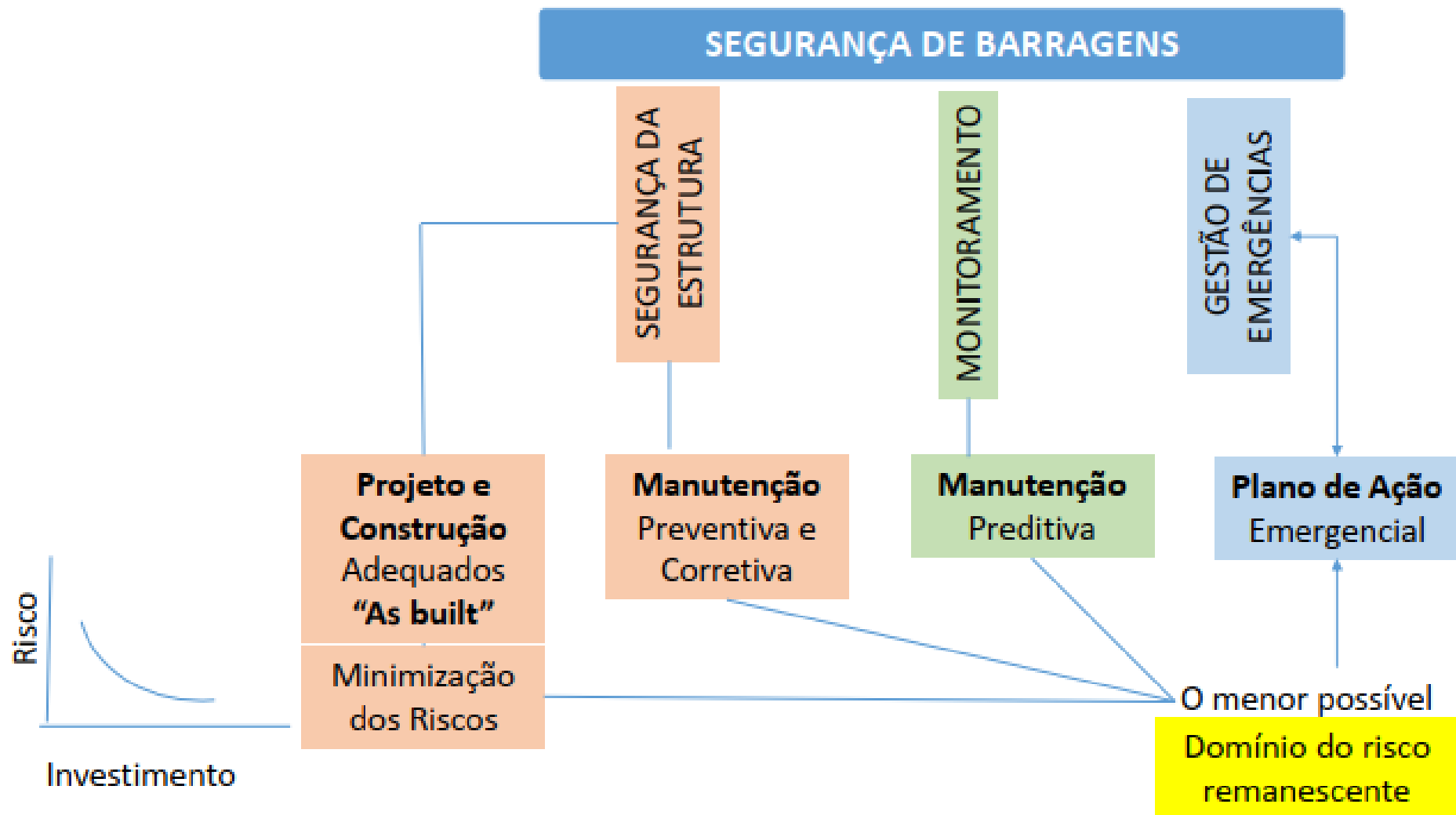
O QUE É SEGURANÇA DE BARRAGEM?

SEGURANÇA DE BARRAGEM -

Condição que vise a manter a sua integridade estrutural e operacional e a preservação da vida, da saúde, da propriedade e do meio ambiente.

GESTÃO DE RISCO - ações de caráter normativo, bem como aplicação de medidas para prevenção, controle e mitigação de riscos;

O QUE É SEGURANÇA DE BARRAGEM?



SERVIÇOS OFERECIDOS PELA cepdec

COORDENADORIA ESTADUAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL
ESPIRITO SANTO



CAPACITAÇÃO
Municípios
Pontos Focais



SISTEMA
ALERTA ES



REESTRUTURAÇÃO
REGIONAIS DE
DEFESA CIVIL



EXERCÍCIOS
SIMULADOS



ESTOQUE
ESTRATÉGICO
DESCENTRALIZADO



AVALIAÇÃO DE RISCOS



INTEGRAÇÃO
MONITORAMENTO



ORÇAMENTO
FUNDEC



ASSESSORAMENTO
PROCESSUAL



ARP
Ajuda Humanitária
Resíduos e Limpeza

REGIONAIS

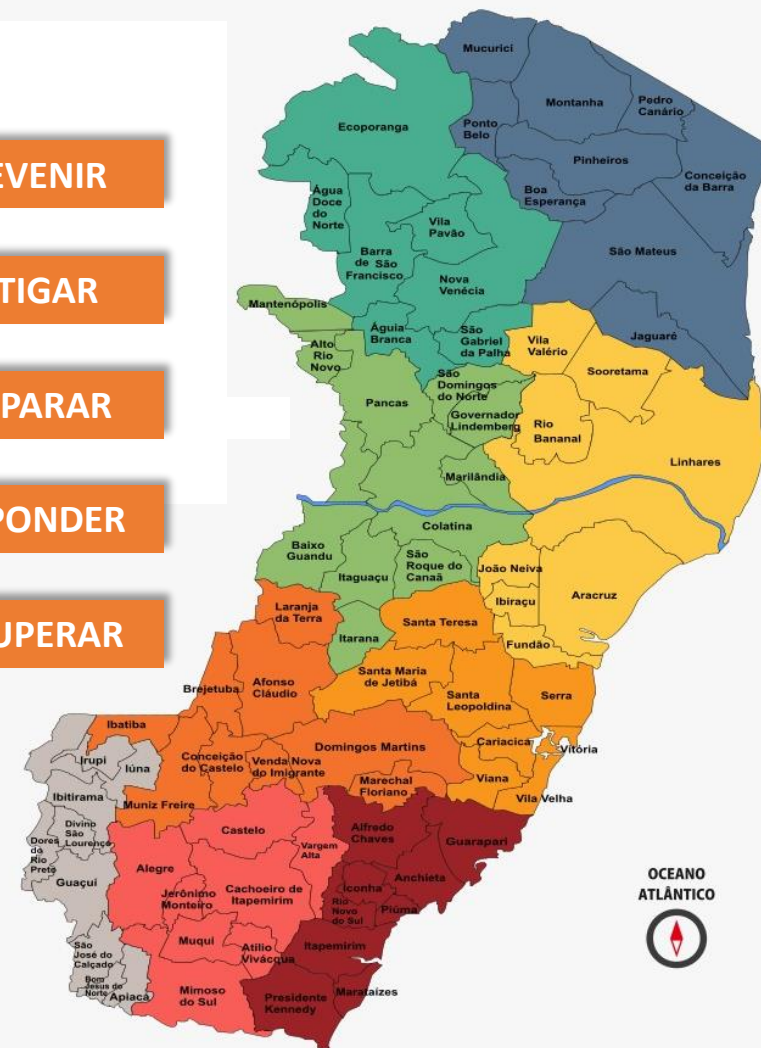
PREVENIR

MITIGAR

PREPARAR

RESPONDER

RECUPERAR



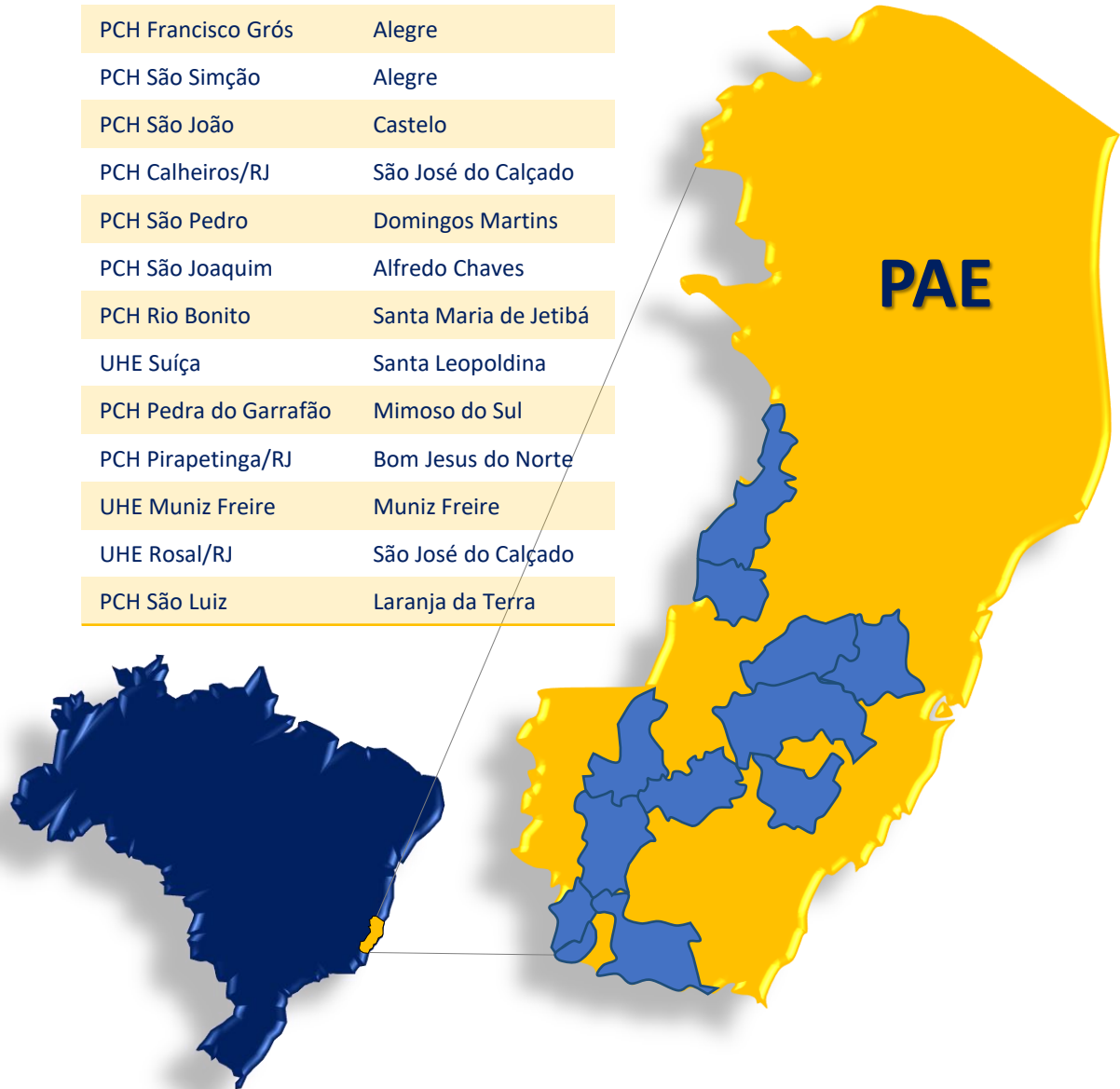


<https://agerh.es.gov.br/>

CADASTRO ESTADUAL DE
SEGURANÇA DE BARRAGENS

LEVANTAMENTO DE DADOS

BARRAGEM	MUNICÍPIO
UHE Mascarenhas	Baixo Guandu
5 PCH Aimorés/MG	Baixo Guandu
PCH Francisco Grós	Alegre
PCH São Simção	Alegre
PCH São João	Castelo
PCH Calheiros/RJ	São José do Calçado
PCH São Pedro	Domingos Martins
PCH São Joaquim	Alfredo Chaves
PCH Rio Bonito	Santa Maria de Jetibá
UHE Suíça	Santa Leopoldina
PCH Pedra do Garrafão	Mimoso do Sul
PCH Pirapetinga/RJ	Bom Jesus do Norte
UHE Muniz Freire	Muniz Freire
UHE Rosal/RJ	São José do Calçado
PCH São Luiz	Laranja da Terra



- 35.000 BARRAGENS (mar 2020);
- 272 TOTALMENTE REGULARIZADAS:
 - ✓ LICENCIAMENTO AMBIENTAL
 - ✓ OUTORGA
 - ✓ CADASTRO ESTADUAL DE SEGURANÇA DE BARRAGENS
- 12.000 COM LICENCIAMENTO AMBIENTAL OU DISPENSA

(ATÉ 5 HECTARES DE ÁREA INUNDADA E ATÉ 50 MIL METROS CÚBICOS DE VOLUME ARMAZENADO) = 90% DAS BARRAGENS DO ES

PROGRAMA ESTADUAL DE CONSTRUÇÃO DE BARRAGENS

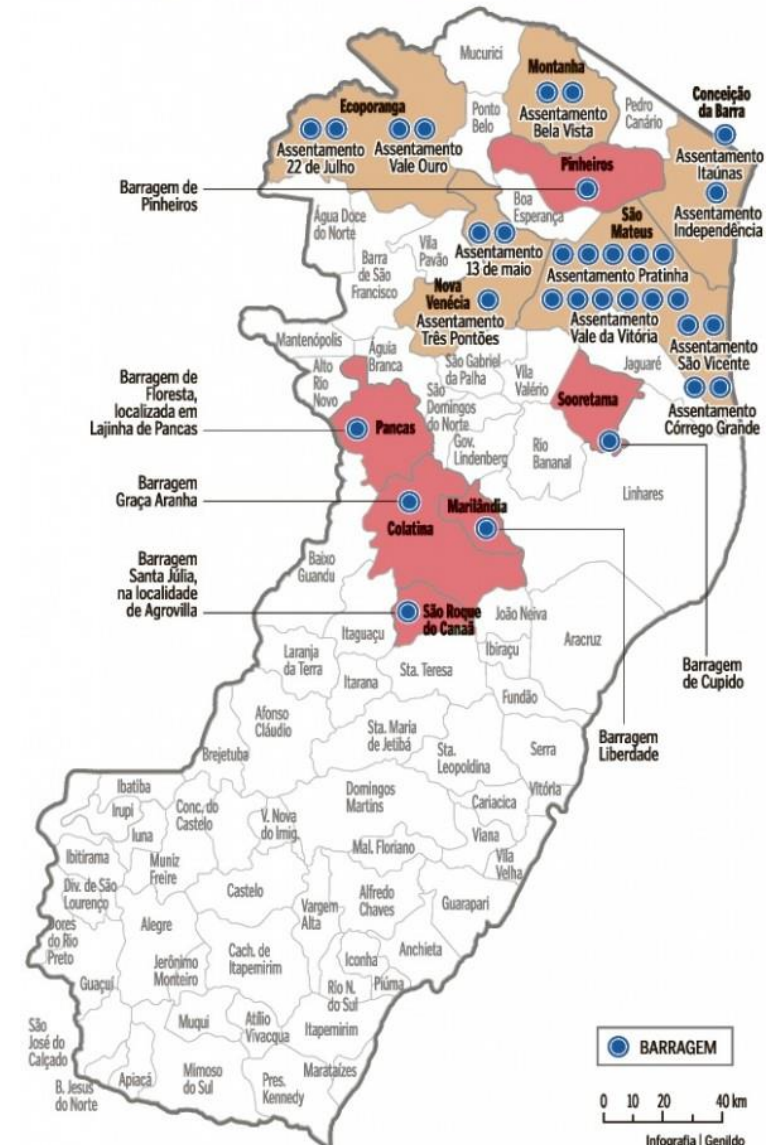
Para reduzir o impacto negativo de futuros períodos de seca e/ou estiagem no Espírito Santo.

Além de acumular água, auxiliando nos períodos de estiagem, as barragens também serão úteis nas cheias, ajudando a regularizar o nível das vazões, explica o secretário, que reforça ainda a importância de ações de reflorestamento em topos de morros e margens de rios de forma concomitante.

Das 32 barragens de uso coletivo que serão construídas até o final do ano que vem

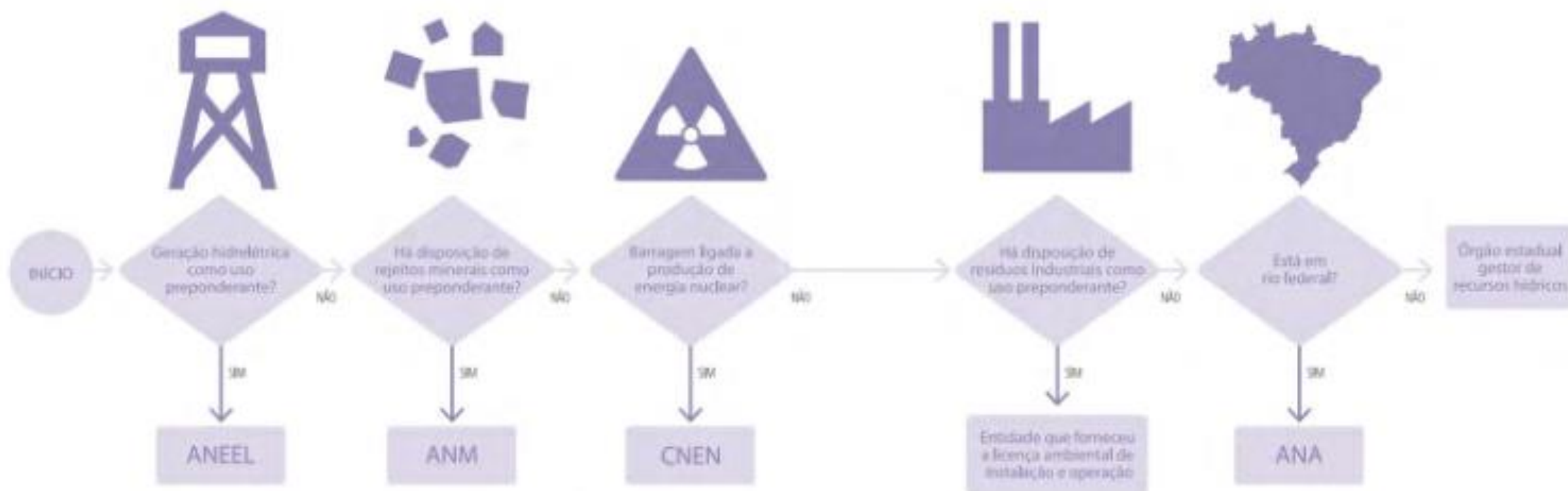
26 ficarão dentro de assentamentos rurais e serão de médio porte (entre cinco e 15 hectares de lâmina d'água).

Outras seis serão de grande porte (acima de 15 hectares) e serão feitas fora de assentamentos.



PLANO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS

Quem define seu conteúdo mínimo?



Fonte: ANA, 2020



PLANO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS

Item	Descrição
Volume I (Tomo 1)	Informações Gerais e Declaração de Classificação da Barragem quanto à Categoria de Risco e ao Dano Potencial
Volume I (Tomo 2)	Documentação Técnica do Empreendimento
Volume II	Planos e Procedimentos
Volume III	Registros e Controles
Volume IV	Plano de Ação de Emergência (PAE)
Volume V (Tomo 1)	Revisão Periódica de Segurança da Barragem (RPSB)
Volume V (Tomo 2)	Resumo Executivo

ETAPAS DE AÇÃO

Estruturas Existentes



Investigação

Monitoramento e Instrumentação



Observar a reação
pela ótica da análise
de riscos

NUM PROCESSO
MULTIDISCIPLINAR

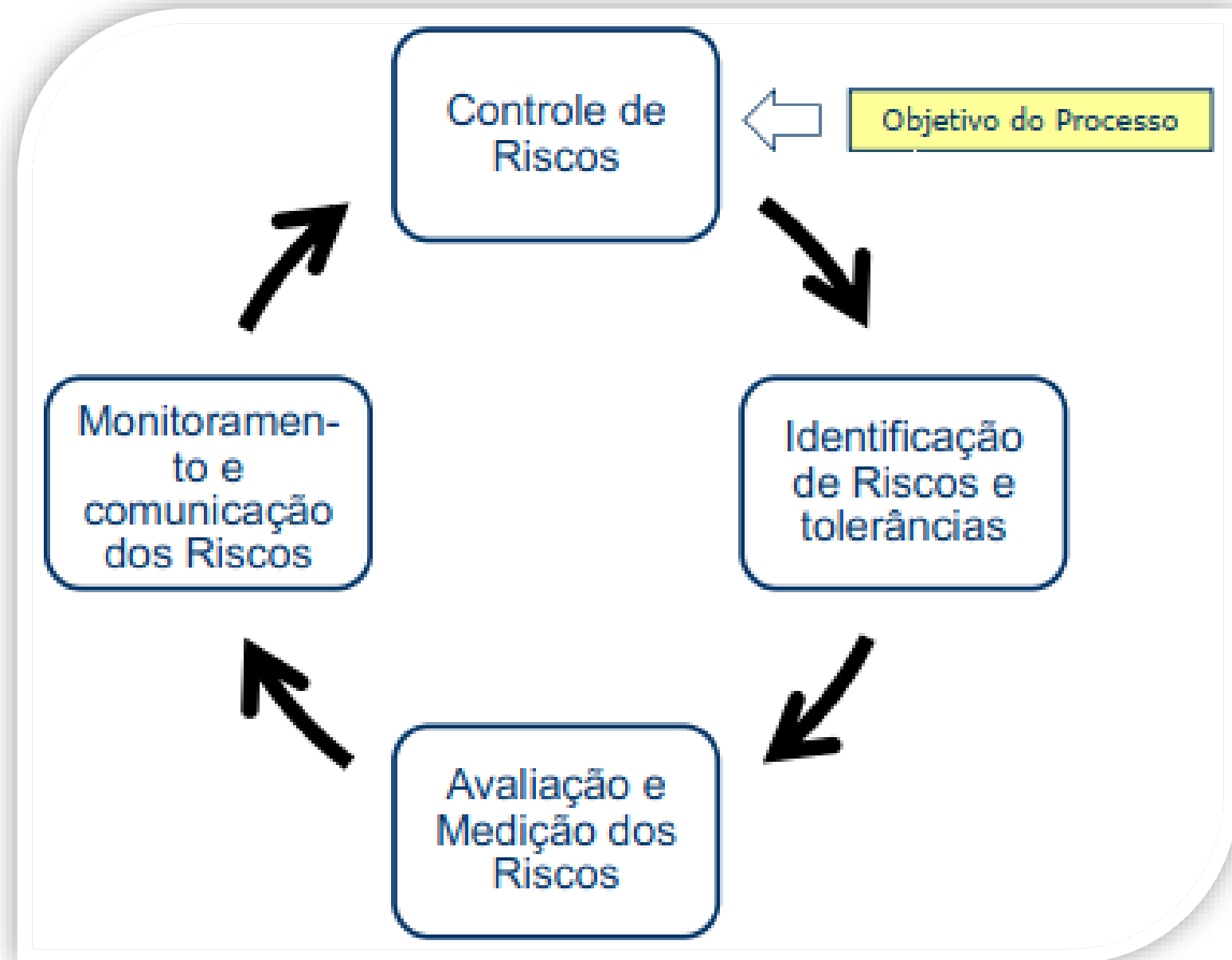
CONTROLAR

Deteccção – utilizar ferramentas do monitoramento como inspeções e instrumentação;

Prevenção – análise contínua de dados e intervenção caso haja deterioração contínua de parâmetros;

Gerenciamento de crise – atuar durante o desastre

ETAPAS DE AÇÃO



INSTRUMENTOS



Fonte: WESTIN, 2020



Adaptado de Almeida(2003)

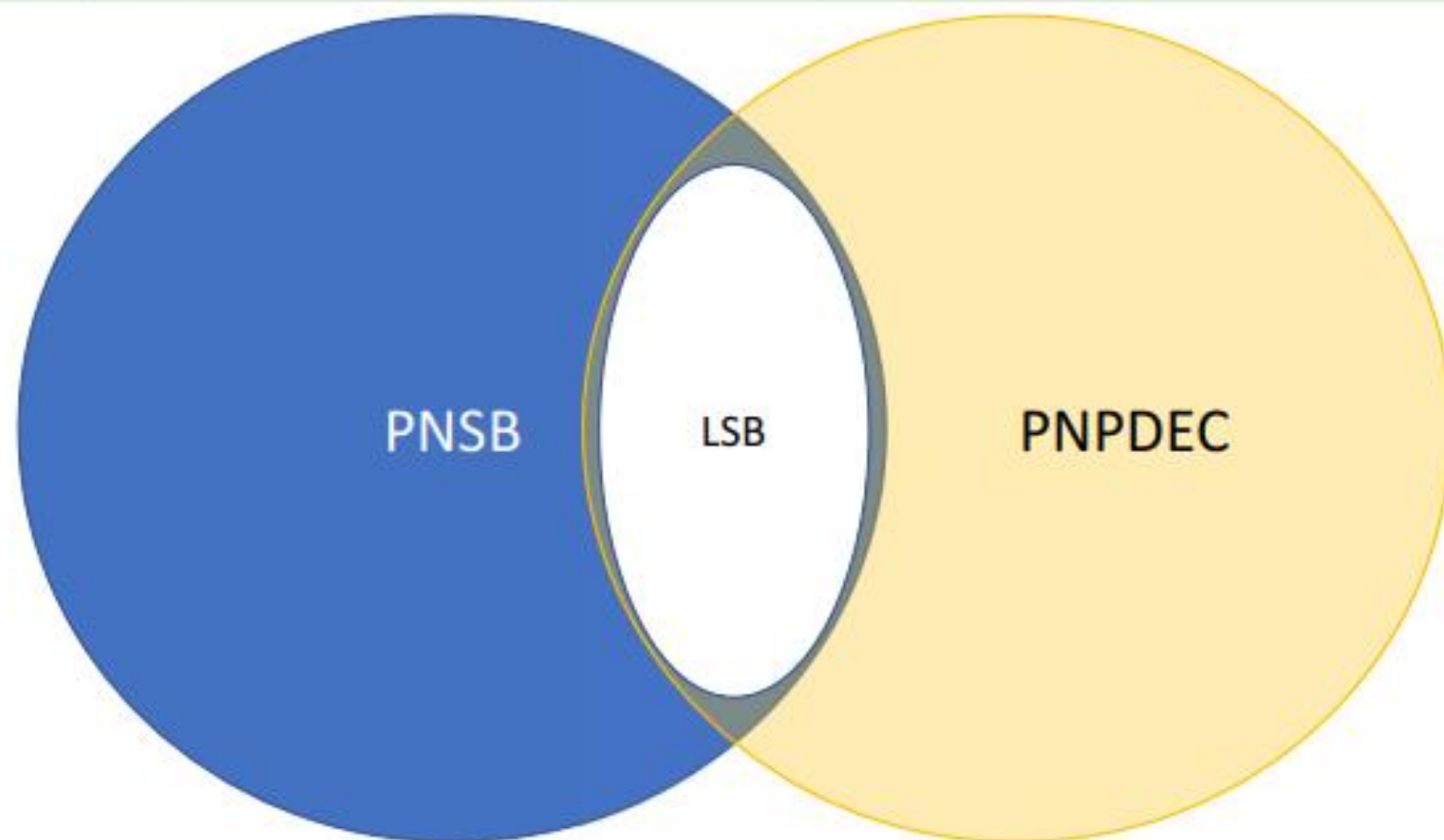
Art. 3º São objetivos da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB):

VIII - definir procedimentos emergenciais e fomentar a atuação conjunta de empreendedores, fiscalizadores e órgãos de proteção e defesa civil em caso de incidente, acidente ou desastre.



Art. 3º São objetivos da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB):

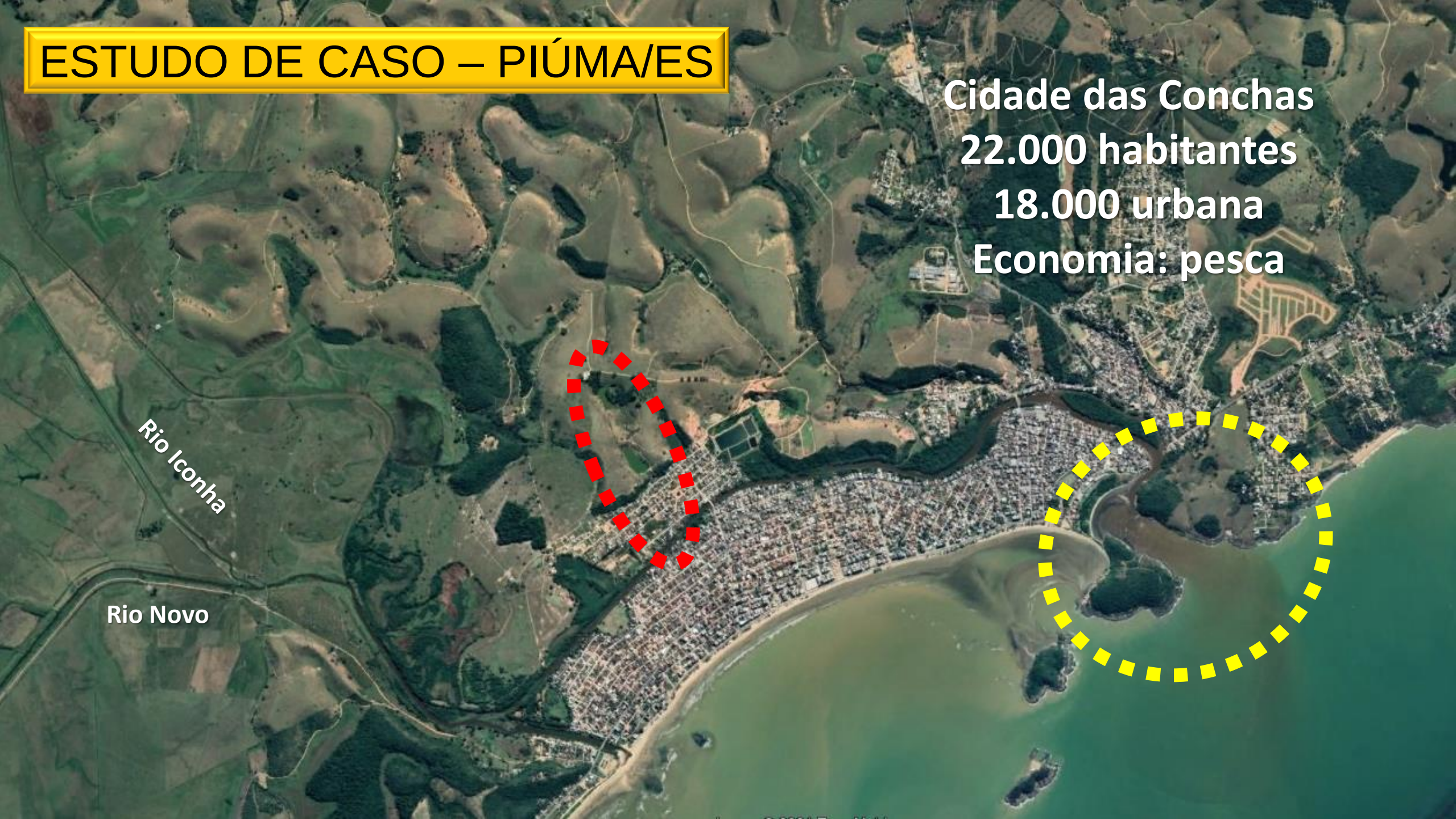
VIII - definir procedimentos emergenciais e fomentar a atuação conjunta de empreendedores, fiscalizadores e **órgãos de proteção e defesa civil** em caso de incidente, acidente ou desastre.



A LSB aborda elementos de integração das políticas. Vejamos...

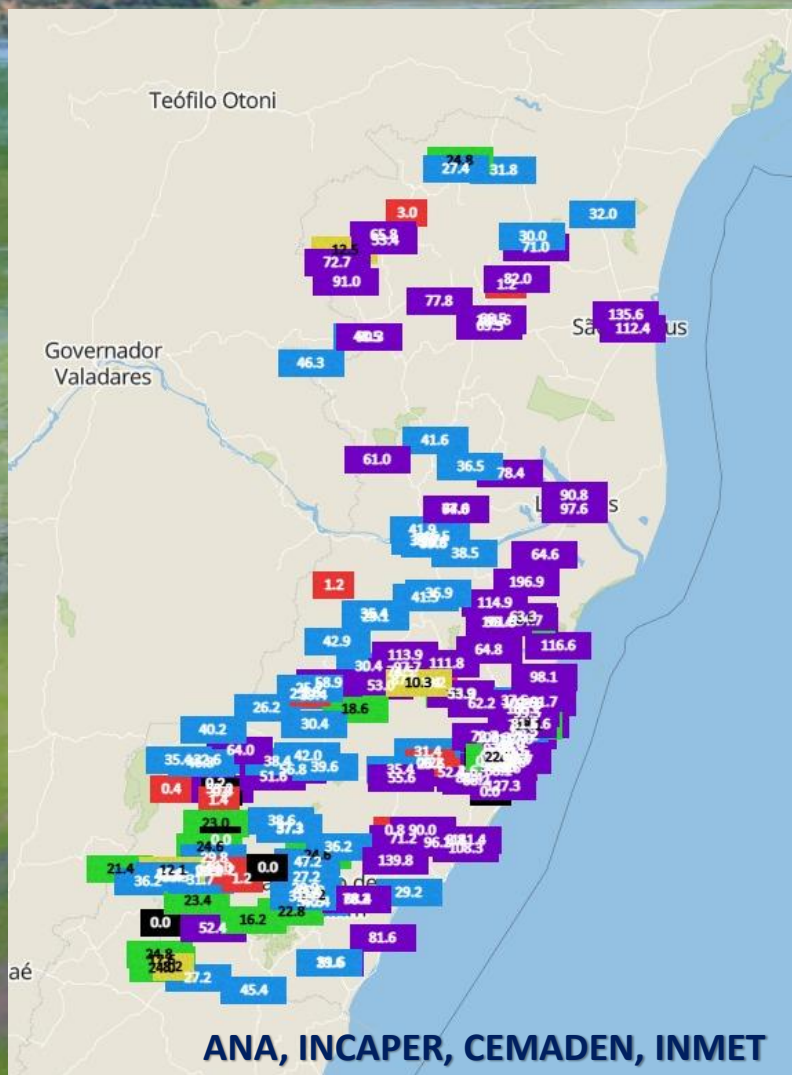
ESTUDO DE CASO – PIÚMA/ES

Cidade das Conchas
22.000 habitantes
18.000 urbana
Economia: pesca



Rio Iconha

Rio Novo



196MM
MÁXIMA ACUMULADA
10 A 17 nov 2021
Aracruz/ES

139MM
MÁXIMA ACUMULADA
Piúma/ES

MONTANTE

JUSANTE

**BAIRRO
PIUMÍNAS**



10/11/2021 – Piúma/ES

ESPELHO D'ÁGUA
JUSANTE

MACIÇO



10/11/2021 – Piúma/ES



12/11/2021 – Piúma/ES

MACIÇO



12/11/2021 – Piúma/ES

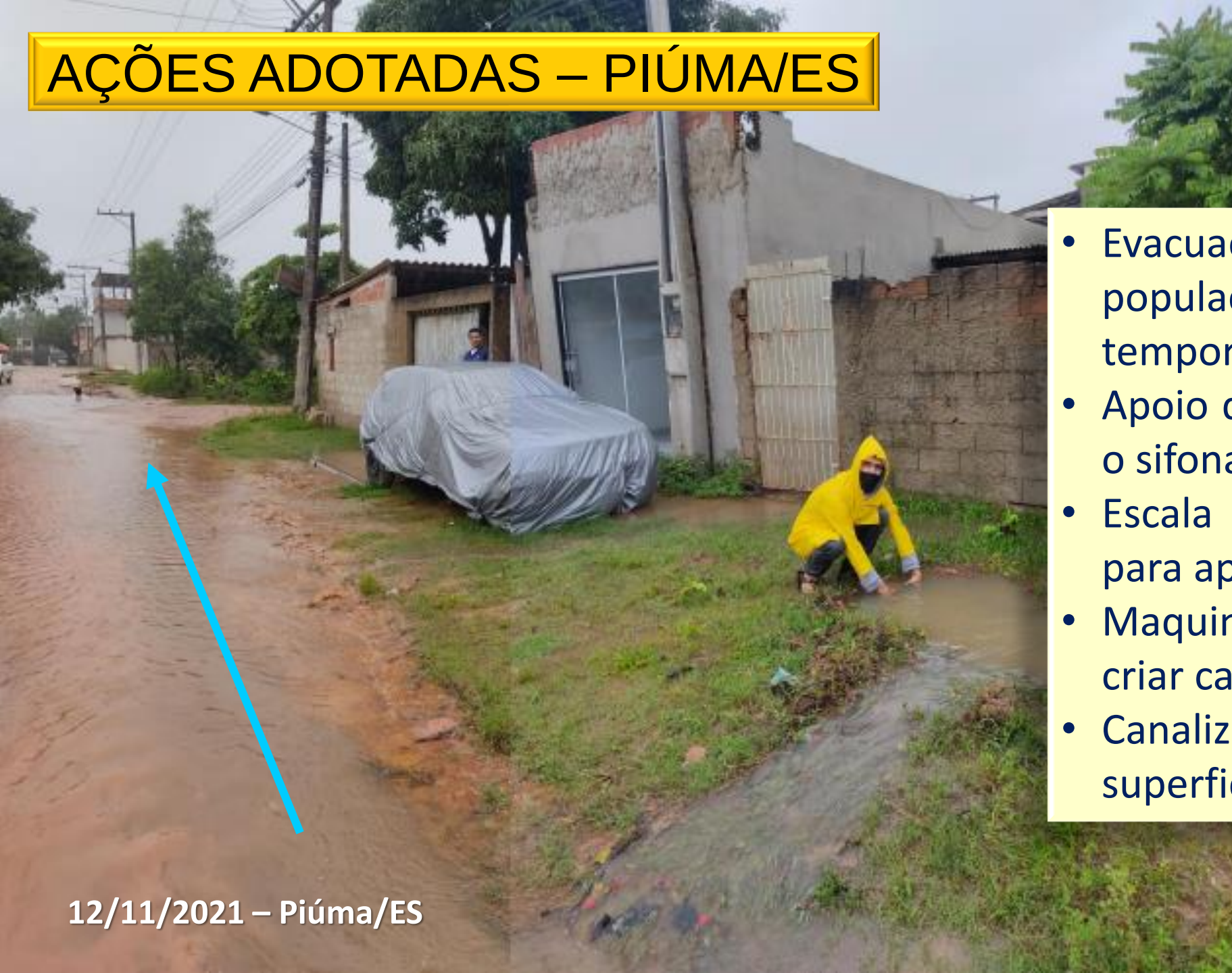
ESPELHO D'ÁGUA
MONTANTE

GALGAMENTO



ESPELHO D'ÁGUA
JUSANTE

AÇÕES ADOTADAS – PIÚMA/ES



- Evacuação imediata da população para abrigo temporário;
- Apoio da CESAN para proceder o sifonamento;
- Escala de equipe municipal para apoio aos serviços;
- Maquinário municipal para criar canais extravasores;
- Canalização das águas superficiais até o rio.

12/11/2021 – Piúma/ES

#DefesaCivilSomosTodosNos

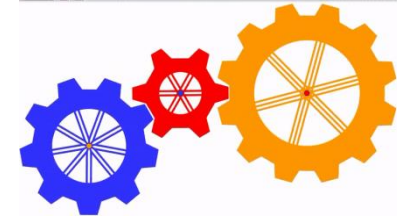
AVANÇOS

- Fortalecimento das relações interinstitucionais:
 - Força tarefa de fiscalização de Segurança de Barragens;
- Parcerias com as empresas:
 - Monitoramento de barragens;
 - Simulados de mesa;
 - Simulados de alerta com sirenes;
 - Alertas diversos à população.

DESAFIOS DA CEPDEC

- estiagem de 2015 e 2016;
- Impacto direto na agricultura e pecuária;
- Programa Estadual de Construção de Barragens (SEAG) – usos múltiplos de médio porte;
- 60 barragens (34 em municípios e 26 em assentamentos);
- Responsabilidade pela barragem;
- Manutenção e monitoramento das barragens (PAE/PLAMCON, simulados, equipamentos, etc.);
- Regularizar as barragens do Estado do Espírito Santo;
- Difundir a informação sobre Segurança de Barragens.

DESAFIOS DA CEPDEC



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CURSO SEGURANÇA DE BARRAGENS

MÓDULO I – BARRAGENS: ASPECTOS LEGAIS, TÉCNICOS E SÓCIOAMBIENTAIS

UNIDADE 1: DIRETRIZES, LEGISLAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO

2

MÓDULO I – BARRAGENS: ASPECTOS LEGAIS, TÉCNICOS E SÓCIOAMBIENTAIS

UNIDADE 9: BARRAGENS DE TERRA E ENROCAMENTO

2

MÓDULO I – BARRAGENS: ASPECTOS LEGAIS, TÉCNICOS E SÓCIOAMBIENTAIS

UNIDADE 10: BARRAGENS DE CONCRETO

2

MÓDULO III: GESTÃO E DESEMPENHO DE BARRAGENS

UNIDADE 2: PLANOS DE AÇÕES DE EMERGÊNCIA

Material produzido no âmbito do Convênio nº 001/ANA/2011 – SICOVV nº 756001/2011, firmado entre a Agência Nacional de Água - ANA e a Fundação Parque Tecnológico de Itaipu - Brasil - FPTL

2

O presente manual compreende oito guias, constituintes dos seguintes volumes:

-  **Volume I** – Instruções para Apresentação do Plano de Segurança da Barragem, no qual se apresenta um modelo padrão e respectivas instruções para elaboração do Plano de Segurança da Barragem.
-  **Volume II** – Guia de Orientação e Formulários para Inspeções de Segurança de Barragem, no qual se estabelecem procedimentos, conteúdo e nível de detalhamento e análise dos produtos finais das inspeções de segurança.
-  **Volume III** – Guia de Revisão Periódica de Segurança de Barragens, no qual se estabelecem orientações para a realização da Revisão Periódica de Segurança de Barragem.
-  **Volume IV** – Guia de Orientação e Formulários dos Planos de Ação de Emergência (PAEs), no qual se apresentam o conteúdo e organização de um PAE.
-  **Volume V** – Diretrizes para a Elaboração de Projetos de Barragens, no qual se estabelecem procedimentos gerais que devem ser contemplados nos projetos, do ponto de vista da segurança.

-  **Volume VI** – Diretrizes para a Construção de Barragens, no qual se estabelecem procedimentos gerais que devem ser respeitados, de forma a garantir a segurança das obras durante e após a construção.
-  **Volume VII** – Diretrizes para a Elaboração do Plano de Operação, Manutenção e Instrumentação de Barragens, no qual se estabelecem procedimentos gerais para a elaboração do Plano de Operação, Manutenção e Instrumentação, que devem orientar a execução dessas atividades, de modo a assegurar um adequado aproveitamento das estruturas construídas, respeitando as necessárias condições de segurança.
-  **Volume VIII** – Guia Prático de Pequenas Barragens, no qual se descrevem procedimentos práticos de operação, manutenção, inspeção e emergência para pequenas barragens de terra.

Observa-se que o volume destacado se refere ao assunto desenvolvido no presente documento.

Os guias devem ser entendidos como documentos evolutivos, devendo ser revisados, complementados, adaptados ou pormenorizados, de acordo com a experiência adquirida com sua aplicação, bem como com a evolução da tecnologia disponível e a legislação vigente.





Guia de Orientações para Elaboração de Exercícios Simulados de Preparação para os Desastres





COORDENADORIA ESTADUAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL
ESPIRITO SANTO

Obrigado!



GEÓLOGA CRISTIANE TINOCO

Departamento de Prevenção

Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil

#DefesaCivilSomosTodosNos

  **defesacivil.es**
www.defesacivil.es.gov.br