



Palestra 1 - Incidentes e Acidentes Hidráulicos em Barragens - Lições Aprendidas

Carlos Henrique Medeiros
Prof ., Eng. Civil., M.Sc., Ph.D.

ORGANIZING COMMITTEE

With the general coordination of the Vice President, José Marques Filho, the committee will be formed by the Board of Directors, Regional Branch of Bahia and logistics & operational support by CBDB administration staff.

We take this opportunity to remind you that the papers for the XXXII SNGB, whose topics are listed in this brochure, must be delivered to the CBDB headquarters no later than January 31, 2019. Guidelines to prepare the papers can be found in our website www.cbdb.org.br.

Regards,

Carlos Henrique Medeiros

Brazilian Committee on Dams | President

PAPERS | XXXII SNGB



DELIVERY DEADLINE
January 31, 2019



EMAIL CBDB HEADQUARTER
cbdb@cbdb.org.br



GUIDELINES
www.cbdb.org.br



COMITÉ BRASILEIRO DE BARRAGENS



XXXII SNGB

SEMINÁRIO NACIONAL DE GRANDES BARRAGENS

XXXII NATIONAL SEMINAR ON LARGE DAMS

SALVADOR/BA - BRAZIL | May 20 - 23, 2019
Fiesta Bahia Hotel



COMITÉ BRASILEIRO DE BARRAGENS



VI Simpósio sobre Segurança
Barragens e Riscos Associados

**XXXII
SNGB**

National Seminar
on Large Dams

II SISB

International
Symposium on
Dam Safety

**20-23
MAY/19**

Salvador/Bahia

**MORE THAN
600**

participants

The Brazilian Committee on Dams (CBDB) has the honor to announce the next **National Seminar on Large Dams (XXXII SNGB)**, which will be held from May 20 to 23, 2019, in Salvador - Brazil, on the premises of the Fiesta Bahia Hotel.

We are also pleased to report that we are planning to hold the **2nd International Symposium on Dam Safety**, together with the Chinese Committee, in the same period of the SNGB. Registration for the SNGB will be extended to the International Symposium (SISB).

Parallel to these events, we will have a technical exhibition of products and services related to dam projects, construction and operation, with the participation of entrepreneurs, designers, builders, equipment assemblers, research centers, universities, consultants and service providers.

We expect to receive an audience of more than **600 participants** from companies nationwide and abroad.

The XXXII SNGB, together with the II SISB, will be an excellent opportunity for the exchange of technologies, presentation of services, product suppliers and new business prospects.

PROPOSED TECHNICAL TOPICS

119 RELATIONSHIP WITH SURROUNDING COMMUNITIES

- Emergency Action Plans
- Dam Break Studies
- Monitoring and Alarm Systems
- Social and environmental Communication Methodology
- Interactive Databases
- Multiple Usage Management

120 NEW TECHNIQUES FOR MONITORING AND EVALUATING DAM BEHAVIOR

- Geophysical Analysis Systems
- Reinstrumentation
- Instrument Calibration
- Numerical Methods for Security Analysis
- Revitalization Processes and Filters Durability
- Amplified Reality Systems
- Risk Analysis and Reliability

121 EVALUATION OF CLIMATE CHANGE EFFECTS ON HYDRAULICS ENTERPRISES SAFETY

- Climate Hydrological Models
- Criteria for Capacity Spillway Assessment and Performance - Hydraulic and Mathematical Models
- Solutions to Increase Discharge Capacity, including Risk Analysis Rules with Consideration of Climate Change

122 PRELIMINARY INVESTIGATIONS AND QUALITY ASSURANCE OF HYDRAULIC AND MINING WORKS

- Effectiveness of Geological-Geotechnical Investigations
- Analysis of Harmful Materials Presence and Expansive Reactions
- Hydrological Risks During Construction
- Risks Mitigation Through Contractual Modalities
- Record Systems and Data Result Analysis of Investigation and Deployment
- Quality Assurance of Good Practices during Investigation and Deployment
- Criteria for the Definition of Insurance and its Consequences on the Implantation Costs

SPECIAL TOPIC FOR DISCUSSION

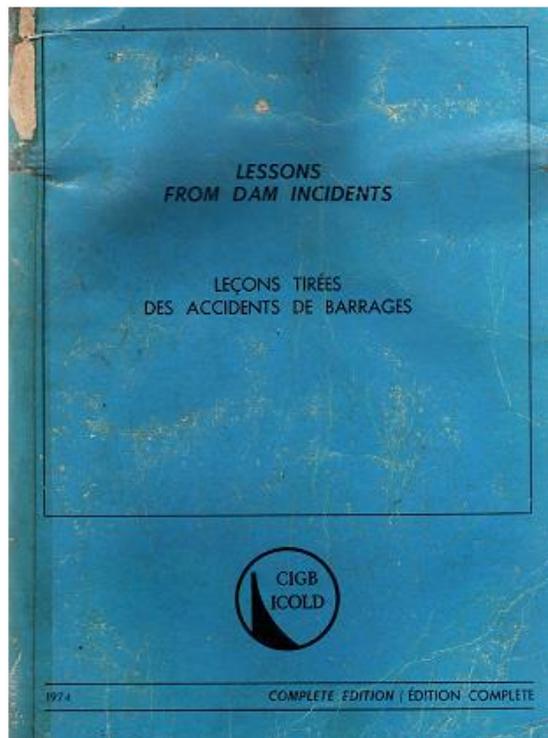
- HYDRO SAFETY AND RISK CONTROL DURING CONSTRUCTION AND OPERATION OF DAMS
- LEGISLATION AND INCIDENT TAXES ON HYDRAULIC ENTERPRISES

Tipo de barragem	Tipo de ruptura
Terra- Homogênea	<ul style="list-style-type: none"> Galgamento Erosão interna Escorregamento da fundação Acção de ondas da albufeira Erosão da fundação a jusante da barragem
Gravidade em Concreto	<ul style="list-style-type: none"> Deterioração dos materiais Falha da fundação da barragem Falta de estabilidade do corpo da barragem Erosão da fundação a jusante da barragem Actos de guerra
Gravidade em Concreto - Arco	<ul style="list-style-type: none"> Falha dos encontros laterais do vale de fundação Saturação das fundações rochosas Carga excessiva resultante de um excessivo enchimento da albufeira Deslizamento do corpo da barragem Erosão da fundação a jusante da barragem

Tabela 1. Causas da ruptura de barragens, segundo em Johnson e Illes (1976) e em Singh (1996)

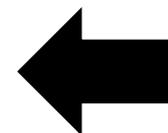
ESTATÍSTICA DE TIPOS DE ACIDENTES

ICOLD (1988)



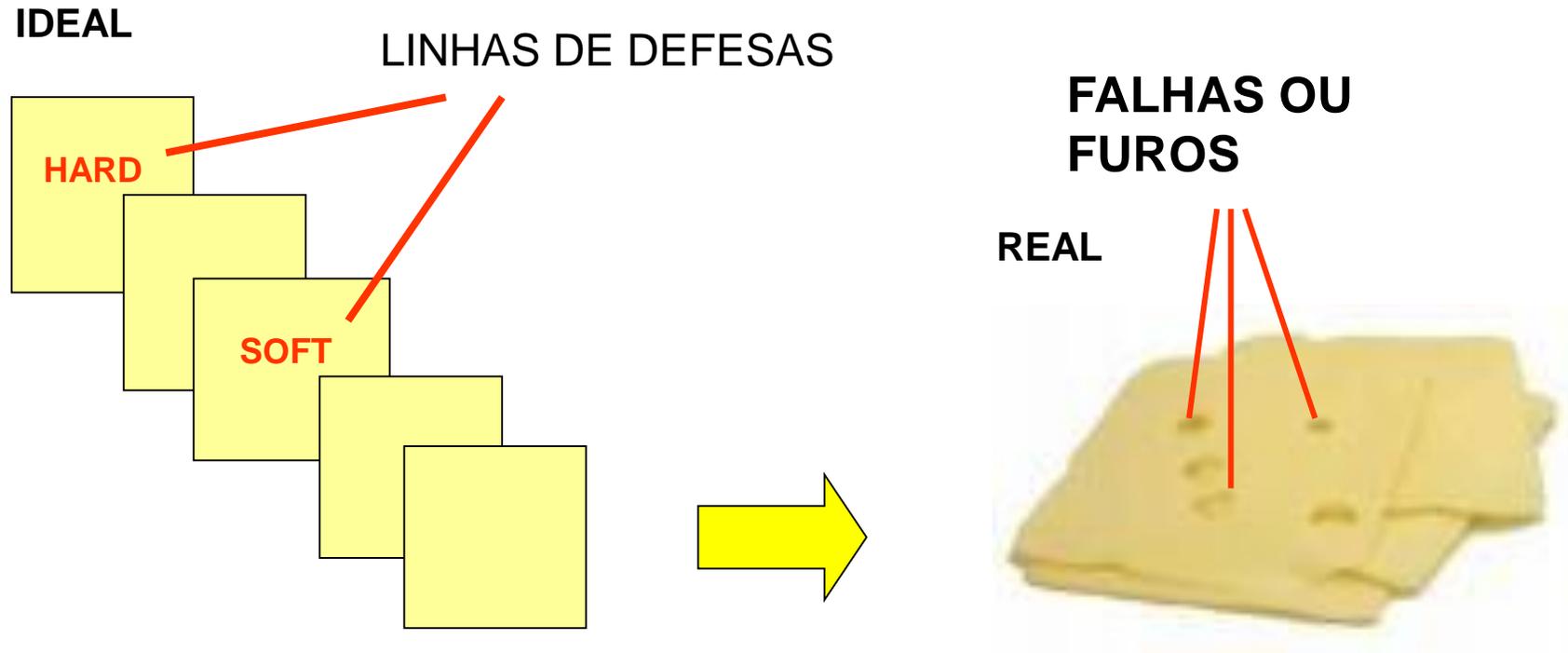
Tipos de Acidentes	Terra	Concreto	Outros
Transbordamento	53%	29%	34%
Problemas de Fundação	21%	53%	30%
Problemas de Percolação	38%	-	28%
Escorregamentos de taludes, outros.	6%	18%	8%

QUESTÕES RELEVANTES:
RESISTÊNCIA
PERMEABILIDADE
DEFORMABILIDADE



PROBLEMA GEOTÉCNICO

ANALOGIA DO "QUEIJO SUIÇO" (SWISS CHEESE ANALOGY)



SOFT – PAPEIS + PESSOAS: LEGISLAÇÃO, REGULAMENTAÇÃO, PROCEDIMENTOS, TREINAMENTO, CONTROLE ADMINISTRATIVO, LICENCIAMENTOS, CERTIFICAÇÕES, INSPEÇÕES, OPERADORES, ETC.

HARD – INSTRUMENTAÇÃO, SISTEMAS DE ALARMES, DIQUES FUSÍVEIS, COMPORTAS, VÁLVULAS, ETC.

Pontos Fracos:

- Erro Humano,
- Tecnológico,
- Organizacional.



Capítulo 2 – “Plano de Operação”, no qual, após algumas considerações gerais sobre a operacionalidade dos órgãos extravasores e de operação, se dão indicações sobre os aspectos mais relevantes a incluir no Plano de Operação, nomeadamente, a Regra Operacional do Reservatório e as Regras Operacionais dos Órgãos Extravasores.

2 PLANO DE OPERAÇÃO

O Plano de Operação da barragem estabelece os procedimentos a adotar na operação do reservatório, em especial na operação dos órgãos extravasores ou de descarga, de modo a garantir as condições de segurança das estruturas.

2.1 ÓRGÃOS EXTRAVASORES E DE OPERAÇÃO

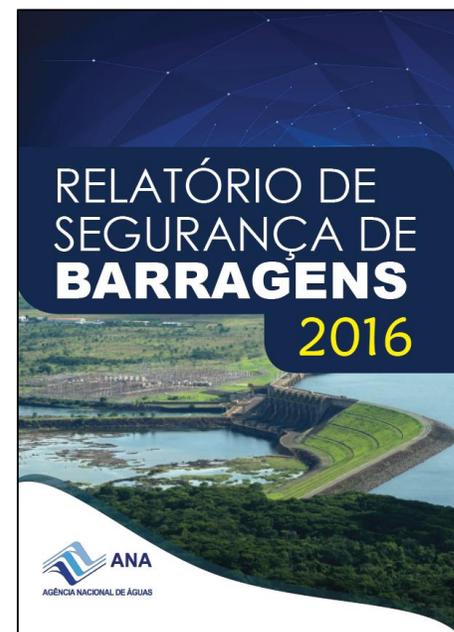
2.1.1 Disposições gerais

A segurança de uma barragem depende, em larga medida, da operacionalidade dos respectivos órgãos extravasores, em especial dos vertedouros.

Os órgãos extravasores devem ser capazes de permitir a passagem da Cheia Afluente de Projeto (CAP), considerando-se o efeito do amortecimento de cheias, sem que o nível do reservatório ultrapasse a borda livre.



CONTRIBUIÇÃO DA LEI Nº. 12.334/2010



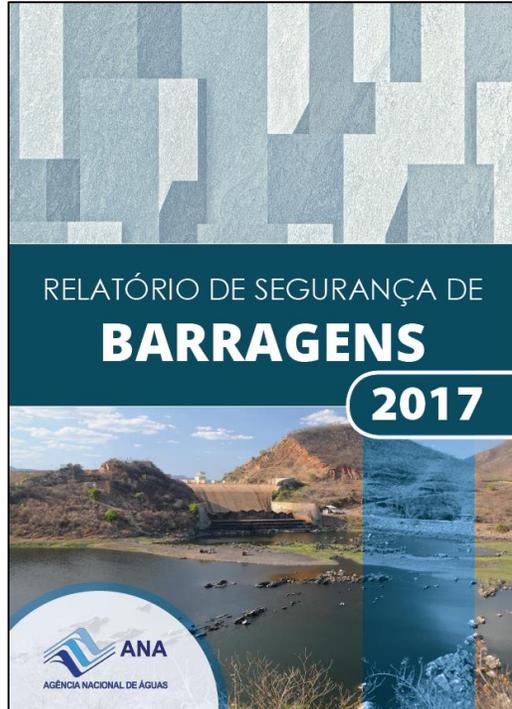
Quadro 9 – Lista de acidentes e incidentes ocorridos no período de abrangência do relatório.

Data	Evento	Nome da barragem	UF	Empreendedor	Órgão fiscalizador	Causa provável
06/1/2017	Acidente	Rincão dos Kroeff	RS	Não informado	SEMA/RS	Cheia
16/2/2017	Acidente	Cacimba Nova	PE	Ministério da Integração Nacional	ANA	Percolação pela fundação
03/3/2017	Acidente	Barreiros	PE	Ministério da Integração Nacional	ANA	Percolação pela fundação
01/12/2017	Acidente	Lageado	MS	Luciano Loureiro	IMASUL/MS	Galgamento
07/3/2017	Incidente	Açude dos Irmãos	PB	Prefeitura de São José de Caiana	AESA/PB	Vertedor insuficiente quase causou galgamento
10/3/2017	Incidente	PCH Tamboril	GO	Tamboril Energética	ANEEL	Rompimento parcial de membrana PEAD e aterro na margem esquerda
08/5/2017	Incidente	Conjunto de Baías VIGA	MG	Ferrous Resources do Brasil SA	ANM	Recalque após remoção de rejeitos/sedimentos
23/5/2017	Incidente	Conjunto de Baías VIGA	MG	Ferrous Resources do Brasil SA	ANM	Recalque após remoção de rejeitos/sedimentos
05/6/2017	Incidente	Pindoba	AL	Desconhecido	SEMARH/AL	Vertedor insuficiente quase causou galgamento



Quadro 7 - Barragens indicadas pelos fiscalizadores com algum comprometimento estrutural importante

Barragem	Empreendedor	UF	Fiscalizador	Problema Indicado	Valor estimado para recuperação (R\$)
Prado	Usinas Unidas Seresta	AL	SEMARH/AL	Vertedor insuficiente	150.000,00
São Francisco	Usinas Unidas Seresta	AL	SEMARH/AL	Vertedor insuficiente	150.000,00
Piauí	Usinas Unidas Seresta	AL	SEMARH/AL	Vertedor quebrado	400.000,00
Gulandim	Usinas Unidas Seresta	AL	SEMARH/AL	Vertedor insuficiente	150.000,00
Bosque IV	Usinas Unidas Seresta	AL	SEMARH/AL	Vertedor insuficiente	150.000,00
Canoas	Usina Santa Clotilde	AL	SEMARH/AL	Vertedor quebrado	400.000,00
Afligidos	CERB/BA	BA	INEMA/BA	Fissuras na crista e paramento de jusante, deslocamento da superfície, infiltração, presença de vegetação no pé de jusante	-
Apertado	CERB/BA	BA	INEMA/BA	Infiltrações, erosões, fissuras e presença de vegetação	-
Araci	DNOCS	BA	INEMA/BA	Rachaduras no coroamento classificadas com nível de perigo 2 - Alerta	180.000,00
Cipó	CERB/BA	BA	INEMA/BA	Irregularidades na crista, fissura no vertedor, vegetação e erosões nos taludes de montante e jusante.	-
Luiz Vieira	DNOCS	BA	INEMA/BA	Grandes erosões no talude de jusante, grande quantidade de árvores e arbustos, válvulas dispensoras funcionando precariamente	3.200.000,00
RS1	Distribuidora de água de Camaçari - DAC/CETREL	BA	INEMA/BA	Afundamentos, buracos, formigueiros e árvores no coroamento e talude de jusante, deterioração da superfície de concreto, infiltrações	-
RS2	Distribuidora de água de Camaçari - DAC/CETREL	BA	INEMA/BA	Árvores e arbustos nos taludes de montante, jusante e coroamento, deterioração da superfície de concreto.	-
Tabua II	DNOCS	BA	INEMA/BA	Erosão regressiva de grandes proporções no canal de restituição, tubulação de saída com alto grau de corrosão.	2.500.000,00



Zabumbão	CODEVASF	BA	INEMA/BA	Buracos, juntas danificadas e carbonatação no concreto da soleira do vertedor; descalçamento no rápido; estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroelétricos com problemas identificados, com redução de capacidade de adução e sem medidas corretivas; sinais de umedecimento nas ombreiras e região a jusante (presença de vegetação exuberante nessas áreas)	-
Pinhões	DNOCS	BA	INEMA/BA	Erosão na base do canal escavado, com descalçamento da placa de concreto do rápido	180.000,00
Duas Bocas	Secretaria de Patrimônio do Estado do ES	ES	AGERH/ES	Idade da barragem e anomalias na estrutura	-
Santa Julia	Prefeitura Municipal de São Roque do Canaã	ES	AGERH/ES	Percolação sob barramento de concreto	-
Alto Santa Júlia	Prefeitura Municipal de São Roque do Canaã	ES	AGERH/ES	Fissuras no barramento em concreto	-
Lajeado	Águas Guariroba	MS	IMASUL/MS	Problema de vedação no vertedor	-

Barragem	Empreendedor	UF	Fiscalizador	Problema Indicado	Valor estimado para recuperação (R\$)
Esteio	Henrique Ceolin	MS	IMASUL/MS	Grande vazão no pé da barragem	-
Cabeceira do Onça	Oscar Luiz Giuliani	MS	IMASUL/MS	Floresta no talude, material solto por cima e presença de algumas fissuras	-
Jucazinho	DNOCS	PE	APAC/PE	Vertedouros laterais; ombreiras; cacia de dissipação.	40.000.000,00
Juturnaíba	Ministério da Integração Nacional	RJ	INEA/RJ	Problemas nas estruturas dos vertedouros controlados, nos descarregadores de fundo, problemas operacionais oriundos da vegetação sobrenadante existente no reservatório e em relação à ilha localizada a jusante da barragem.	15.000.000,00
Gericinó	INEA/RJ	RJ	INEA/RJ	Falta de manutenção periódica.	-
Barbosa de Baixo	Narciso Faria da Costa	RN	IGARN/RN	Erosão entre o maciço e o muro lateral direito	-
Riacho do Meio	Francisco Olímpio de Araújo Filho	RN	IGARN/RN	Significativa percolação pela fundação	-
Capané	Instituto RioGrandense do Arroz - IRGA	RS	SEMA/RS	Percolação excessiva pelo maciço; insuficiência do vertedor e canal de fuga	15.000.000,00
Santa Bárbara	Serviço Autônomo de Abastecimento de Água de Pelotas - SANEP	RS	SEMA/RS	Percolação excessiva pelo maciço; deterioração do canal de fuga; comporta inoperante	10.000.000,00
Sindicalista Jaime Umbelino de Souza	Companhia de Saneamento de Sergipe - DESO	SE	SEMARH/SE	Fundação composta de calcário e presença de várias surgências.	-
Calumbi I	SEAGRO-TO / SEPLAN-TO	TO	NATURATINS/TO	Estruturas comprometidas e parcialmente inoperantes, surgências e infiltrações nos taludes, vegetação generalizada, equipe e sistema de monitoramentos insuficientes.	-
Calumbi II	SEAGRO-TO / SEPLAN-TO	TO	NATURATINS/TO	Estruturas comprometidas e parcialmente inoperantes, surgências e infiltrações nos taludes, vegetação generalizada, equipe e sistema de monitoramentos insuficientes.	-
Taboca	SEAGRO-TO / SEPLAN-TO	TO	NATURATINS/TO	Estruturas comprometidas e parcialmente inoperantes, surgências e infiltrações nos taludes, vegetação generalizada, equipe e sistema de monitoramentos insuficientes.	-
PA Destilaria	INCRA	TO	NATURATINS/TO	Estruturas comprometidas e parcialmente inoperantes, surgências e infiltrações nos taludes, vegetação generalizada, equipe e sistema de monitoramentos inexistentes	-

Jaburu I	COGERH	CE	ANA	Percolação pelo maciço e erosão regressiva no canal de restituição do vertedouro. Já foram realizadas obras para conter a percolação, e está prevista uma ação para recuperação do canal de restituição do vertedouro.	770.000,00 (projeto)
Passagem das Trairas	SEMARH/RN	RN	ANA	Desagregação do concreto e descontinuidade no maciço rochoso na ombreira direita. Barragem operando com restrição limitando a cota de operação em 185m.	1.170.000,00 (projeto)
Marechal Dutra	DNOCS	RN	ANA	Fissuras longitudinais ao longo da galeria e do maciço da barragem.	2.840.000,00.
Calabouço	SEMARH/RN	RN	ANA	Trincas longitudinais ao longo do coroamento e sem estrutura de descarga de fundo. Barragem em situação de precária de manutenção.	-

Barragem	Empreendedor	UF	Fiscalizador	Problema Indicado	Valor estimado para recuperação (R\$)
Americana	Jayaditya Empreend. e Participações Ltda	SP	ANEEL	Classificação A	-
Pirapora	Pirapora Energia S.A	SP	ANEEL	Classificação A	-
Barragem Mina Engenho	Mundo Mineração Ltda.	MG	ANM	Embargo jurídico, Titular encerrou atividades no local sem implantar o programa de desativação da estrutura.	-
Barragem II Mina Engenho	Mundo Mineração Ltda.	MG	ANM	Embargo jurídico, Titular encerrou atividades no local sem implantar o programa de desativação da estrutura.	-
BARRAGEM B2	Nacional Minérios SA	MG	ANM	Não foi apresentada a Declaração de Condição de Estabilidade de setembro 2017 por não atender aos parâmetros atuais para modo de falha por liquefação.	-
BARRAGEM B2 AUXILIAR	Nacional Minérios SA	MG	ANM	Não foi apresentada a Declaração de Condição de Estabilidade de setembro 2017 por não atender aos parâmetros atuais para modo de falha por liquefação.	-
Água Fria	Topázio Imperial Mineração Comercio e Industria Ltda	MG	ANM	A referida estrutura elevou sua categoria de risco por não apresentar documentação referente a projeto, relatório "As built" ou "As Is", como também não foram atendidas as exigências exaradas durante as vistorias no período em questão.	-



Neste ano houve aumento no número de entidades fiscalizadoras que listaram as barragens que mais os preocupam (13 em 2017 contra 09 em 2016), bem como no próprio número reportado (45 em 2017 contra 25 em 2016). A maioria se deve a problemas de baixo nível de conservação da barragem, mas existem outros motivos como insuficiência do vertedor e falta de comprovação documental da estabilidade da barragem.

É possível identificar que mais da metade das barragens que preocupam os órgãos fiscalizadores pertencem a órgãos e entidades públicas. Os empreendedores DNOCS (6 barragens), Usinas Unidas Seresta (5 barragens), CERB/BA (3 barragens) e SEAGRO/TO (3 barragens) são os que apresentam maior número de barragens nesta situação.

Em relação à listagem do ano anterior verifica-se que as barragens Canoas, Gulamdim, Prado, São Francisco, Bosque IV, Jucazinho, Taboca, PA Destilaria, Jaburu I, Passagem das Traíras e Marechal Dutra continuam preocupando seus fiscalizadores. Para a barragem Jucazinho foi informado que parte das obras de recuperação da barra-

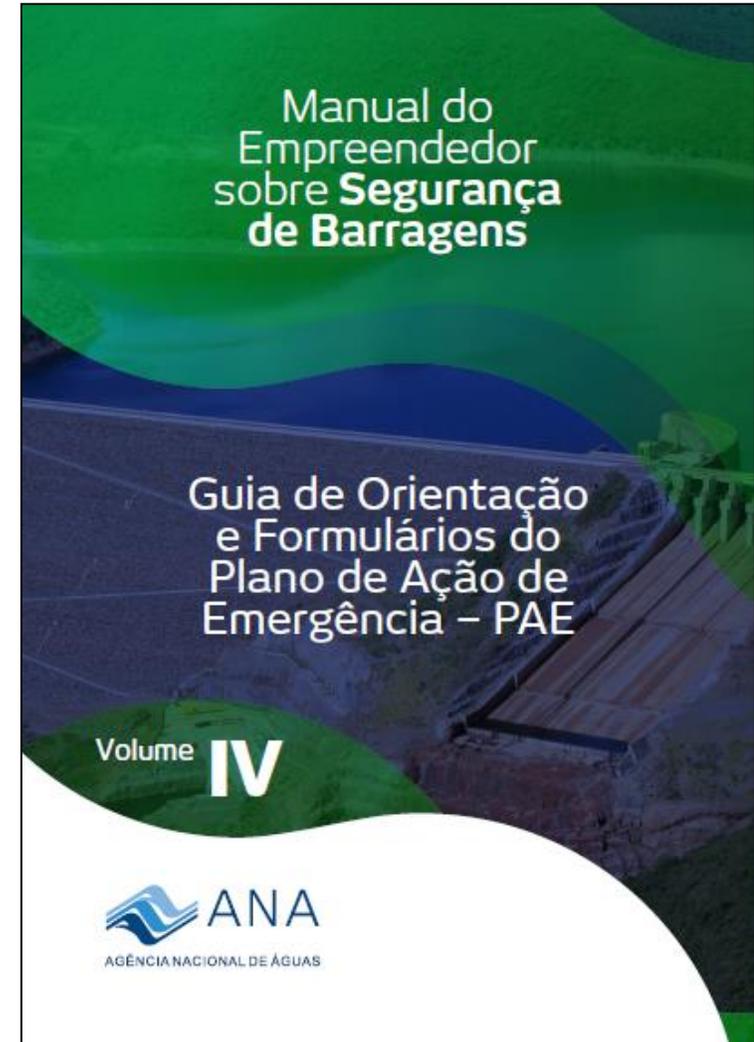
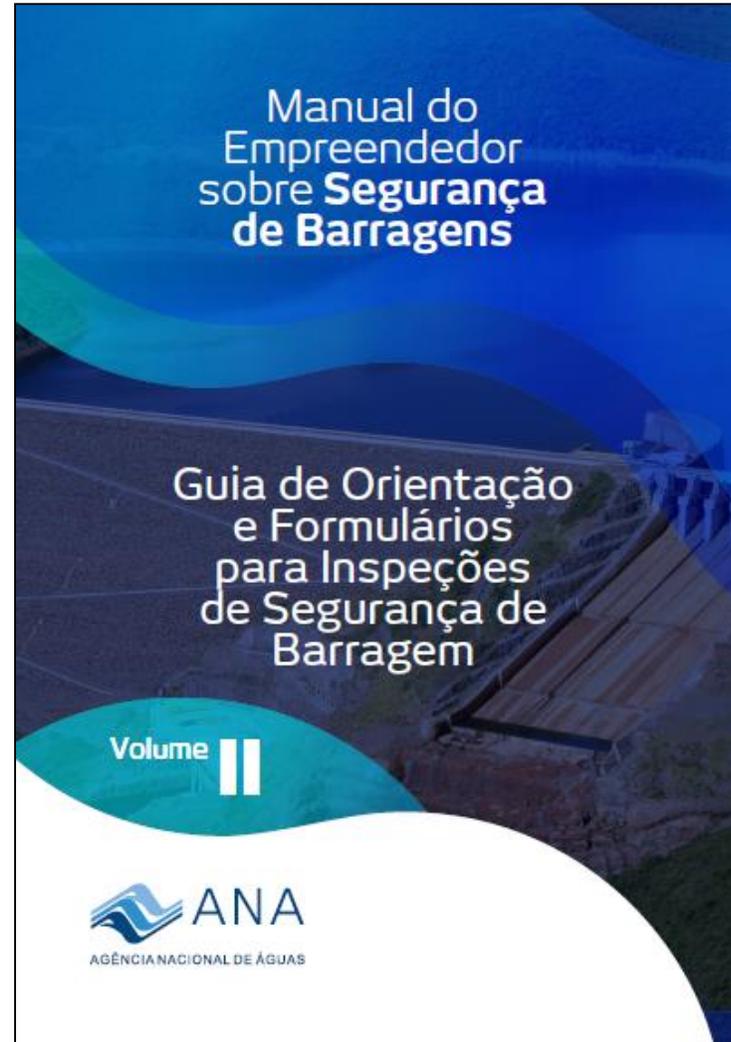
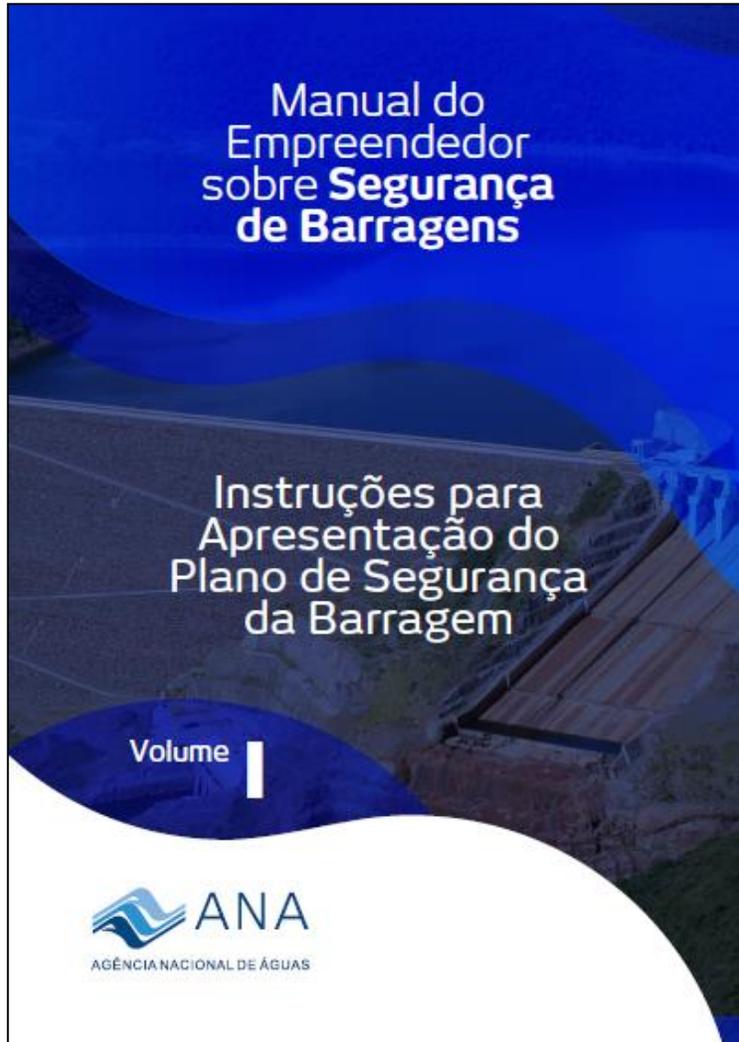
gem já foram implementadas, mas ainda não finalizadas, por isso ela ainda consta na lista das que mais preocupam.

Já as barragens Francisco Alves, Progresso, Facundo e Capa Zero foram retiradas da lista das barragens que mais preocupam pois nelas ocorreram obras de reabilitação.

Por fim as barragens São José II, Tijuquinha, Pau Preto, Trapiá, Cupim, São José III, Valério, Poço Verde, Jardim Botânico e Fazenda Vista Montanha não constam na lista de barragens em 2017, mas seus respectivos órgãos fiscalizadores não informaram o porquê desta exclusão.

As metodologias de identificação das barragens que mais preocupam utilizadas pelos órgãos fiscalizadores são discriminadas no Quadro 8. Verifica-se que estas metodologias não são uniformes, e nem sempre estão correlacionadas a algum comprometimento estrutural da barragem. Muitas vezes o DPA é considerado na definição deste tipo de barragem.

PUBLICAÇÕES PRODUZIDAS PELA ANA (2016)



OPERAÇÃO DE VERTEDOUROS

- Os vertedores eram operados até o início da década de 1970 por regras rígidas e procedimentos burocráticos implementados de acordo com a cultura dos proprietários, na maioria empresas estatais.
- Em 1977: rupturas das barragens de EUCLIDES DA CUNHA e LIMOEIRO – Rio Pardo/Bacia do rio Grande, impuseram a necessidade de desenvolver estudos de previsão de cheias e o estabelecimento de regras operativas para atender a segurança das barragens, dos bens e das comunidades situadas a jusante.



2. Regras Operacionais dos Órgãos Extravasores:

Procedimentos para operação normal.

Procedimentos para operação em regime de cheia.

Procedimentos para operação de emergência.

3. Regra Operacional do Reservatório:

Regime de operação do aproveitamento (manual e/ou automático, local e/ou à distância).

Principais características de operação (cotas, capacidade do reservatório, áreas da superfície inundada e das bacias hidrográficas, extensões do curso do rio e vazões).

Curvas de remanso a montante para uma determinada vazão efluente.

Procedimentos específicos para renovação da água no caso de problemas de salinização ou eutrofização.

4. Registro de Operação:

Dados de níveis no reservatório e fluxos afluentes e efluentes, bem como manobras dos órgãos extravasores.

Ocorrências significativas do ponto de vista da operação dos órgãos extravasores.

Relatórios de operação incluindo, nomeadamente, a análise dos aspectos referidos nos itens anteriores.

Outros registros pertinentes.

RISCO HIDROLÓGICO

- Condições hidrológicas imprevisíveis que dificultam a definição das garantias de disponibilidade hídrica, devido a irregularidade de regime chuvas, gerando séries de deflúvios intermitentes: comprometimento de capacidade nominal do reservatório e vazões regularizadas para usos múltiplos.
- Atendimento da **Energia Firme** e a potência instalada.
- Determinação da Cheia de Projeto (p/a dimensionamento dos extravasores)
- Determinação da Cheia de Desvio do Rio (TR = 20 ou 25 anos),

RISCO HIDRÁULICO

- Dimensionamento hidráulico das estruturas do extravasor ou sangradouro: comportas, soleira livre em perfil Creager, bacia de dissipação, canal de restituição, etc.).
- Dimensionamento hidráulico das estruturas de descarga de fundo, condutos forçados, etc.
- - Estudo de efeito de vibrações produzidas pelo escoamento hidráulico em tubulações,
- Estudo de cavitação e erosões decorrentes deste mecanismo,

CAUSAS DE INCIDENTE / ACIDENTE COM ESTRUTURAS DE DISSIPACÃO

- SUBDIMENSIONAMENTO DA CHEIA DE PROJETO
- ALTERAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO
- OCORRÊNCIA DE ALTERAÇÕES NO REGIME HIDROLÓGICO (MODIFICAÇÕES NA BACIA HIDROGRÁFICA, MUDANÇAS CLIMÁTICAS)
- CAPACIDADE INSUFICIENTE DO SANGRADOURO PARA ESCOAR A VAZÃO (ERRO DE DIMENSIONAMENTO - RESPONSÁVEL POR 50% DOS CASOS DE RUPTURA DE BARRAGENS DE TERRA (LAMPÉRIÈRE, 1993))
- MAU FUNCIONAMENTO OU OPERAÇÃO DEFICIENTE DAS COMPORTAS
- ERRO DE CONCEPÇÃO E/OU DIMENSIONAMENTO DAS ESTRUTURAS DE DISSIPACÃO, CONDIÇÕES DE RESTITUIÇÃO INSUFICIENTE)

Apud: Carlos Matias Ramos (LNEC, 2004)

CAUSAS DE INCIDENTE / ACIDENTE COM ESTRUTURAS DE DISSIPACÃO

- CRITÉRIOS DE PROJETO INADEQUADOS OU OBSOLETOS,
- SUB ESTIMATIVA DA INFORMAÇÃO NECESSARIA PARA ELABORAR OS PROJETOS
- CONSTRUÇÃO DEFICIENTE / FALHA CONSTRUTIVA
- ENVELHECIMENTO DOS MATERIAIS
- EFEITOS DELETÉRIOS (REAÇÃO RAA, COM EXPANSÃO DO CONCRETO E TRAVAMENTO DE COMPORTAS, ETC.
- DEFICIENCIA DE PROCEDIMENTOS DE OPERAÇÃO / ERROS DE OPERAÇÃO
- MÁ MANUTENÇÃO DAS ESTRUTURAS CIVIS E HIDROMECAÑICOS

Apud: Carlos Matias Ramos (LNEC, 2004)

Os **PLANOS DE MANUTENÇÃO** incluem, entre outros elementos:

- Procedimentos e requisitos de manutenção da barragem, órgãos extravasores e de operação, casa de força e outras estruturas e condutos;
- Procedimentos de manutenção dos equipamentos, incluindo a respectiva instrumentação;
- Regras de manutenção das estruturas e dos equipamentos.

NOTA: O planejamento das ações e eventuais estudos de apoio devem basear-se na análise das causas prováveis das deficiências potenciais e considerar o tipo de estrutura e os condicionantes da intervenção a efetuar.

o **PLANO DE OPERAÇÃO DA BARRAGEM**

deverá conter, no mínimo:

Características do empreendimento:

- Caracterização e informações hidrológicas do barramento;
- Usos do aproveitamento (abastecimento público, irrigação, proteção contra cheias, etc.);
- Nomeação e descrição dos elementos que compõem o barramento (ex.: vertedouros de superfícies e descargas de fundo, tomada d'água, circuitos hidráulicos, etc), suas fontes de energia para manobra e vazões máximas com as quais podem operar.

Regras Operacionais dos órgãos extravasores:

- Procedimentos para operação normal;
- Procedimentos para operação em regime de cheias;
- Procedimentos para operação de emergência.

o **PLANO DE OPERAÇÃO DA BARRAGEM** deverá conter, no mínimo:

Regras operacionais do reservatório:

- Regime de operação do aproveitamento (manual e/ou automático, local e/ou à distância);
- Principais características de operação (cotas, capacidade do reservatório, áreas de inundação e da bacia hidrográfica, extensão do curso do rio e vazões);
- Curvas de remanso à montante para vazões efluentes;
- Procedimentos específicos para renovação da água em caso de problemas de salinização ou eutrofização.

TIPOS DE BACIAS DE DISSIPAÇÃO

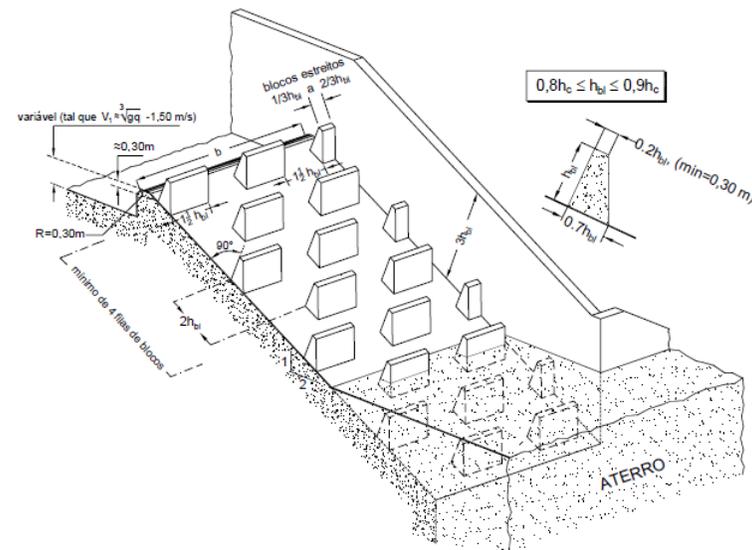
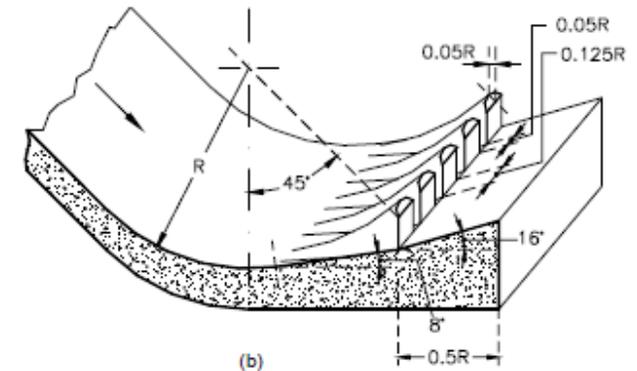
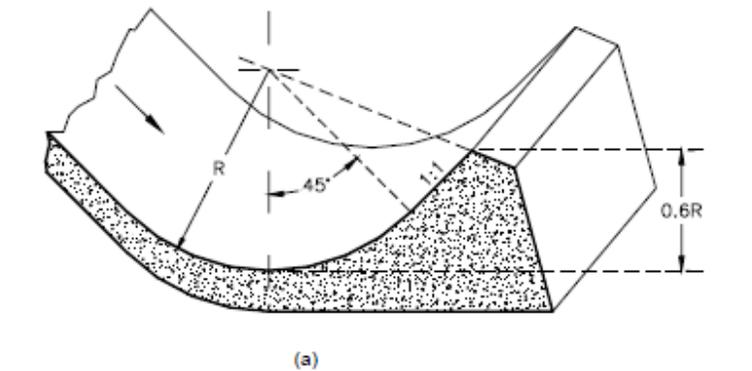
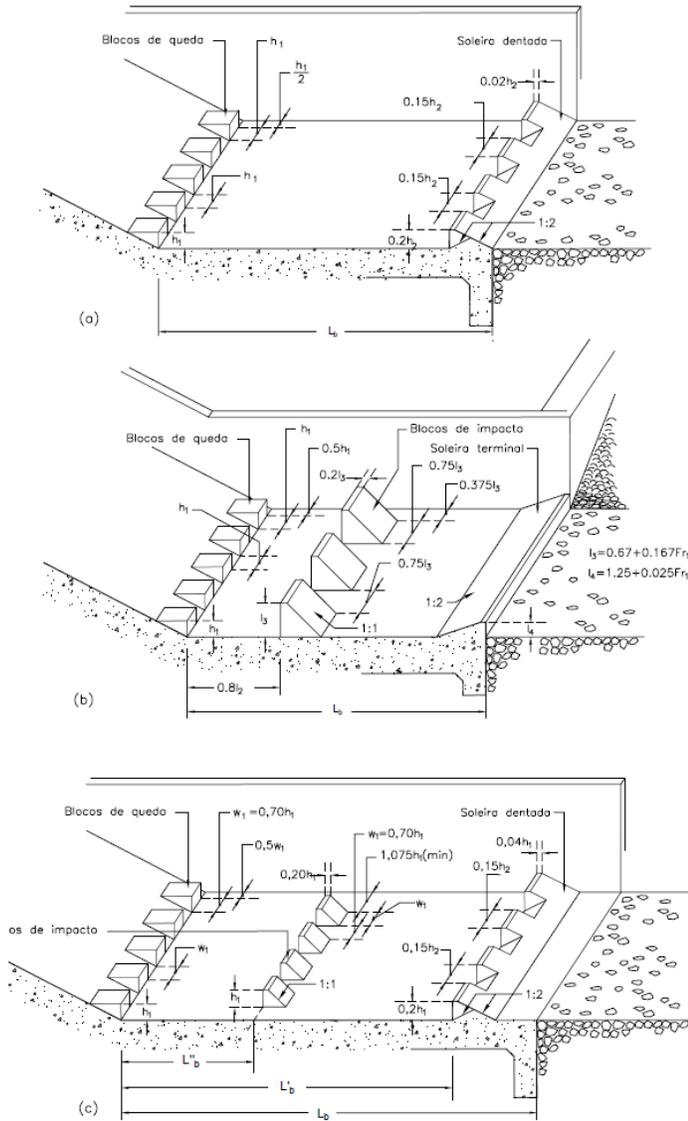


Figura 13 – Rampa de blocos (Peterka, 1978).



Figura 4 – Bacias de dissipação por ressalto propostas pelo Bureau of Reclamation. Definição geométrica: (a) tipo II; (b) tipo III; (c) tipo IV.

TIPOS DE BACIAS DE DISSIPAÇÃO

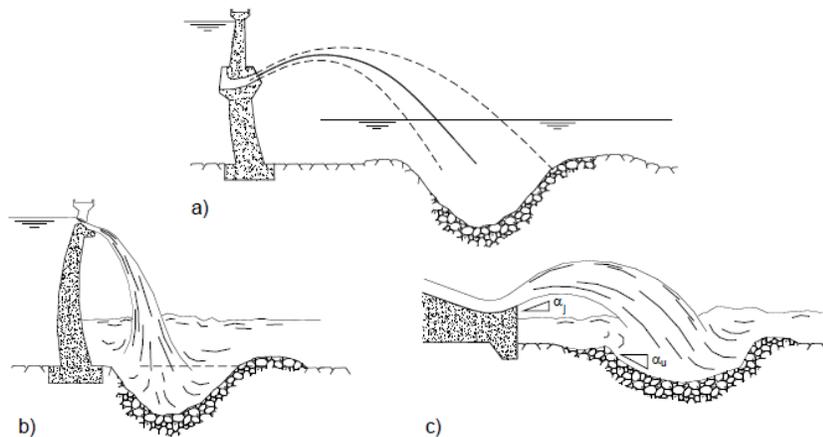
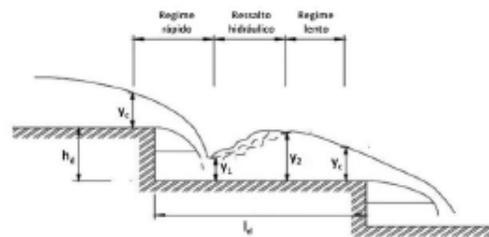
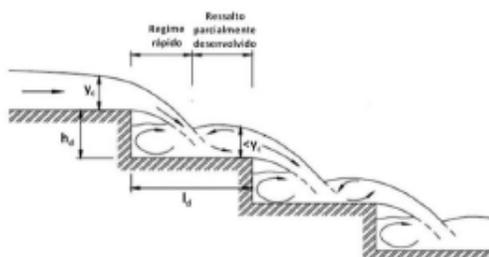


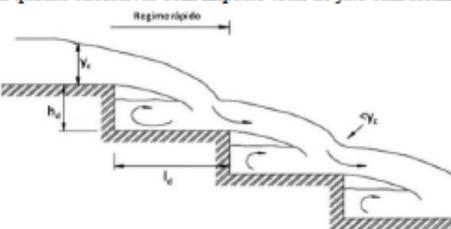
Figura 18 –Fossas de erosão. Localização da fossa em função do tipo de descarregador de cheias: a) orifícios de meio-fundo; descarregador de superfície; c) canal com trampolim.



a: Escoamento em quedas sucessivas com impacto total do jato e formação de ressalto hidráulico

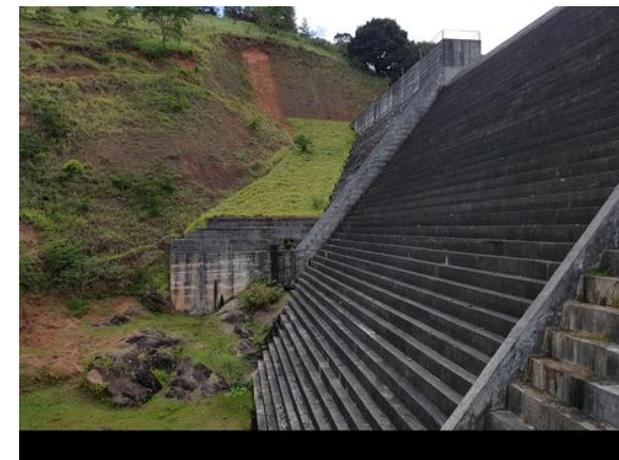


b: Escoamento em quedas sucessivas com impacto total do jato sem formação de ressalto hidráulico



c: Escoamento em quedas sucessivas com impacto parcial do jato na soleira do degrau

Figura 3.25: Escoamento em quedas sucessivas em estruturas com degraus (extraído de Ferreira, 2009)



OROVILLE DAM INCIDENT

LIÇÕES QUE PRECISAM
SER APRENDIDAS



<https://www.nytimes.com/interactive/2017/02/13/us/oroville-dam.html>



A erosão no vertedouro principal levou à decisão de usar o vertedouro de emergência pela primeira vez desde que a represa foi concluída há quase 50 anos. Os vertedouros de emergência são projetados para uso somente em condições excepcionais, quando o reservatório está subindo tão rápido que há um risco de que ele cubra a própria barragem.

OROVILLE DAM INCIDENT

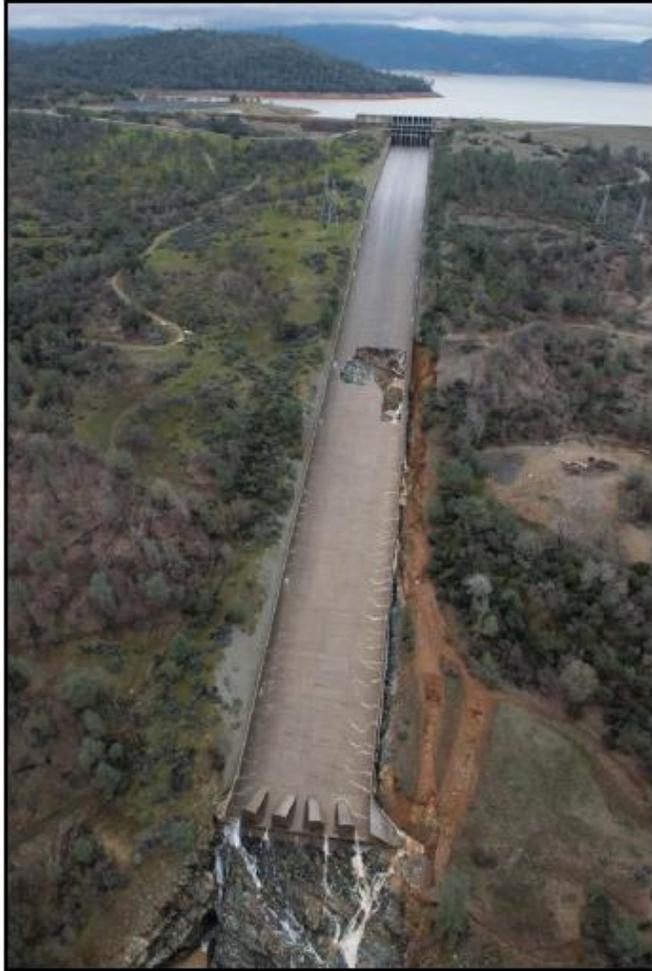
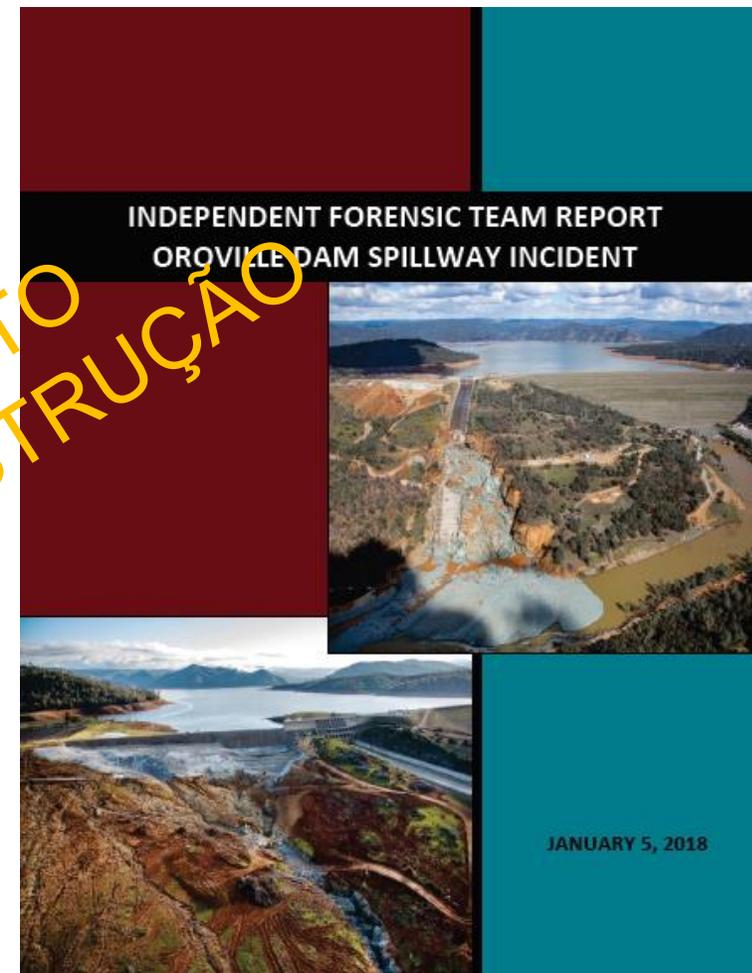
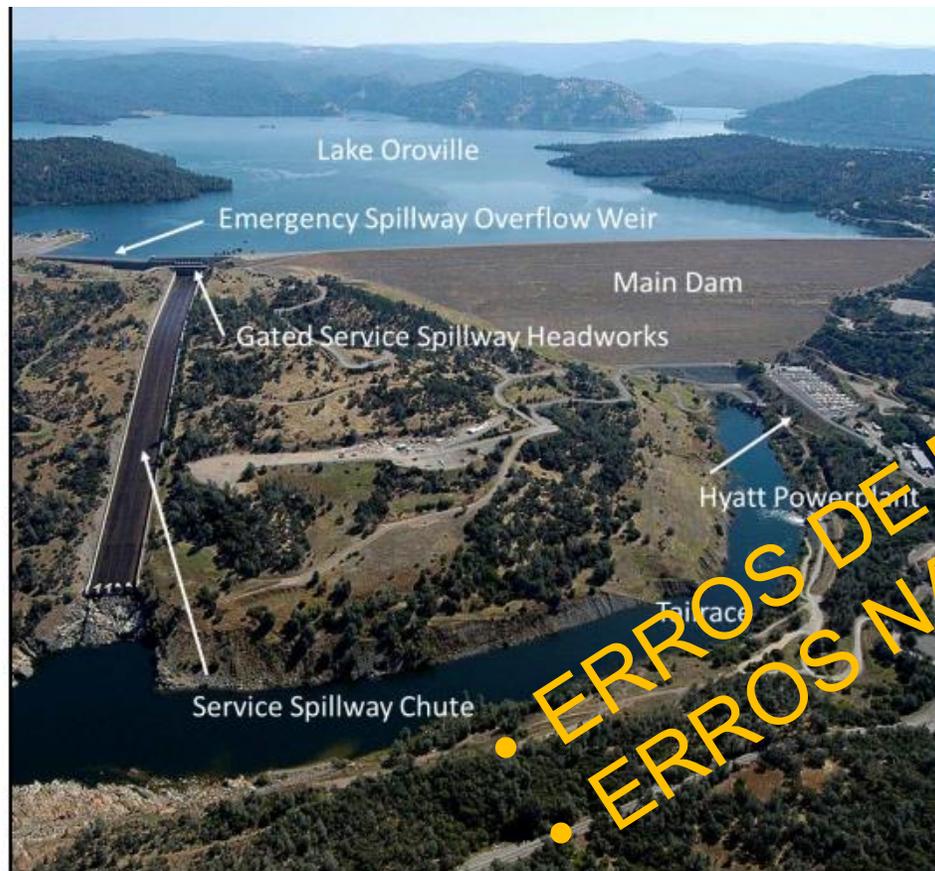


Figure 3-19: Service spillway chute damage observed after gates were closed on February 7 (from DWR)



Figure 3-20: Ultimate damage at the service spillway (from DWR)

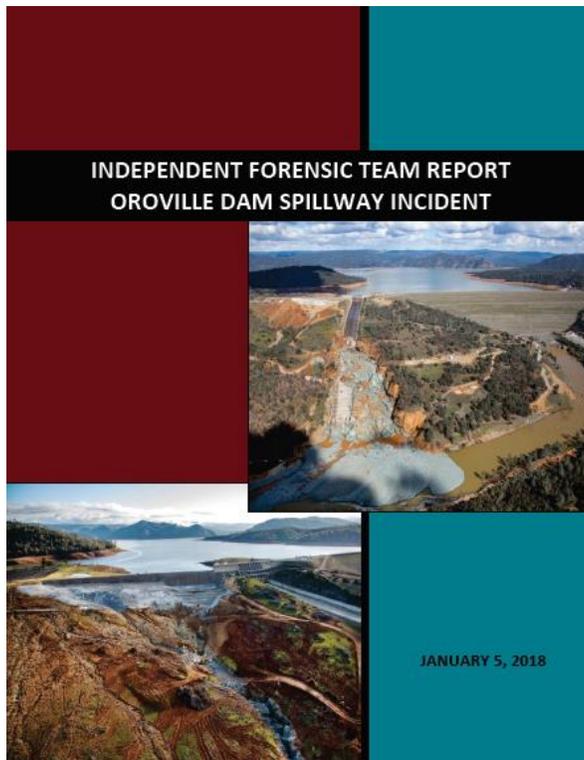
OROVILLE DAM INCIDENT



ERROS DE PROJETO
ERROS NA CONSTRUÇÃO

- Inherent vulnerabilities in the spillway designs and as-constructed conditions, and subsequent chute slab deterioration
- Poor spillway foundation conditions in some locations

LIÇÕES QUE PRECISAM SER APRENDIDAS - FATORES RELEVANTES E DECISIVOS PARA A SEGURANÇA DE BARRAGENS



2.2 Primary Drivers of Failure

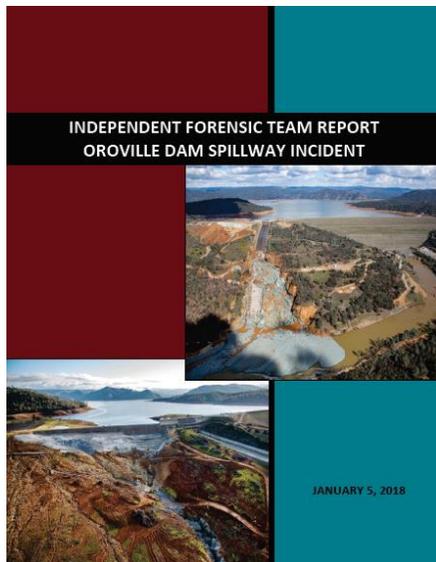
The human factors contributing to safety “demand,” and therefore the potential for failure, can generally be placed into three categories of *primary drivers* of failure.

- **Pressure from non-safety goals** [J-20] such as delivering water, generating power, reducing cost, meeting schedules, building and maintaining relationships, personal goals, and political goals.
- **Human fallibility and limitations** associated with misperception, faulty memory, ambiguity and vagueness in use of language, incompleteness of information, lack of knowledge, lack of expertise, unreliability of intuition, inaccuracy of models [J-46], cognitive biases operating subconsciously at the individual level [J-47 through J-50] and group level [J-50 and J-51], use of heuristic shortcuts [J-48], emotions, and fatigue.
- **Complexity** resulting from multiple system components having interactions which may involve nonlinearities, feedback loops, network effects, etc. Such interactions can result in large effects from small causes, including “tipping points” when thresholds are reached, and they make complex systems difficult to model, predict, and control [J-5, J-20, and J-52]. Complexity generally exacerbates the effects of human fallibility and limitations.

2.3 Human Error

The primary drivers of failure lead to various types of “human errors,” which can include categories such as “slips” (actions committed inadvertently), “lapses” (inadvertent inactions), and “mistakes” (intended actions with unintended outcomes, due to errors in thinking) [J-1 and J-2]. In the context of dam safety, mistakes are the most common type of human errors that contribute to failures. “Violations” are also sometimes classified as a category of human errors, and involve situations in which there is deliberate non-compliance with rules and procedures, usually because the rules or procedures are viewed as unworkable in practice [J-1].

LIÇÕES QUE PRECISAM SER APRENDIDAS - FATORES RELEVANTES E DECISIVOS PARA A SEGURANÇA DE BARRAGENS



2.4 Risk Management

With the above caveats regarding “human errors” in mind, human errors and the underlying primary drivers of failure noted in Section 2.2 often lead to inadequate risk management. There are three specific types of inadequacy in risk management due to human errors:

- **Ignorance** involves being insufficiently aware of risks. This may be due to aspects of human fallibility and limitations such as lack of information, inaccurate information, lack of knowledge and expertise and unreliable intuition. Complexity can also contribute to ignorance.
- **Complacency** involves being sufficiently aware of risks, but being overly risk tolerant. This may be due to aspects of human fallibility and limitations such as fatigue, emotions, indifference, and optimism bias (“it won’t happen to me”). Pressure from non-safety goals can also contribute to complacency.
- **Overconfidence** involves being sufficiently aware of risks, but overestimating ability to deal with them. This may be due to aspects of human fallibility and limitations such as inherent overconfidence bias, which results in overestimating knowledge, capabilities, and performance [J-48 to J-50].



Human Factors in the Oroville Dam Spillway Incident

LIÇÕES QUE PRECISAM SER APRENDIDAS - FATORES RELEVANTES E DECISIVOS PARA A SEGURANÇA DE BARRAGENS

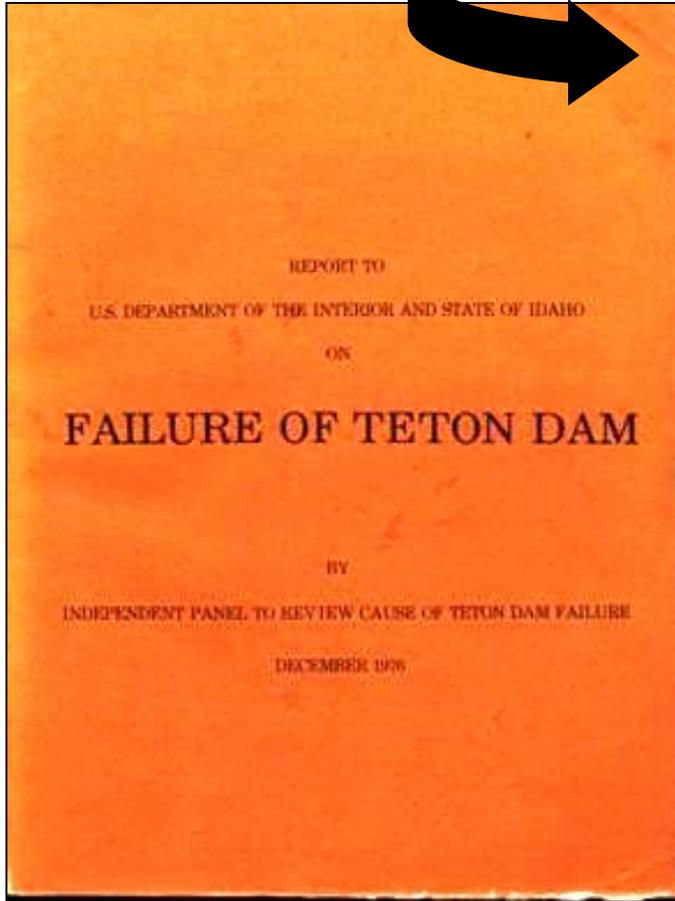
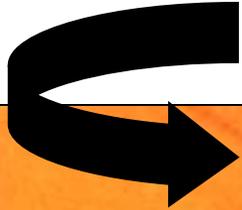


Oroville Dam is the tallest dam in the United States. On February 7, 2017, a section of the concrete chute slab of the service spillway failed during spillway discharge, and several days later the emergency spillway was activated for the first time in the half-century history of the dam, resulting in rapid and severe erosion of the hillside below the emergency spillway weir, and prompting precautionary evacuation of nearly 190,000 downstream residents. The Federal Energy Regulatory Commission mandated a forensic investigation of the incident. This webinar will serve as a "Part 2" continuation of a prior ASDSO webinar ([Findings of the Oroville Dam Spillway Forensic Investigation](#)) which presented an overview of the findings of the forensic investigation by the six-person Independent Forensic Team, and will expand on the prior webinar's discussion of human, organizational, and industry factors contributing to the incident, beginning with the design of the project and continuing until the decision-making during the incident response. An open time will be allowed for questions from attendees.

takeaways attendees can expect from this webinar:

- Understand the human factors framework used for the forensic investigation.
- Learn about the challenges and process used for investigation of human factors.
- Understand the human factors, including organizational and industry factors, contributing to the incident.
- Learn about the suggested lessons to be learned identified by the forensic investigation team.

ACIDENTE BARRAGEM DE TETON (EUA) - 1976



Project Photo P 549-147-5876 NA 7/22/75 Embankment at 5185

DATA DO ACIDENTE:
05/06/1976
DATA DO RELATÓRIO
OFICIAL SOBRE O
ACIDENTE: 15/12/1976

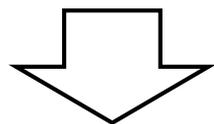


Fig. 2-15. Early afternoon June 5, 1976.



Fig. 2-16. Late Afternoon June 5, 1976.

SEGURANÇA DE BARRAGENS



SEGURANÇA = 1 / RISCO

EDITAL / MODALIDADE DE
CONTRATO / ESTRUTURA
ORGANIZACIONAL (COMPATÍVEL
COM O EMPREENDIMENTO)
ADMINISTRAÇÃO / SUPERVISÃO /
FISCALIZAÇÃO, ...
PRAZOS / PREÇOS ...
TOMADORES DE DECISÃO ...

CONHECIMENTO:
QUALIFICAÇÃO, TÉCNICA /
EXPERTISE ...

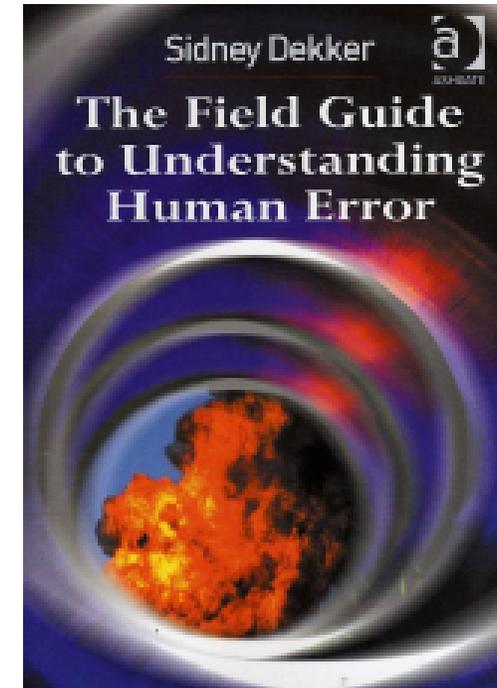
RISCO TECNOLÓGICO
RISCO ORGANIZACIONAL

ERRO HUMANO

O ERRO HUMANO é sintoma de problemas profundos do **SISTEMA**

É imperativo saber se as avaliações e ações das pessoas faziam sentido para elas, na hora em que ocorreram os incidentes ou acidentes, dadas as circunstâncias que as cercavam.

Deve-se encontrar: falhas de avaliações, decisões erradas e julgamentos inadequados das pessoas ou atores do **SISTEMA**.



Apud Sidney Dekker (2006) - *The Field Guide to Understanding Human Error*. Ashgate Publ. Ltd.

RISCO ORGANIZACIONAL

CONDIÇÕES LATENTES DE RISCO OU PATOGÊNICAS (passíveis de falhas)

Principais Agentes:

Dirigentes, Gestores
Públicos, Reguladores,
Construtores e Fabricantes,
Projetistas, Consultores,
Outros

SUAS DECISÕES SE PROPAGAM EM TODA A ORGANIZAÇÃO COM IMPACTOS NO EMPREENDIMENTO

FALTA DE **TREINAMENTO** (OU QUALIFICAÇÃO), PROJETO DEFICIENTE, FALHA NA **SUPERVISÃO**, PROBLEMAS DE **MANUTENÇÃO**, ERROS EM PROCEDIMENTOS, AUTOMAÇÃO E **INSTRUMENTAÇÃO**, ETC.

RESPOSTA

DEVER DA DIREÇÃO

BARRAGEM DE COLÔNIA – BA

VERTEDOURO SOLEIRA LIVRE / SALTO DE ESQUI



BARRAGEM DE COLÔNIA – BA

VERTEDOURO SOLEIRA LIVRE / SALTO DE ESQUI



GALGAMENTO DURANTE A CONSTRUÇÃO



RISCO HIDROLÓGICO (galgamento durante a construção)

Determinação da Cheia de Desvio do Rio (TR=20 ou 25 anos)

- Arbitrariedade de SÃO PEDRO?;
- Inexistência / inoperância de estações hidrometeorológicas;
- Série histórica < 50 anos;
- Insuficiência / ausência / inconsistência de dados,
- Modelagem Hidrológica (grau de incerteza = ???)
⇒ similaridade entre bacias (parâmetros: relevo, cobertura vegetal, tipo de solo e permeabilidade, intervenções antrópicas, etc.),
- MUDANÇAS CLIMÁTICAS (o vilão da vez)

GALGAMENTO DA BARRAGEM AIPIM - BA (2006)



Cheia de projeto = 147 m³/s (TR = 1.000 anos)
Vazão Afluente = 550 m³/s
Tempo de vertimento = 20 min



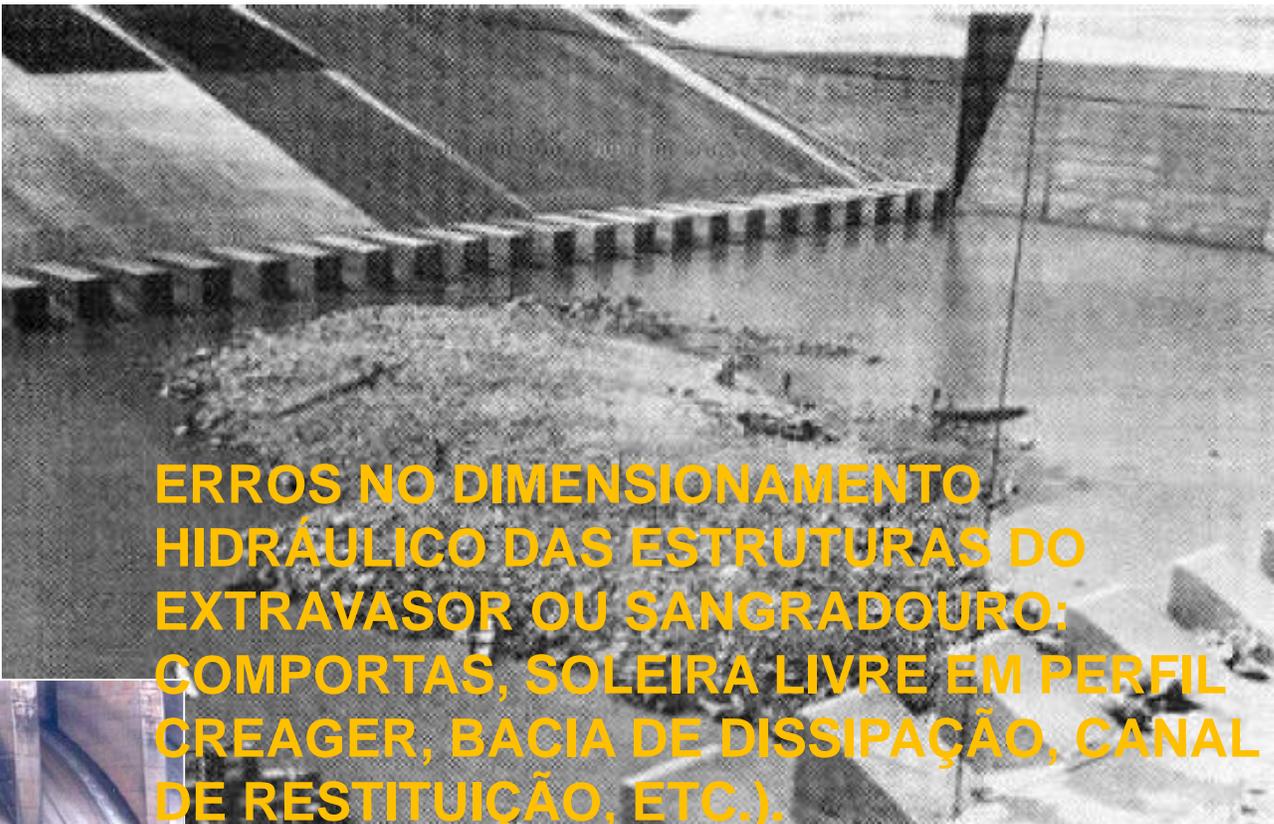
GALGAMENTO PREVISÍVEL? NÃO
GALGAMENTO SEM RUPTURA,
PREVISÍVEL? NÃO

RISCO HIDRÁULICO

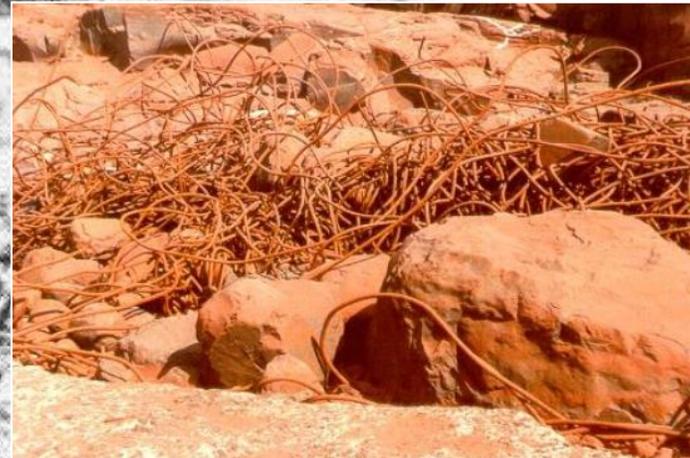
ERROS NO DIMENSIONAMENTO
HIDRÁULICO DAS ESTRUTURAS
DO EXTRAVASOR OU
SANGRADOURO: COMPORTAS,
SOLEIRA LIVRE EM PERFIL
CREAGER, BACIA DE DISSIPACÃO,
CANAL DE RESTITUIÇÃO, ETC.).



RISCO HIDRÁULICO



**ERROS NO DIMENSIONAMENTO
HIDRÁULICO DAS ESTRUTURAS DO
EXTRAVASOR OU SANGRADOURO:
COMPORTAS, SOLEIRA LIVRE EM PERFIL
CREAGER, BACIA DE DISSIPAÇÃO,
CANAL DE RESTITUIÇÃO, ETC.).**



UHE Marimbondo



Danos decorrentes das operações assimétricas das comportas:



Comporta do vertedouro da UHE Salto Osório

Acidente ocorrido em 26.09.2011, quando defluía pelo vertedor 2.200 m³/seg

DADOS DA USINA / VERTEDOUROS

Usina Hidrelétrica Salto Osório - Rio Iguaçu - Paraná

Capacidade Instalada: 1.078 MW

Início Operação Comercial: 1975

Tipo de Vertedouro: Controlado de superfície

Vertedouro 1: 5 comportas – Capacidade total 15.500 m³/s

Vertedouro 2: 4 comportas – Capacidade total 11.500 m³/s

Comportas tipo segmento: 20,77 x 15,30 m / 172 ton

Acionamento das comportas: por guincho mecânico

Supervisão e controle: local ou remoto



ASPECTOS CONSTRUTIVOS: Escavações das Fundações e Ombreiras / Obras de Desvio do Rio

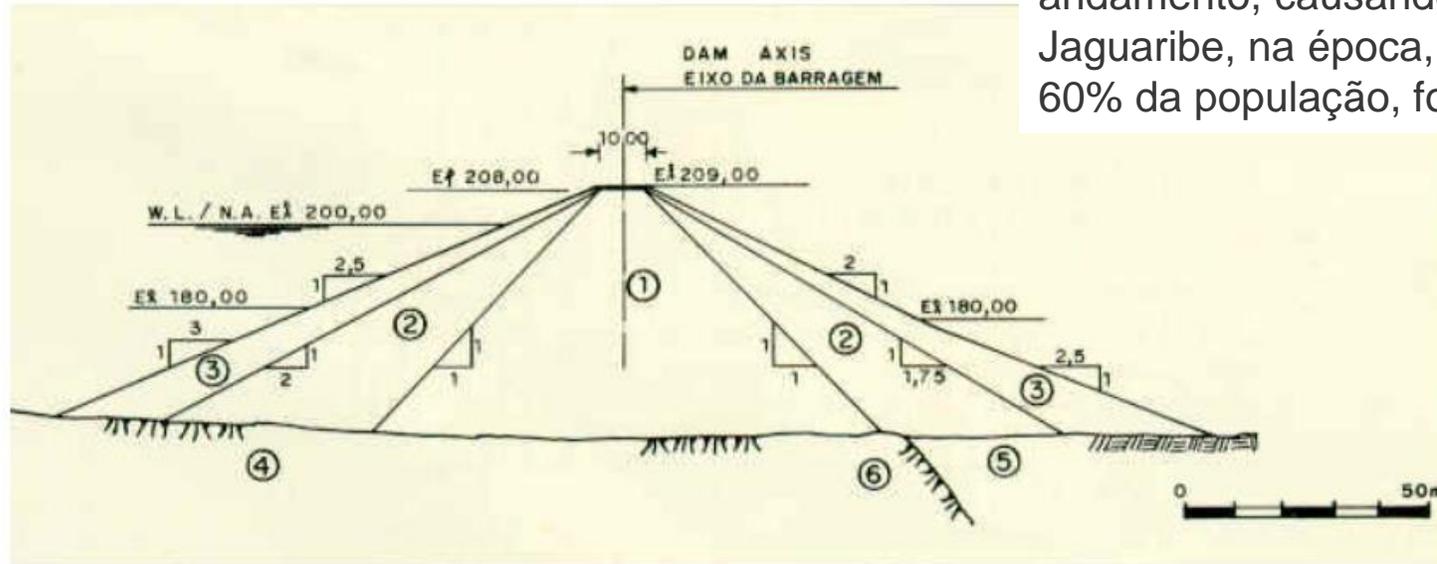


ASPECTOS CONSTRUTIVOS: Obras de Desvio do Rio = Ensequeadeiras



ORÓS

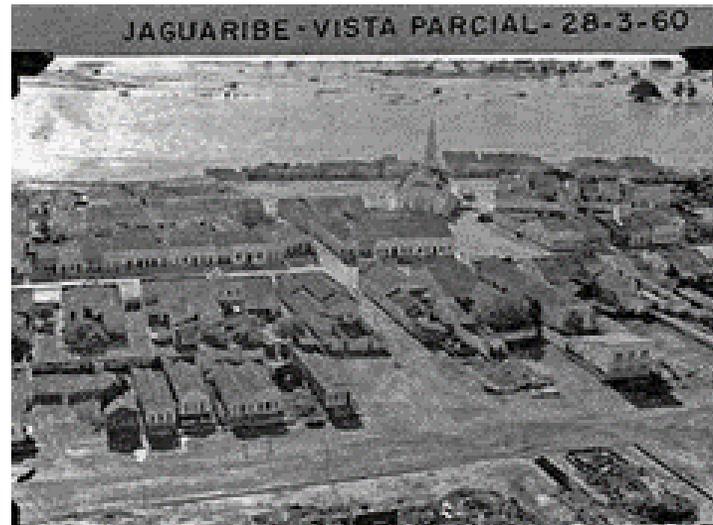
Aos 17 minutos do dia 26 de março de 1960, se rompia a barragem do açúde Orós, com as obras ainda em andamento, causando destruição na região do baixo Jaguaribe, na época, 170 mil pessoas, correspondente a 60% da população, foram atingidas.



Em 1960, equipamentos de terraplenagem trabalhavam 24 horas por dia. As chuvas que chegaram bastantes tardias e fracas no início desse ano intensificaram-se em março de maneira violenta e passaram a comprometer o maciço em construção, pois o túnel, previsto para tomada d'água, não dava vazão suficiente àquele cheia excepcional.

A barragem ainda nem alcançava a cota 190 quando, com o recrudescimento das chuvas torrenciais, as águas começaram a lavar o maciço aos 17 minutos do dia 26 de março.

Diversas soluções foram intentadas durante a iminência do transbordamento. Com o início da extravazão das águas, julgou-se mais recomendável controlar o acidente. Para tanto, iniciou-se a abertura de uma vala no maciço, por onde a água passou a fluir em catarata, erodindo seu próprio vertedouro até a fundação da barragem e levando seu coroamento



EFEITO CASCATA ?

2010

D2 CIDADES

DOMINGO, 04 DE JULHO DE 2010

GAZETA DE ALAGOAS

| EFEITO CASCATA |

Pequenos açudes agravaram o problema

VOLUME DE ÁGUA QUE DESCEU DOS RIACHOS SÃO ROMÃO, CORUJA, PAU DA VELHA E PIRAJÁ COMPROMETEU AINDA MAIS A BARRAGEM DAS NAÇÕES



Aliton Cruz

| LELO MACENA
Repórter

Bom Conselho, Pernambuco – Construído há mais de 50 anos sobre o leito do Rio Papacacinha, o Açude das Nações, ou o Açude da Nação, como é conhecido pelos moradores da cidade, é a salvação dos produtores rurais da região nos períodos de seca.

É de lá que sai a água que vai irrigar a lavoura e matar a sede dos animais durante o verão. Porém, no inverno, a grande barragem sempre foi motivo de temor para a população, que nunca confiou no seu paredão de barro batido de quase 200 metros de comprimento por 12 metros de altura. A reportagem apurou que a última manutenção no local ocorreu há 20 anos.

Segundo alguns moradores ouvidos pela reportagem da *Gazeta*, durante décadas a possibilidade de rompimento da barragem foi um fantasma a atormentar a população de Bom Conselho. No último dia 18, o que todos temiam aconteceu. A barragem ruiu.

“PODERIA SER PIOR”

Segundo o aposentado José Costa de Souza, 76 anos, o “Dedi”

FRASE

“Depois que a água passou por cima do paredão, o outro lado da barragem começou a ceder e o paredão foi sendo levado pela força das águas”

José Costa de Souza
Aposentado

as margens do Papacacinha, como uma espécie de ponte. O aposentado parecia não acreditar no que havia acontecido e olhava desolado o imenso açude, agora “seco”.

Segundo José Costa de Souza, o “Dedi”, o paredão da Barragem da Nação foi rompendo aos poucos, o que pode ter impedido uma catástrofe de proporções ainda maiores.

“Depois que a água passou por cima do paredão, o outro lado da barragem começou a ceder e parte do paredão foi sendo levado aos poucos pela força das

Coruja, Pau da Velha e Pirajá, a situação ainda mais complicada e também ajudou a var ao máximo o nível das águas.

Os estragos em Bom Conselho foram pequenos, mas como não se pode dizer do lado de Barra do Brejo, onde os danos foram maiores. Muitas casas caíram e outras foram dançadas. Por sorte, não houve vítimas. O pior estaria reservado para os municípios a jusante do Vale do Paraíba.

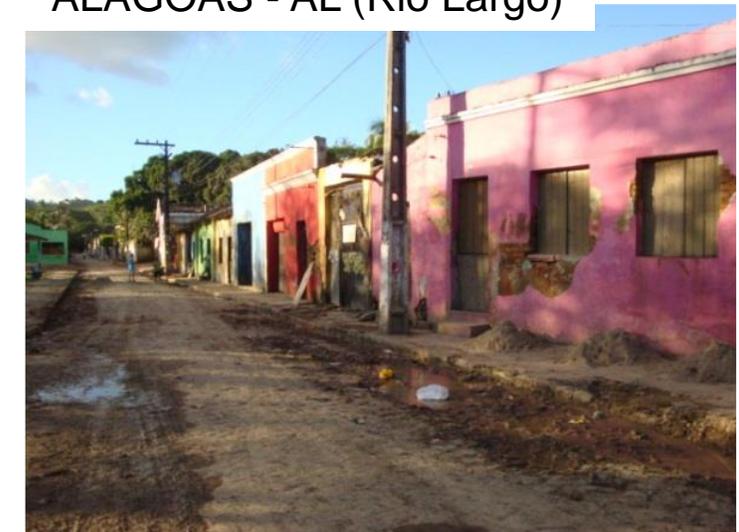
Um vídeo gravado por um repórter, talvez por meio da câmera de um telefone celular, no momento exato do rompimento do açude. O vídeo faz um tour pela cidade e a cópia está sendo vendida pelo preço de R\$ 10.

As imagens impressionantes da Barragem das Nações, que espelha d'água de 6 hectares de profundidade média de 2 metros, estava mesmo no limite de sua capacidade máxima, com cerca de 800 milhões de metros cúbicos.

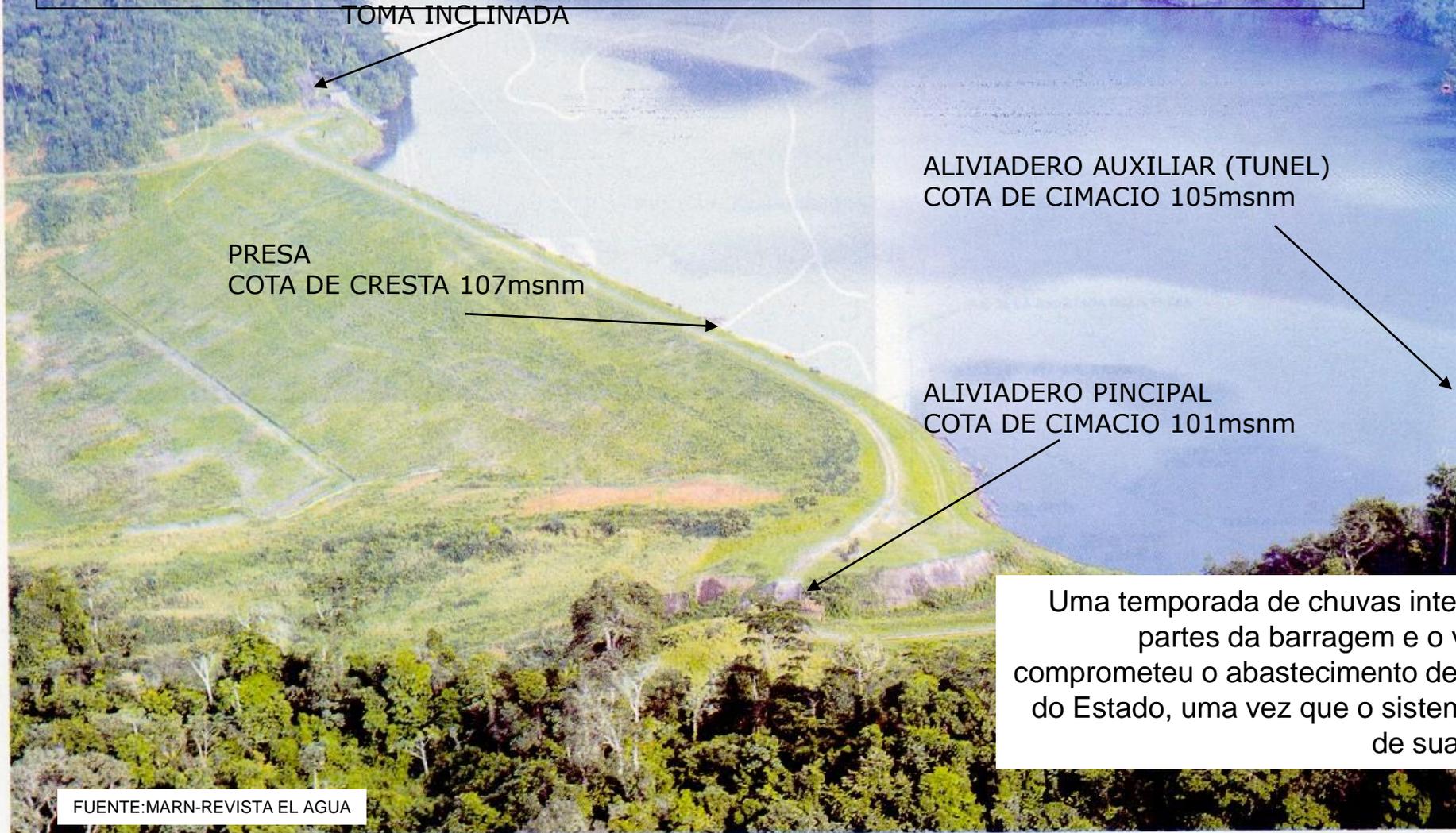
Pelas imagens, dá para ver que as águas já avançavam por metros além das margens. Uma escavadeira tentava fazer uma fenda na tentativa de criar uma passagem. Nesse



ALAGOAS - AL (Rio Largo)



Barragem de El Guapo na Venezuela – Construída em 1978, rompeu-se em 1999, por galgamento devido a insuficiência de capacidade de escoamento do Vertedouro, causando mortes e enormes danos materiais.

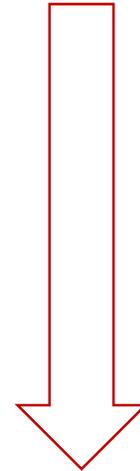


Uma temporada de chuvas intensas em dezembro de 1999 rompeu partes da barragem e o vertedouro de El Guapo. O incidente comprometeu o abastecimento de água potável para diversas cidades do Estado, uma vez que o sistema vinha operando com apenas 20% de sua capacidade em razão do problema.

Barragem de El Guapo (Venezuela)

**RISCO HIDROLÓGICO?
E/OU RISCO HIDRÁULICO?**

A Camargo Corrêa empregou concreto compactado a rolo (CCR) para reconstruir a obra. Para a sua conclusão, foram escavados mais de 750 mil m³ no terreno e utilizados mais de 1 milhão de sacos de cimento. Custo da reconstrução = US\$ 110 milhões.



Barragem de Vajont – Itália - 1963 (JANSEN, 1980)

O volume do reservatório era de 150 hm^3 , enquanto que o volume de material deslizado da margem esquerda da encosta foi de 240 hm^3 . O movimento rápido desse material para dentro do reservatório atingiu velocidades da ordem de 30 m/s produzindo uma onda que galgou a barragem com uma altura superior a 100 metros sobre a crista.



A inundação atingiu as vilas de Longarone, Pirago, Rivalta, Villanova, Faè e outras pequenas no território de Erto e Casso. Não houve alerta e cerca de 2.600 pessoas perderam a vida. Em Longarone, uma vila a menos de 2 quilômetros de distância do local do acidente, mais de 1260 pessoas perderam a vida, o que correspondia a 94% de seus habitantes segundo o USBR (1999).

Em outubro de 1963, a encosta do reservatório da barragem de Vajont, Itália, rompeu subitamente. A onda de cheia resultante da ruptura matou mais de 2.500 pessoas, na cidade de Longarone, a jusante da barragem.



Cidade de Longarone, a jusante da barragem de Vajont, antes da ruptura de 63



O que restou de Longarone após a cheia causada pelo transbordamento da Barragem de Vajont, em consequência da ruptura subita da encosta do Monte Toc. Cerca de 2.500 pessoas morreram.

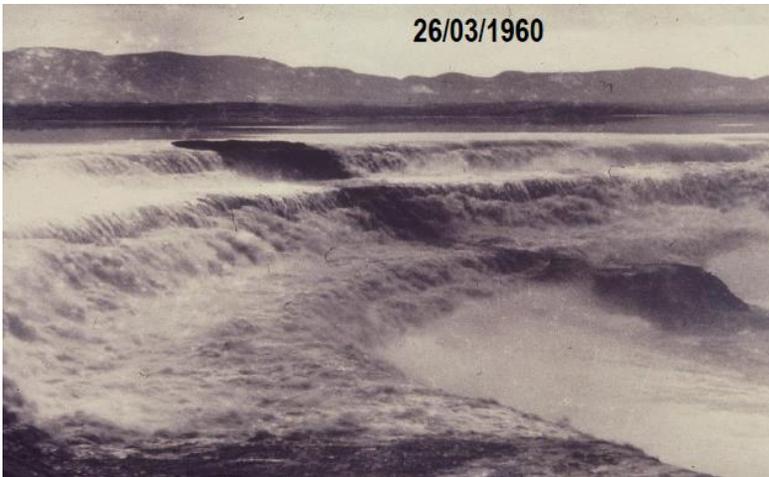
BARRAGEM DE ORÓS - CE



BARRAGEM DE ORÓS - CE



No início da década de 60 quando começaram as construções das grades barragens brasileiras, ocorreu no dia 26/3/1960 a ruptura da barragem de Orós, situada no rio Banabuiú, bacia hidrográfica do rio Jaguaribe, sendo na época, o maior impacto registrado com barragens no Brasil. A ruptura deu-se por galgamento da barragem, com a construção atrasada devido a falta de investimentos. Foram inundadas as cidades de Aracati, Itaiçaba, Jaguaribe, Limoeiro e Juazeiro, situadas a jusante. Atingiu aproximadamente 60% da população do baixo Jaguaribe que totalizava 170 mil habitantes.



AÇUDE ARNEIROZ (CE)

2004



Galgamento de Ensecadeira



EUCLIDES DA CUNHA (Brazil)

MARCO ZERO



Foto em 21/01/1977



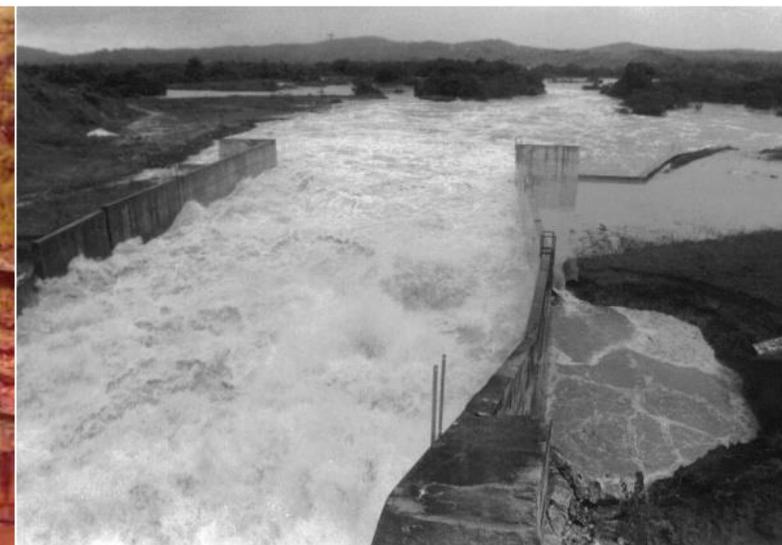
PONTO DE PARTIDA
PARA A **REGULAMENTAÇÃO**
DE SEGURANÇA DE
BARRAGENS NO BRASIL



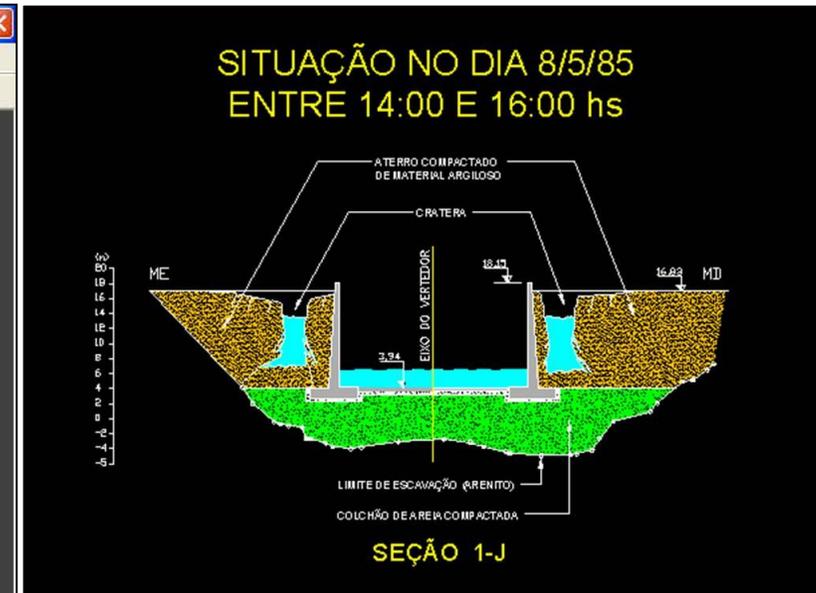
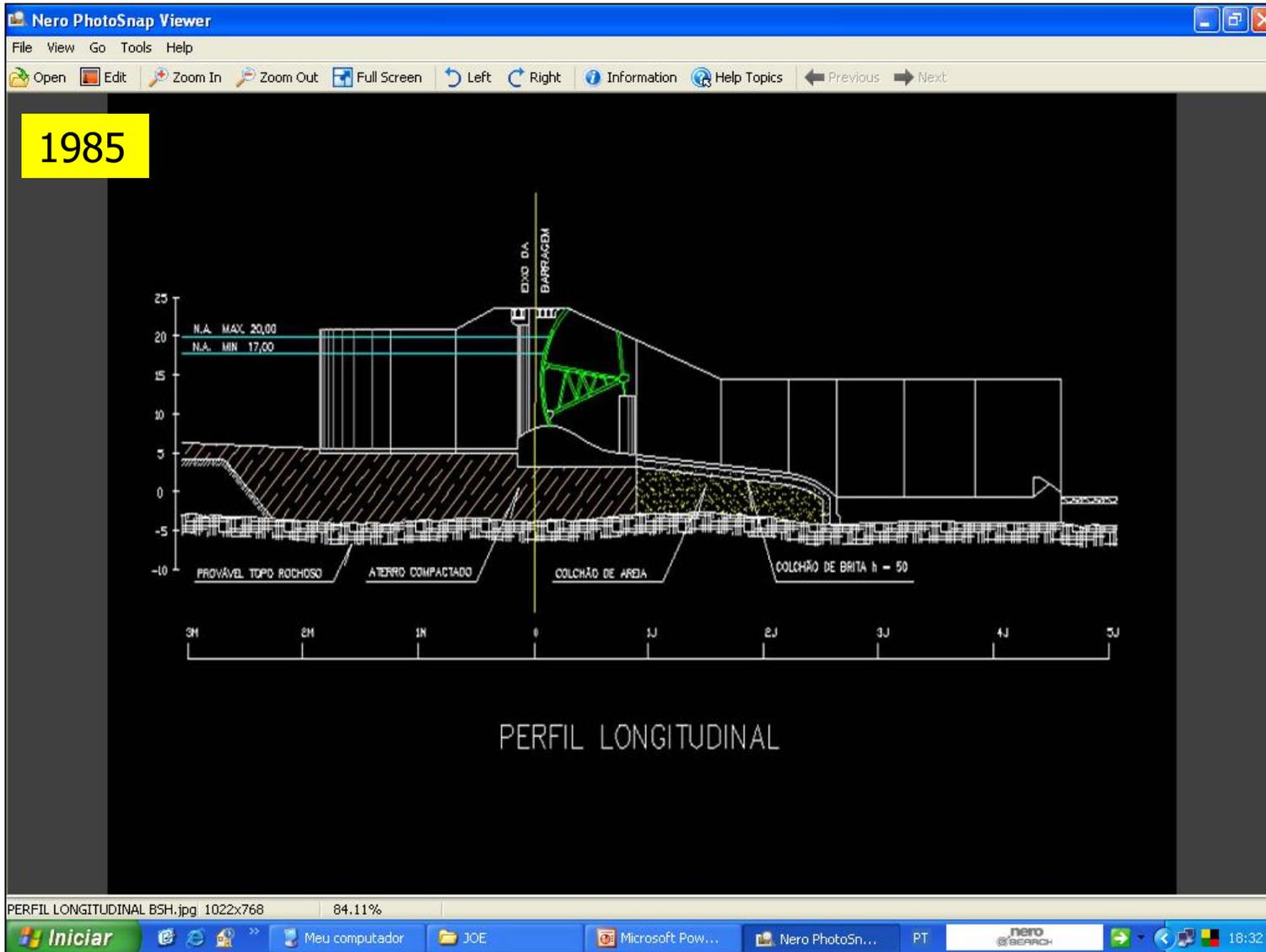
EUCLIDES DA CUNHA (Brazil)

- Dados da Barragem:
 - Local: Rio Pardo
 - H máxima: 56m
 - Comprimento no coroamento: 312m
 - Capacidade do vertedouro: 2040m³/s
 - Capacidade da descarga de fundo: 300m³/s
 - Potência Instalada: 94,8MW
 - Volume da Barragem: 2,2 milhões de m³
- Precipitação: 260mm entre 7:00h do dia 19 às 7:00h do dia 20/01/1977. Concentrou-se em uma área de 1670Km² (86% da BH incremental UHE Caconde / UHE Euclides da Cunha).
- Volume Precipitado: 300 x 10⁶ m³ H médio = 180mm por dia
- Galgamento ocorreu na extremidade direita da crista da barragem que estava 30cm mais baixa.
- O Transbordamento da barragem começou as 20:30h do dia 19/01 e a ruptura às 03:30h do dia 20/01.

BARRAGEM DE SANTA HELENA (BA) - Ruptura em 1985



BARRAGEM DE SANTA HELENA (BA) - Ruptura em 1985



BARRAGEM DE SANTA HELENA (BA) - Ruptura em 1985

1985

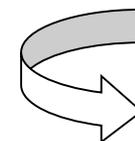


INCIDENTE COM A BARRAGEM AIPIM - BA



Cheia de projeto = 147 m³/s (TR=1.000 anos)
Vazão Afluente = 550 m³/s
Tempo de vertimento = 20 min

Barragem do Aipim - Antonio Gonçalves/Senhor do Bonfim/Pindobaçu



GALGAMENTO PREVISÍVEL? NÃO
GALGAMENTO SEM RUPTURA,
PREVISÍVEL? NÃO

BARRAGEM SANTARÉM

ANTES



DEPOIS



RADIOGRAFIA DA TRAGÉDIA

Mineradora Samarco muda versão e diz que apenas uma das barragens, a do Fundão, se rompeu no dia 5

Barragem do Fundão

Barragem de Santarém



1

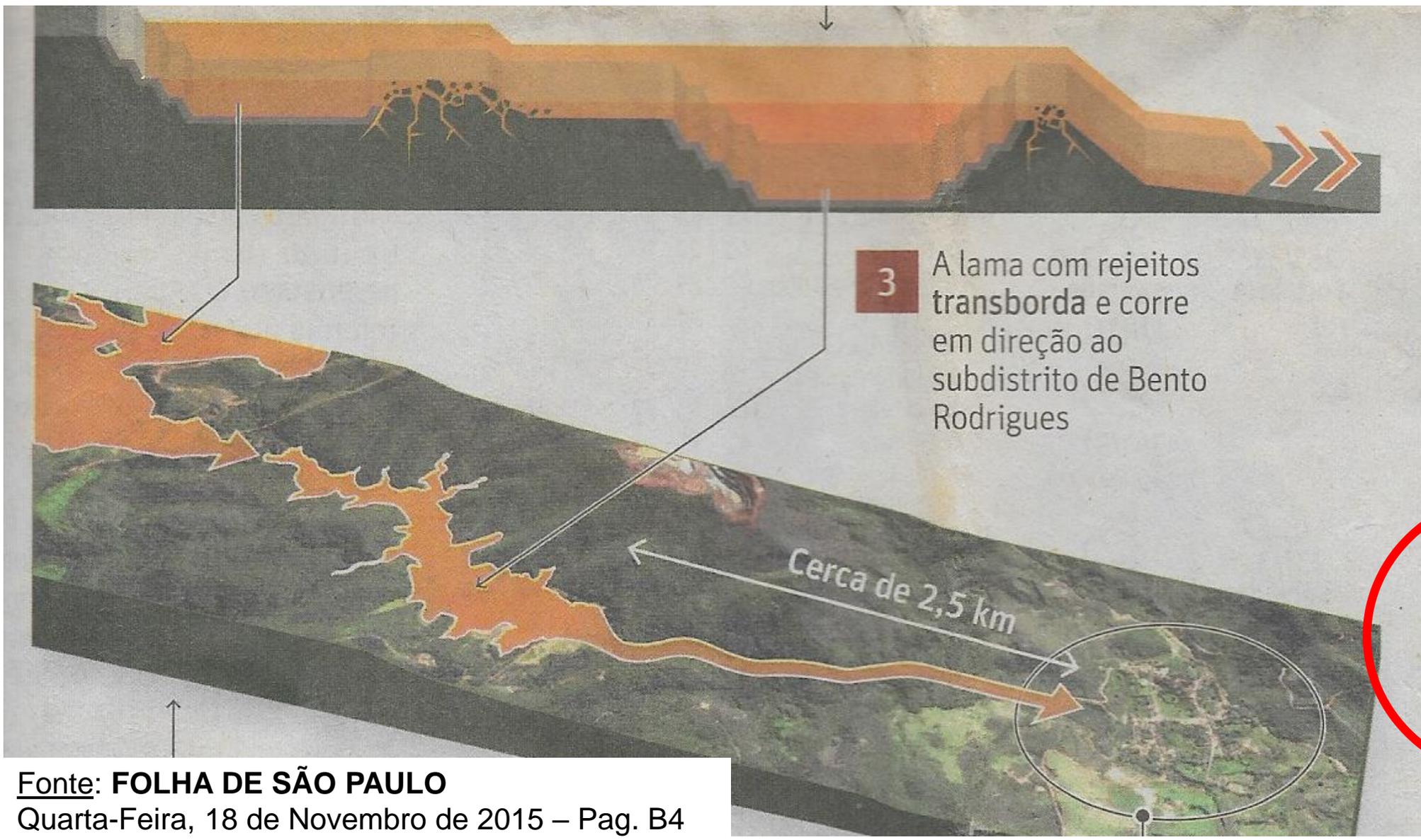
Por volta das 15h do dia último dia 5, a barragem do Fundão, com armazenamento de 55 milhões de m³, se rompeu

2

Em seguida, segundo a Samarco, o volume da barragem do Fundão “invade” a de Santarém

ESCALA DE SEGURANÇA

Índice da ABNT leva em consideração eventuais perdas de vidas humanas, materiais e ambientais



Fonte: **FOLHA DE SÃO PAULO**
Quarta-Feira, 18 de Novembro de 2015 – Pag. B4

DANO SEVERO – BENTO RODRIGUES



ARROMBAMENTO



SANGRABOURO

**NA REGIÃO NORDESTE DO PAÍS, A MAIORIA
APRESENTA PROBLEMAS DE PROJETO,
CONSTRUÇÃO E MANUTENÇÃO.**



RISCO DE GALGAMENTO IMINENTE



RISCO DE GALGAMENTO IMINENTE



RISCO DE GALGAMENTO IMINENTE



RISCO DE GALGAMENTO IMINENTE



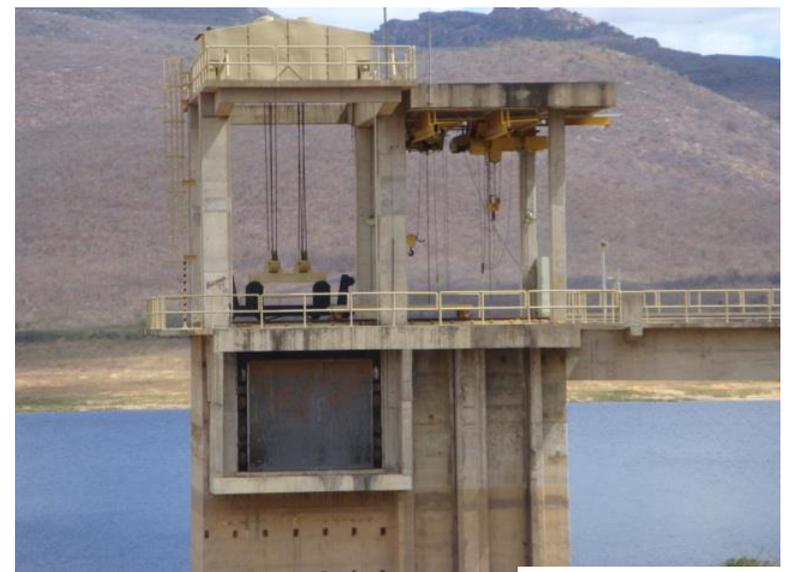
RISCO DE GALGAMENTO IMINENTE







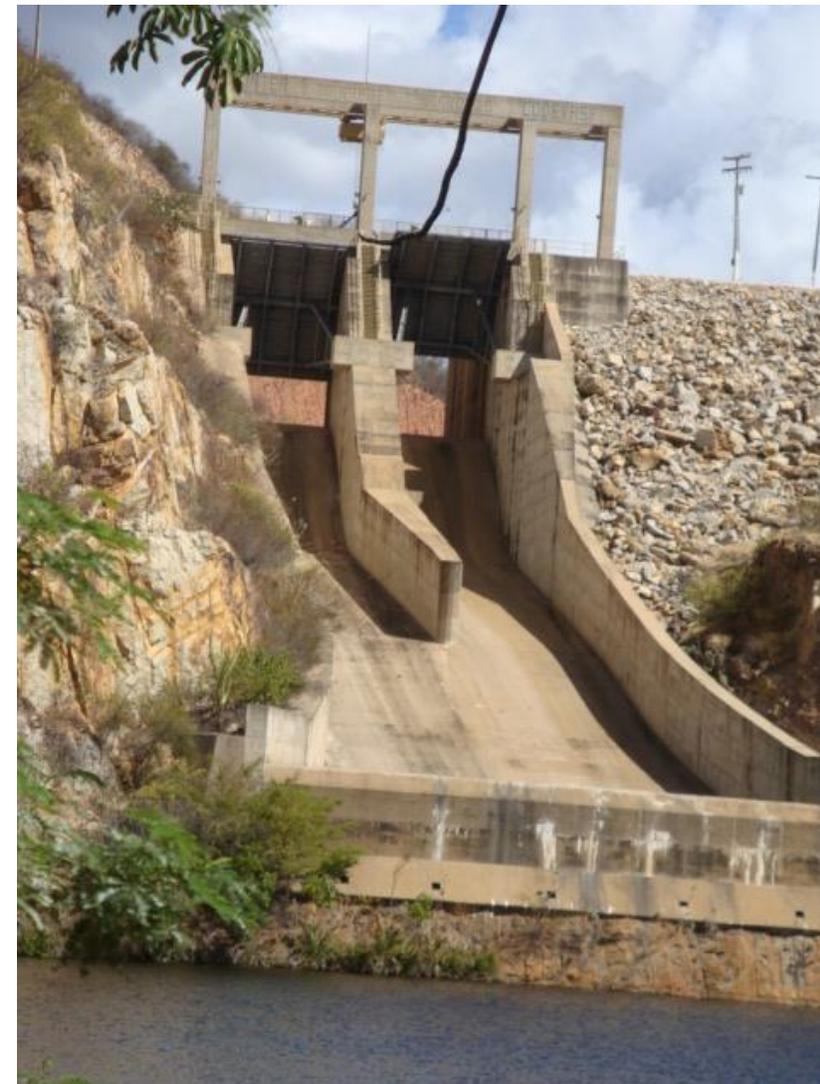
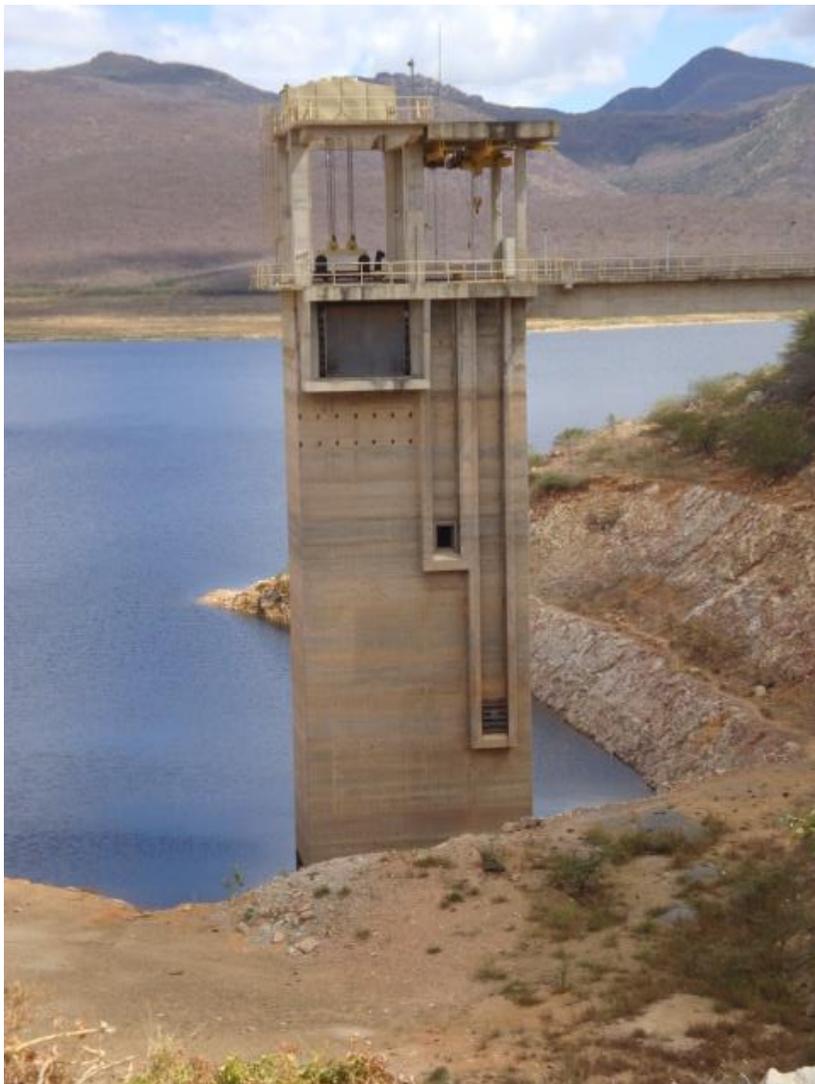
HIDROMECAÑICOS



HIDROMECAÑICOS



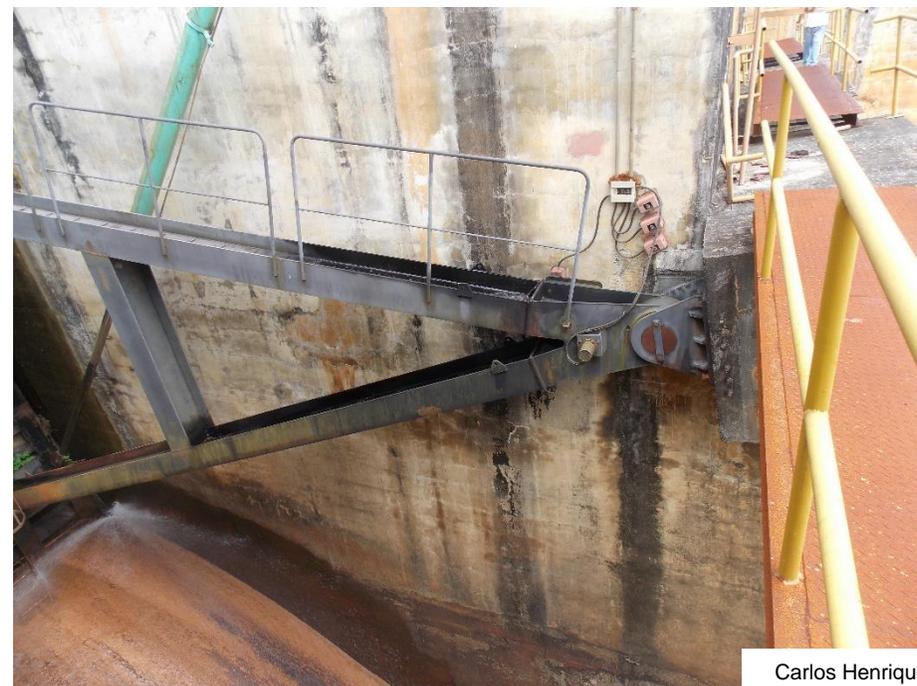
HIDROMECAÑICOS



HIDROMECAÑICOS



HIDROMECAÑICOS



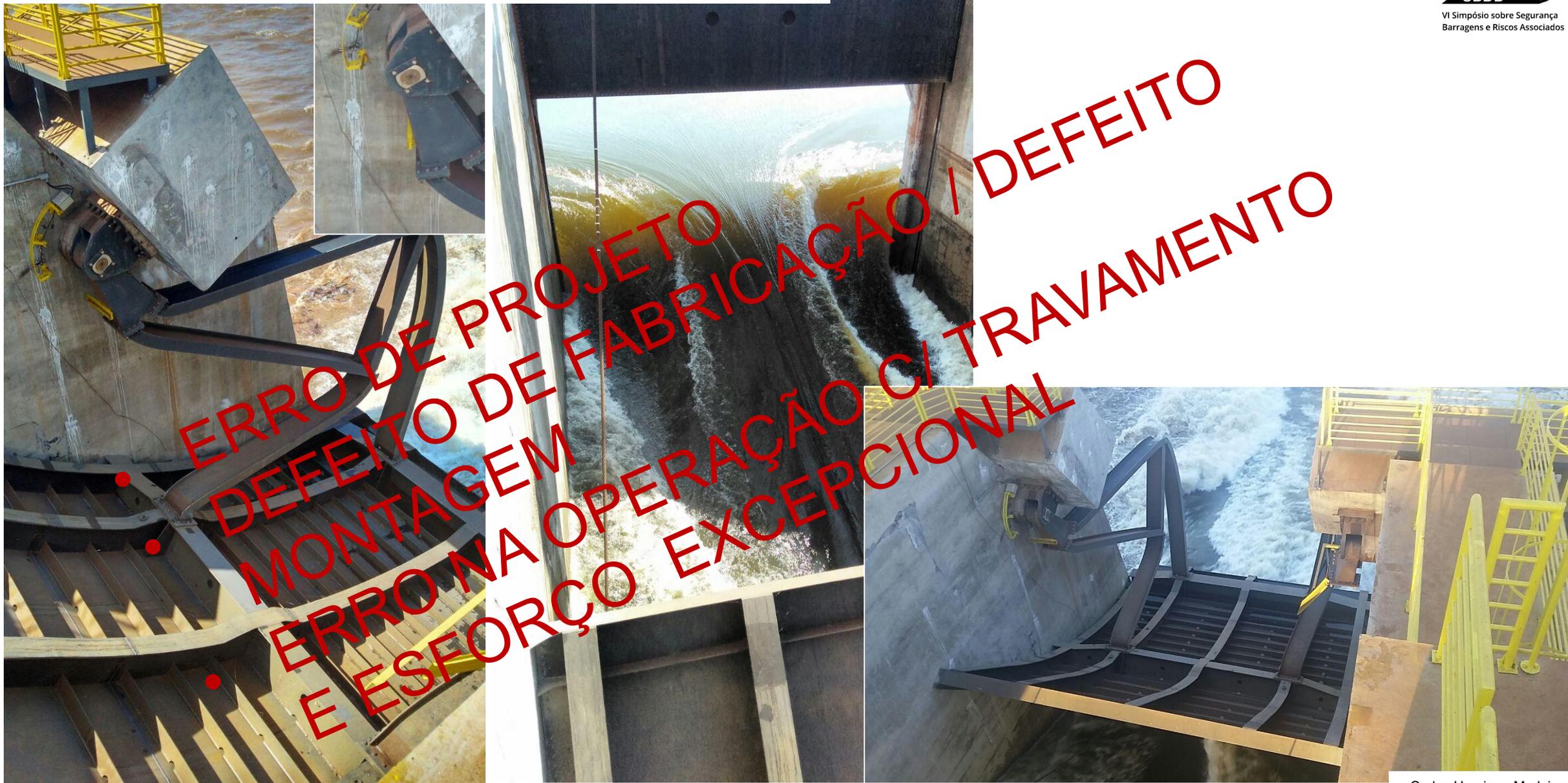
HIDROMECAÑICOS



INCIDENTE C/ HIDROMECAÂNICO



INCIDENTE C/ HIDROMECAÂNICO



ERRO DE PROJETO
DEFEITO DE FABRICAÇÃO / DEFEITO
MONTAGEM
ERRO NA OPERAÇÃO C/ TRAVAMENTO
E ESFORÇO EXCEPCIONAL

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- **TRANSPARÊNCIA E AGILIDADE NA APURAÇÃO DAS CAUSAS DE ACIDENTES:** PARA AGRAVAR AINDA MAIS A NOSSA INDIGNAÇÃO, TODA VEZ QUE OCORRE UM ACIDENTE, OS TRÂMITES LEGAIS (COM SOLUÇÕES DE LONGO PRAZO) MASCARAM E/OU VETAM TODA E QUALQUER INICIATIVA DE IR FUNDO NAS CAUSAS DO ACIDENTE E NOS SEUS PONTOS FRACOS OU OBSCUROS. A INVESTIGAÇÃO TÉCNICA NORMALMENTE CONDUZ PARA UMA ÚNICA VERDADE, QUE DEVE SER ISENTA E IMPARCIAL.
- **TREINAMENTO E CAPACITAÇÃO CONTÍNUA.**

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- OBRIGATORIEDADE DA ELABORAÇÃO DO **PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM – PSB** E **PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA – PAE** (PARA BARRAGEM DE **ALTO** DANO POTENCIAL)
- **MANTER EQUIPE ESPECIALIZADA EM SEGURANÇA DE BARRAGEM**
- NÃO PERMITIR SOLUÇÕES DE CONTINUIDADE NO TRATO DOS PROBLEMAS LIGADOS À MANUTENÇÃO E/OU OPERAÇÃO DE BARRAGEM
- LEMBRAR QUE **BUROCRACIA** NÃO COMBINA COM **SEGURANÇA**.
- ALOCAÇÃO DE RECURSOS MATERIAIS / FINANCEIROS PARA USO NO TEMPO HÁBIL ESTABELECIDO PARA A SOLUÇÃO DO PROBLEMA DE SEGURANÇA.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- A **LEI NO. 12.334/2010** E RESOLUÇÕES DO CNRH, ACRESCIDAS DAS RESOLUÇÕES, PORTARIAS E NOTAS TÉCNICAS PRODUZIDAS PELAS ENTIDADES DE FISCALIZAÇÃO E DE REGULAÇÃO (ANA, ANEEL E ANM), JÁ DEFINEM UM AMBIENTE DE CONTROLE QUE PERMITE O CUMPRIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DA LEI, CONFORME SUA REDAÇÃO ORIGINAL. AS ALTERAÇÕES DEVEM SER DE CARATER EXPLICATIVO E ELUCIDATIVO, FACILITANDO O ENTENDIEMENTO E IMPLEMENTAÇÃO;
- O ACIDENTE DE FUNDÃO NÃO TRADUZ EM NENHUMA HIPÓTESE, A FRAGILIDADE DA **LEI NO. 12.334/2010** E SUAS RESOLUÇÕES;
- OS ACIDENTES SÃO RESULTADOS DO IMENSO PASSIVO DE PROBLEMAS DE MANUTENÇÃO E/OU OPERAÇÃO DE INUMERAS BARRAGENS PROJETADAS E CONSTRUÍDAS, FATO JÁ EVIDENTE E RECONHECIDO, ANTERIORMENTE A PROMULGAÇÃO DA **LEI NO. 12.334/2010**;

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- MAIS RIGOR NA LEGISLAÇÃO NÃO SE TRADUZ EM MAIS SEGURANÇA PARA AS BARRAGENS, NUM AMBIENTE EM QUE **NÃO SE CONSOLIDOU A CULTURA DE SEGURANÇA E IMPORTÂNCIA DA GESTÃO DO RISCO**;
- TEMOS UM DÉBITO COM A SOCIEDADE, NO QUE TANGE AO EFETIVO ESFORÇO DE CAPACITAÇÃO DE PROFISSIONAIS, NECESSARIOS PARA A IMPLEMENTAÇÃO E/OU MONITORAMENTO DO CUMPRIMENTO DA LEGISLAÇÃO VIGENTE;
- NÃO SE FORJA PROFISSIONAIS DE SEGURANÇA DE BARRAGENS **SEM ALOCAÇÃO DE RECURSOS E INVESTIMENTOS**, COM FOCO NO INCENTIVO PARA A CAPACITAÇÃO E TREINAMENTO;
- SÃO MUITAS AS ORGANIZAÇÕES PÚBLICAS, PROPRIETÁRIAS DE BARRAGENS QUE ENFRENTAM DIFICULDADES DE RECEITA PARA REPAROS, RECUPERAÇÃO E MELHORIA DA SEGURANÇA DE SUAS BARRAGENS;

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- A **LEI NO. 12.334/2010**, RESOLUÇÕES DO CNRH, ACRESCIDAS DAS RESOLUÇÕES, PORTARIAS E NOTAS TÉCNICAS JÁ REPRESENTAM UM SÓLIDO E ENORME SUPORTE LEGAL E NORMATIVO QUE EM TESE, PRECISA APENAS SER: OBSERVADO E EXECUTADO;
- EXISTEM GARGALOS ATRIBUIDOS A VERSÃO ATUAL DA **LEI DE LICITAÇÕES NO. 8666**, QUE REGULA A CONTRATAÇÃO DE PROJETOS E OBRAS DE BARRAGENS. ESSES EMPREENDIMENTOS, PARA A SUA CONSECUÇÃO, DEMANDAM A COMPROVAÇÃO DE EXPERIÊNCIA TÉCNICA DE EMPRESAS E PROFISSIONAIS, A FIXAÇÃO DE PREÇOS E PRAZOS EXEQUÍVEIS; SOB PENA DE COMPROMETIMENTO DA QUALIDADE E SEGURANÇA DESSAS ESTRUTURAS;
- **QUALIDADE = SEGURANÇA**



VI Simpósio sobre Segurança
Barragens e Riscos Associados

**MUITO OBRIGADO
PELA ATENÇÃO!**

Carlos Henrique Medeiros
chmedeiros@terra.com.br