

## O ROMPIMENTO DE BARRAGENS NO BRASIL E NO MUNDO: DESASTRES MISTOS OU TECNOLÓGICOS?

O rompimento de barragens é uma modalidade de desastres consideravelmente recorrente na história da humanidade. Dois são os principais fatores que podem ser apontados como causa primária desse evento: o advento de um fenômeno natural intenso responsável por abalar a estrutura da barragem ou o mau planejamento dessa estrutura que independentemente de fatores externos entra em colapso em razão dos erros de cálculos dos engenheiros.

Quando ocorre o primeiro dos fatores apontados acima (fenômeno natural) pode-se classificar o rompimento como um desastre misto, ao passo que na ausência de força externa classifica-se como desastre tecnológico.

O desastre misto ocorre quando há uma somatória entre forças da natureza e falhas na tecnologia humana como causa primária de um desastre. É o que ocorre quando grandes tempestades ou terremotos contribuem significativamente para o rompimento de uma barragem. Já o desastre tecnológico deriva exclusivamente de uma falha na tecnologia humana implantada, é o caso do rompimento de barragens que entram em colapso ao receberem o volume de água para o qual foram planejadas.

No Brasil o rompimento de barragens de rejeitos minerários é o mais recorrente, no entanto, na Europa, Ásia e América do Norte, muitas barragens de água, voltadas a melhorar o abastecimento humano, se romperam no último século.

LOCAL	DATA	NOME DA BARRAGEM	TIPO DE BARRAGEM	DANOS CAUSADOS	CAUSA PRIMÁRIA
Los Angeles (EUA)	12/03/1928	St. Francis	Barragem de água para abastecimento.	450 óbitos	Colapso das fundações da barragem e deslizamentos de terra provocados pela pressão do volume de água para a qual foi planejada. (falhas exclusivamente tecnológicas)
Riviera Francesa (FRA)	2/12/1959	Malpasset	Barragem de água para abastecimento.	Mais de 420 óbitos.	Pressão excepcional de água proveniente de chuvas torrenciais, composição da rocha da margem esquerda e falha geológica a uma curta distância do rio abaixo. (falhas tecnológicas somadas a eventos naturais extremos).
Dolomitas (ITA)	9/10/1963	Vajont	Barragem de água para geração de energia.	Entre 2000 e 2600 óbitos.	A barragem não se rompeu mais houve um vazamento de água gigantesco provocado por um deslizamento de 260 milhões de m <sup>3</sup> de terra e rochas que atingiu as águas da barragem, causando uma onda de 250 metros que varreu o vale abaixo. (falhas tecnológicas somadas a eventos naturais extremos).
Idaho (EUA)	5/6/1976	Teton	Barragem de água para diversos	11 óbitos	Infiltração e crateras na extremidade direita da barragem, causadas por erros

			propósitos, inclusive proteção contra enchentes.		de engenharia. Como o desastre foi previsto com horas de antecedência as cidades situadas abaixo, Wilford e Rexburg, foram evacuadas, o que reduziu consideravelmente o número de mortes. (falhas exclusivamente tecnológicas)
Marinduque (FIL)	24/3/1996	Mogpog	Barragem de rejeitos de minério.	Não houve mortes diretas, mas pouco tempo depois pessoas apresentaram doenças relacionadas ao lixo tóxico, dentre as quais várias vieram a óbito. O Rio Boac foi contaminado e considerado sem vida, centenas de pessoas ficaram desabrigadas.	(Sem informações).
Província de Henan (CHN)	8/8/1975	Banqiao	Barragem de água para controlar enchentes e gerar eletricidade.	25 mil óbitos pela enchente e 135 por consequências posteriores.	O tufão Nina gerou uma tempestade de período de retorno de 2 mil anos e foi responsável pelo colapso da barragem de Banqiao, Shimantan e um complexo de 62 barragens menores. (causas naturais e tecnológicas) OBS: Conforme Brown, o hidrólogo Chen Xing havia alertado para a necessidade da introdução de 12 portas eclusas na barragem, mas apenas 5 foram adotadas.
Quebec (CAN)	19/7/1996	Há!Há!	Barragem de água.	Entre 7 e 10 óbitos. 16 mil pessoas foram evacuadas, 488 casas destruídas.	Chuvas torrenciais entre 18 e 21 de julho elevaram o nível das águas do lago “Há!Há!”, mesmo com a liberação do excedente de água o dique leste do lago rompeu e os escombros foram arrastados atingindo uma vila inteira. (causas naturais e estruturais)
New Orleans (EUA)	De 23/0/2005 a 30/8/2005	Sistema federal de diques.	Barragem de água	1836 óbitos e 705 desaparecidos em decorrência do furacão Katrina, especificamente em função do rompimento dos diques não há informações.	A passagem do furacão Katrina, o sexto mais forte já registrado, causou o rompimento do sistema federal de diques em New Orleans, o que resultou na inundação de 80% da cidade. Alertas precoces sobre o furacão resultaram na evacuação de milhares de pessoas, reduzindo consideravelmente o número de mortes, no entanto, muitos moradores não conseguiram deixar o local o vieram a óbito. (causas naturais e estruturais)

Virgínia (EUA)	26/02/1972	Barragem 3 da Companhia Pittson Coal.	Barragem de resíduos líquidos.	125 mortos, 1.121 feridos, aproximadamente 4.000 desabrigados.	No dia 22 de fevereiro a barragem 3 havia sido inspecionada e considerada “satisfatória”, no entanto, quatro dias depois, com o advento de fortes chuvas a barragem se rompeu, lançando 500 milhões de resíduos líquidos de carvão sobre os habitantes de Buffalo Creek Hollow. (falhas tecnológicas e fenômenos naturais).
Andaluzia (ESP)	25/09/1998	Barragem da Boliden.	Barragem de resíduos de zinco, ferro e cádmio.	Danos ambientais de longo prazo. Mortandade de peixes e poluição do rio Guadiana.	Falhas estruturais foram constatadas anos antes por um relatório encomendado pela Boliden, no entanto providências não foram tomadas e a barragem veio a colapso. Brown assevera que provavelmente a causa da negligência foi uma relação de custo benefício, já que as multas por poluição ambiental na Espanha eram irrisórias. (BROWN; et al, 2012)

Analisando-se os desastres ocorridos no exterior verifica-se a grande importância dos sistemas de alerta precoce, os quais são capazes de proporcionar a evacuação dos locais atingidos e consequentemente mitigar o dano ambiental reflexo mais irreversível, qual seja: a morte.

Dentre os fatores de vulnerabilização a esses eventos estão as legislações negligentes (multas irrisórias, regulamentação precária), a corrupção dos agentes públicos, bem como fatores naturais, como solos instáveis e ausência de planejamento e tecnologias adequadas nas construções.

No Brasil o número de barragens rompidas nos últimos anos também é alarmante, principalmente no Estado de Minas Gerais, onde 6 barragens se romperam nos últimos 15 anos.

LOCAL	ANO	NOME	TIPO	DANOS CAUSADOS
Itabirito	1986	Barragem de Fernandinho	Barragem de rejeitos minerários.	7 óbitos
Nova Lima	2001	Barragem de Macacos	Barragem de rejeitos minerários.	5 óbitos
Cataguases	2003	Barragem em Cataguases	Barragem de rejeitos industriais.	Contaminação do rio Paraíba do Sul, mortandade de animais e peixes e interrupção do abastecimento de água de 600.000 pessoas.
Miraí	2007	Barragem da Rio Pomba/Cataguases	Barragem de rejeitos minerários.	Mais de 4000 pessoas desabrigadas ou desalojadas.
Itabirito	2014	Barragem da Herculano.	Barragem de rejeitos minerários.	3 óbitos.
Mariana	2015	Barragem Fundação	Barragem de rejeitos	19 óbitos, 8 desaparecidos 600 desabrigados ou desalojados,

			minerários.	interrupção do abastecimento de água de milhares de pessoas e poluição do rio São Francisco e do mar no ES, interrupção da atividade pesqueira e afetação ao Turismo em Regência/ES.
Mariana	2015	Barragem Santarém	Barragem de rejeitos minerários.	19 óbitos, 8 desaparecidos 600 desabrigados ou desalojados, interrupção do abastecimento de água de milhares de pessoas e poluição do rio São Francisco e do mar no ES, interrupção da atividade pesqueira e afetação ao Turismo em Regência/ES.

O pesquisador aposentado do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) e da UFAL - Universidade Federal do Alagoas, Luiz Carlos Molion, assevera que uma das razões da maior vulnerabilidade de Minas Gerais a esse tipo de desastre advém das características peculiares do solo local:

Aquela região contém muitas cavernas; então, na medida em que vai se depositando água, ela cria pressão e o terreno vai acomodando -- o que produz pequenos abalos sísmicos, inferiores a 2 na escala Richter. Isso vai mexendo na estrutura. E nessa época do ano, aquela região recebe maior intensidade de chuva. Essa combinação de fatores causa um desastre. (MOLION, 2015)

Com relação ao restante do país, Molion sustenta que a ausência de estudos consistentes de sondagem e de inspeção contínua das obras contribuiu significativamente para o cenário recorrente de colapso de barragens. Fora de Minas Gerais 4 barragens romperam nos últimos 12 anos.

LOCAL	DATA	NOME	TIPO	DANOS CAUSADOS
Alagoa Nova (PB)	2004	Camará	Barragem de água.	5 óbitos e aproximadamente 3 mil pessoas desabrigadas ou desalojadas.
Vilhena (RO)	2008	Apertadinho	Barragem de água para geração de energia.	Danos ambientais variados (assoreamento de rios, erosão do solo, entre outros).
Cocal e Buriti dos Lopes (PI)	2009	Algodões	Barragem de água.	Entre 9 e 24 mortos e aproximadamente 2000 pessoas ficaram desabrigadas ou desalojadas.
Laranjal do Jari (AP)	2014	Santo Antônio	Barragem de água para geração de energia.	4 óbitos.

A vulnerabilidade do Estado de Minas Gerais também é explicada pela maior exploração de atividade minerária, a qual necessita dessas estruturas em seu processo produtivo. Contemporaneamente existem 754 barragens em Minas Gerais, sendo 317 delas de rejeitos minerários.

Esse tipo de desastre traz muitas vezes uma combinação de fatores como sua causa primária. Em inúmeros dos casos supracitados o colapso da estrutura da barragem decorreu do advento de um fenômeno natural de intensidade inesperada, como terremotos, tufões, furacões ou grandes tempestades.

Nesses casos em que fenômenos naturais intensos extraordinários contribuem para o rompimento das barragens podemos classificar os eventos como desastres mistos, no entanto, quando os eventos naturais responsáveis por essa “contribuição” são corriqueiros, como chuvas de intensidade anual, tremores de terras com incidência recorrente, e inundações ordinárias, o evento deve ser classificado como tecnológico, pois a estrutura da barragem deve ser apta a suportar as oscilações naturais do ambiente em que se insere.

A solução para mitigar os riscos desses eventos é a implantação de uma fiscalização periódica mais rigorosa e a adoção de estudos e técnicas estruturais mais eficientes. Quanto à redução dos danos, mostra-se necessária a implantação de medidas preventivas como a instalação de sistemas de alerta precoce e de estruturas hábeis a resistir aos impactos nos locais possivelmente atingidos em caso de rompimento.

## REFERÊNCIAS

BROWN, David. et al. **501 Desastres mais devastadores de todos os tempos**. Trad. Catharina Pinheiro. 1ª edição brasileira. São Paulo: Editora Lafonte, 2012.

Portal Estado de Minas. **Minas tem quase 100 barragens sem fiscalização**. Disponível em: <[http://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2015/11/17/interna\\_gerais,708767/minas-tem-quase-100-barragens-sem-fiscalizacao.shtml](http://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2015/11/17/interna_gerais,708767/minas-tem-quase-100-barragens-sem-fiscalizacao.shtml)>. Acesso em 08 dez. 2015.

Portal R7 Notícias. **Minas tem 29 barragens em risco, aponta relatório: estudo divulgado em 2014 classifica represas que se romperam em Mariana como inseguras**. Disponível em: <<http://noticias.r7.com/minas-gerais/minas-tem-29-barragens-em-risco-aponta-relatorio-12112015>>. Acesso em 08 dez. 2015.

UOL Notícias. **O que se sabe sobre o rompimento das barragens em Mariana (MG)**. Disponível em: <<http://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2015/11/06/o-que-se-sabe-sobre-o-rompimento-das-barragens-em-mariana-mg.htm>>. Acesso em 08 dez. 2015.

UOL Notícias. **Mortes, danos ambientais e sequelas marcam tragédias com barragens no país**. Disponível em: <<http://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2015/11/06/mortes-danos-ambientais-e-sequelas-marcam-tragedias-com-barragens-no-pais.htm>>. Acesso em 08 dez. 2015.