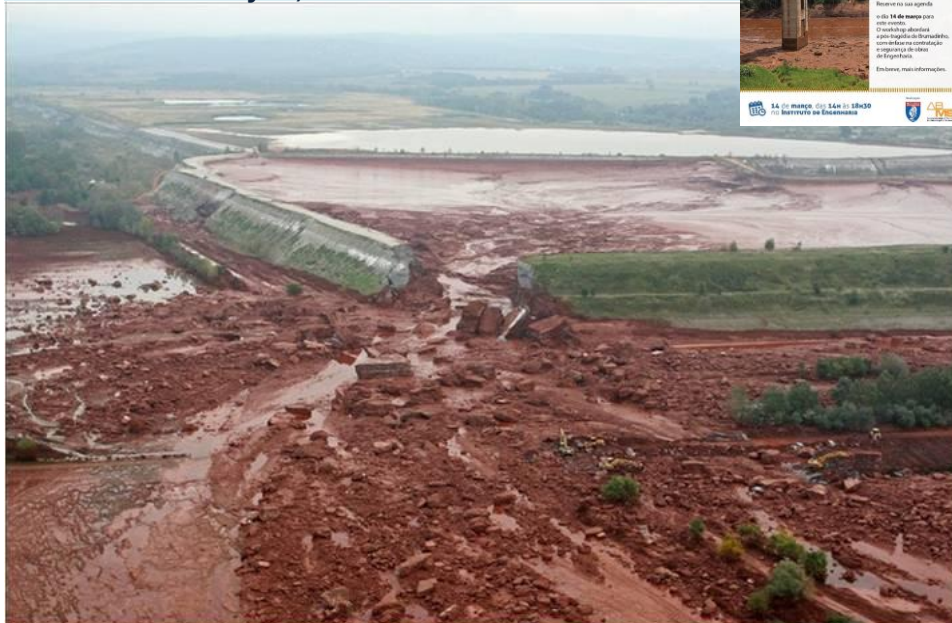


Barragens Rejeitos Eventos Anteriores Alberto Sayão, PUC-Rio



Histórico. Segurança Barragens Rejeitos

05 Nov 2015: Ruptura - Fundão, Mariana

- 1) 27 Nov 2015. CBDB - P.Alegre
- 2) 10 Dez 2015. CE - Rio Janeiro
- 3) 09 Mar 2016. IE - S.Paulo
- 4) 23 Jun 2016. ABMS: FEUP Portugal
- 5) 19 Jul 2016: CREA-BA
- 6) 04 Nov 2016. PUC-Rio

25 Jan 2019: Ruptura - C.Feijão, Brumadinho

- 7) 28 Jan 2019: UFBA
- 8) 28 Fev 2019: CREA-TO
- 9) 14 Mar 2016. IE - S.Paulo

~1000 participantes (total)



ANE



CBDB



CE

BARRAGENS REJEITOS ACIDENTES COM MORTES

ANO	BARRAGEM/ PAÍS	Nº DE MORTES
1965	El Cobre Dam, Chile	MAIS DE 200
1966	Mir Mine, Bulgária	488
1966	Aberfan, UK	144
1970	Mufulira, Zambia	89
1972	Buffalo Creeck, USA	125
1974	Bafokeng, South Africa	12
1978	Arcturus, Zimbabwe	1
1981	Ages, USA	1
1985	Stava, Italy	269
1986	Huangmeishan, China	19
1986	Fernandinho, Brasil	7

ACIDENTES Barragem de Rejeitos.

- Mariana não foi um caso isolado. Anualmente ocorrem 2 acidentes sérios c/ barragens rejeitos no mundo.



Barragens. Acidentes

A segurança das barragens brasileiras

ALBERTO SAYÃO

As obras de engenharia devem sempre considerar os efeitos de chuvas intensas. E as barragens não são exceções

Os acidentes na engenharia brasileira

ALBERTO SAYÃO

Não há obra 100% segura. A questão é: qual o nível de risco aceitável? Quanto a sociedade aceita arriscar para economizar recursos?

- Baixo Risco, Dano Potencial Alto!?

Barragens de rejeitos, Risco Acidentes:

Água, Problemas drenagem, instabilidade:

. Liquefação, Alçamento p/ Montante.

Risco de Ruptura = Probab x Consequência (impactos, danos)

Aumento Risco Ruptura: **20x**/30 Anos (J.Pimenta de Avila):

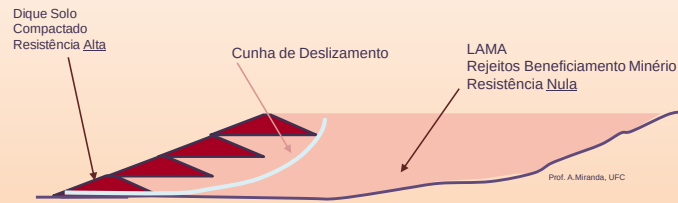
Evolução Risco Ruptura

. Aumento Altura (barragens > 300m): **2x**/30 Anos

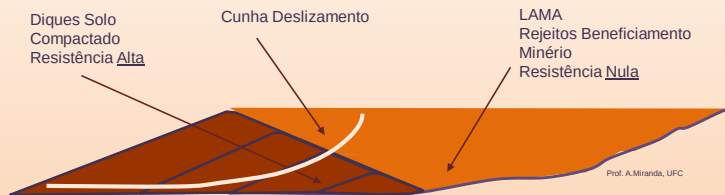
. Aumento Volume reservatórios: **10x**/30 Anos



Barragem de Rejeitos Alteamento a Montante

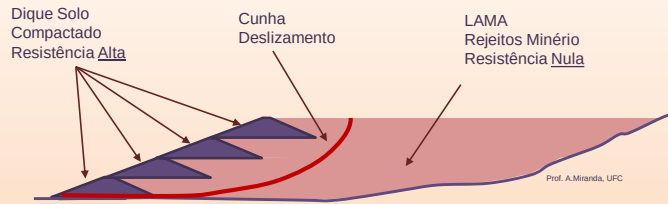


Barragem de Rejeitos Alteamento a Jusante



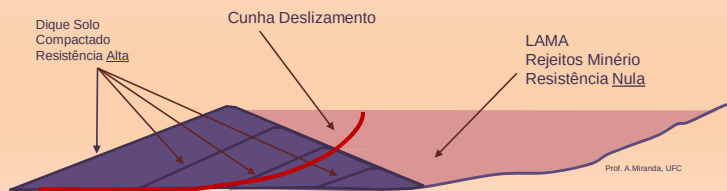
Barragem de Rejeitos Alteamento a Montante

Menor Risco Ruptura,
Maior Custo



Barragem de Rejeitos Alteamento a Jusante

Menor Custo,
Maior Risco Ruptura



Fundão. Relatório Final MP-MG:

Liquefação de rejeitos causou o rompimento de barragem

O TEMPO

Liquefação. Conforme o inquérito, uma série de irregularidades e negligências da Samarco provocou a liquefação, quando os rejeitos sólidos que dão sustentação aos diques se tornam líquidos. Sete pontos foram destacados, dentre eles equipamentos de medição que não estavam funcionando, sobrecarga e realização de alteamentos em curto espaço de tempo. Em um mês, a barragem foi elevada em 2,5 metros, o que não é usual.

O perito Otávio Guerra destaca ainda falhas na drenagem. “O que intriga é que em 2014 a drenagem da barragem recolhia 293 mil litros de água por hora. Um ano depois, com um número maior de rejeitos, o volume diminuiu em vez de aumentar. Isso já era um sinal de falhas na drenagem”, afirmou.

Sem funcionários, barragem que ruiu ficou 10 dias sem monitoramento

ESTÊVÃO BERTONI
DE SÃO PAULO

Fundão. Relatório Final MP-MG:



O relatório final do Ministério Público de Minas Gerais sobre o desastre de Mariana confirma que a causa principal para o ocorrido foi o descaso da empresa Samarco, responsável pela represa de dejetos de mineração.

Fundão. Relatório Final MP-MG:

. A principal causa do rompimento da barragem foram as ampliações sem o devido preparo;

O ritmo normal de ampliação é de 9m/ano;

antes do desastre a taxa de alteamento era mais de 12m/ano;

. O relatório destaca que a empresa já sabia de rachaduras na estrutura..

O Relatório do MP-MG não revela detalhes técnicos.



Fundão Tailings Dam Review Panel

Report on the Immediate Causes of the Failure of the Fundão Dam

Panel:

Norbert R. Morgenstern (*Chair*)
Steven G. Vick
Cássio B. Viotti
Bryan D. Watts

August 25, 2016

Fundão Tailings Dam Review Panel



- serious construction flaws in the base drain and filters, not repaired;
- the most important element of the original design became inoperative.

Fundão Tailings Dam Review Panel

The Slope Incident (August 2014)

on August 27, 2014 a series of cracks, more extensive than anything that had occurred the previous year, were discovered that extended behind the dam crest, emerged at the toe, and encompassed most of the slope



CONCLUSIONS

Basic causes of the Fundão Incident:
deficiencies in Engineering & Operation practices.

Acidentes. Resumo:

Morgenstern (2018)

Basic Causes of Tailings Incidents

Name	Year	Place	Basic Causes		
			Engineering	Operations	Regulators
Tyrone	1980	New Mexico, USA	✓		
Ok Tedi	1984	Papua New Guinea	✓		
Stava	1985	Italy			✓
Omai	1995	Guyana	✓		
Golden Cross	1995	New Zealand	✓		
Marcopper	1996	Philippines	✓		
El Porco	1996	Bolivia	✓		
Pinto Valley	1997	Arizona, USA	✓	✓	
Los Frailes	1998	Spain	✓		
Inez	2000	Kentucky, USA	✓	✓	
Kingston	2008	Tennessee, USA	✓		
Keephills	2008	Alberta, Canada	✓		
Obed	2013	Alberta, Canada		✓	✓
Mount Polley	2014	British Columbia, Canada	✓	✓	
Samarco/ Fundao	2015	Minas Gerais, Brazil	✓	✓	

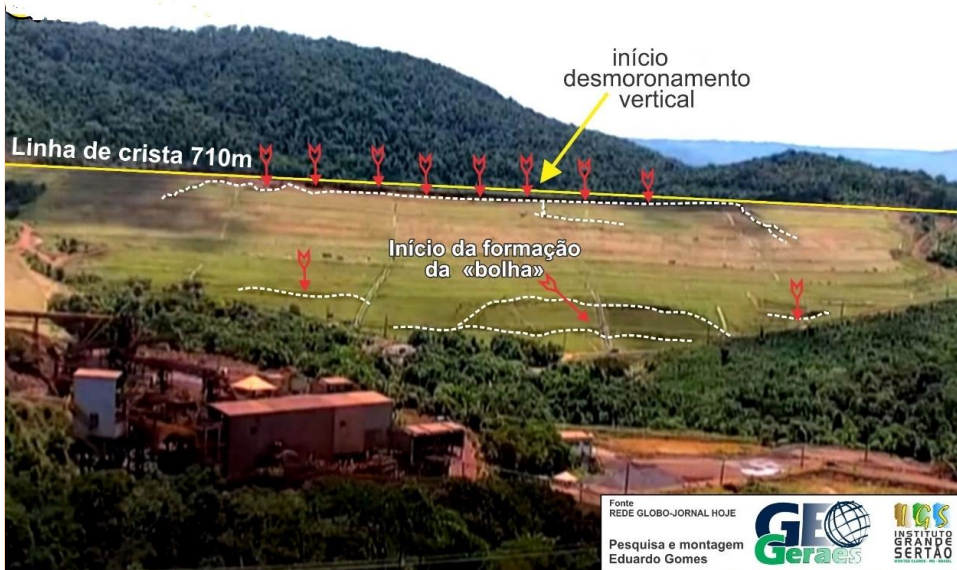


barragem da Vale em Brumadinho



ANÁLISE EM SEQUÊNCIA DA DINÂMICA DE ROMPIMENTO
DA BARRAGEM DE REJEITOS B1 - MINA FEIJÃO

25/01/2019 12:28:27 Sex

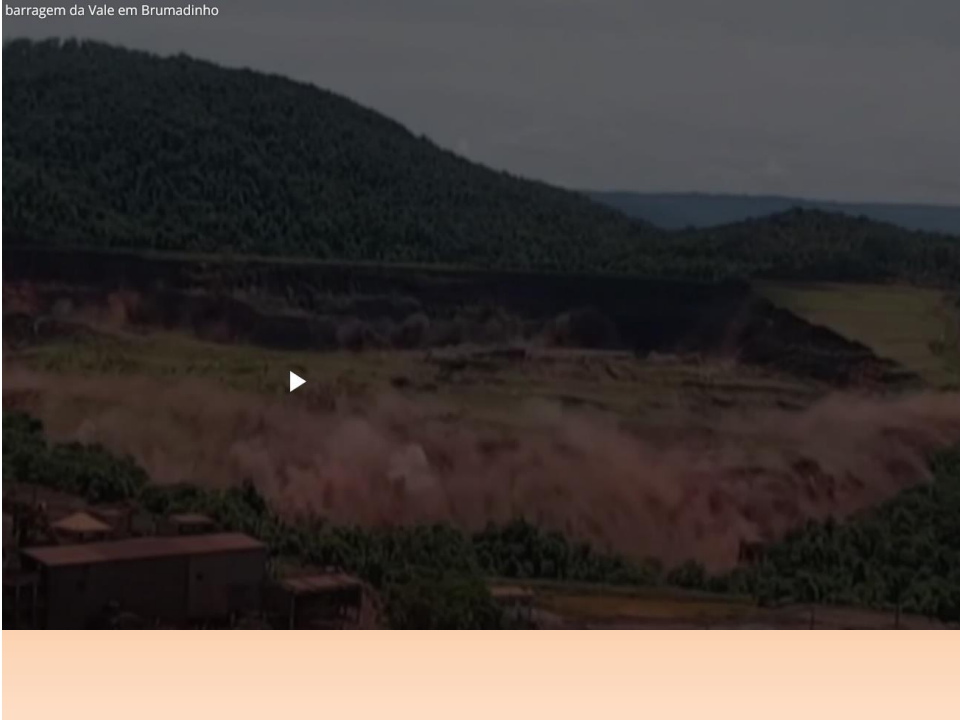


Fonte:
REDE GLOBO-JORNAL HOJE

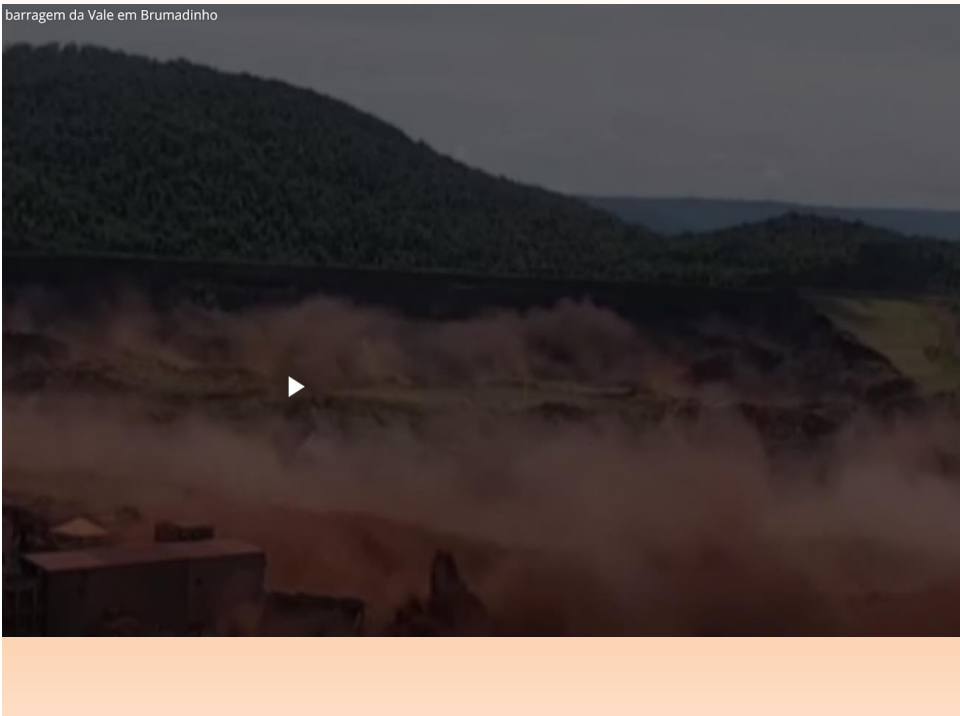
Pesquisa e montagem:
Eduardo Gomes



barragem da Vale em Brumadinho



barragem da Vale em Brumadinho



barragem da Vale em Brumadinho





Questões, Sayão & Miguez, Revista FOG Mar 2016:

- . Como pode uma barragem ser declarada segura em julho, e romper subitamente em novembro?
- . Bento Rodrigues estava em local inadequado?
- . As investigações do acidente em Mariana seguem sigilosas, sem data para conclusão, a cargo de técnicos contratados pela própria Samarco e a polícia.
- . Há um estudo técnico para determinar as causas, conduzido por entidade independente?

Comentários, Sayão & Miguez, Revista FOG, Mar 2016:

- . O governo deveria indicar uma comissão oficial, com peritos isentos, para estudar o acidente e produzir laudo técnico fundamentado, com ampla divulgação.
- . Silêncio e omissão geram descrença sobre a lisura do laudo.
- . A demora traz danos à imagem da nossa eng. barragens, capaz de grandes projetos e obras.
- . O DNPM, órgão do Min.Minas Energia, conta 663 barragens rejeitos no país, sendo mais de 300 em MG. Para fiscalizá-las, o órgão estadual tem 9 fiscais e um carro!

Sugestões

Mais segurança: Novas técnicas Rejeitos:

- . Desaguamento, Filtro Prensa: pilhas,
- . reuso: tijolos, blocos.
- . Banir barragens p/ montante, c/ técnica atual.

Disposição em bolsas geotêxtil não tecido.

- . Monitoramento automático.
- . Autor do laudo deve reportar direto ao CEO da mina.



Resolução N. 4 ANM 15 Fev 2019 - sugestões:

. Prazos curtos projetos e obras descomissionamento:
Definir caso a caso.

. A contenção por jusante pode ser inviável (geometria).

. obras para Montante:

variabilidade das condições de estabilidade:

Análises probabilística e determinística?

Declaração Condição de Estabilidade (DCE),

Portaria DNPM 70.389, Maio 2017.

Conclusão**Barragem de água:**

construída em poucos anos; é o principal ativo das empresas.

Barragem de rejeito:

construída em décadas, por diferentes equipes; é o principal passivo das empresas.

([Jerson Kelman](#), 2019).

sayao@puc-rio.br