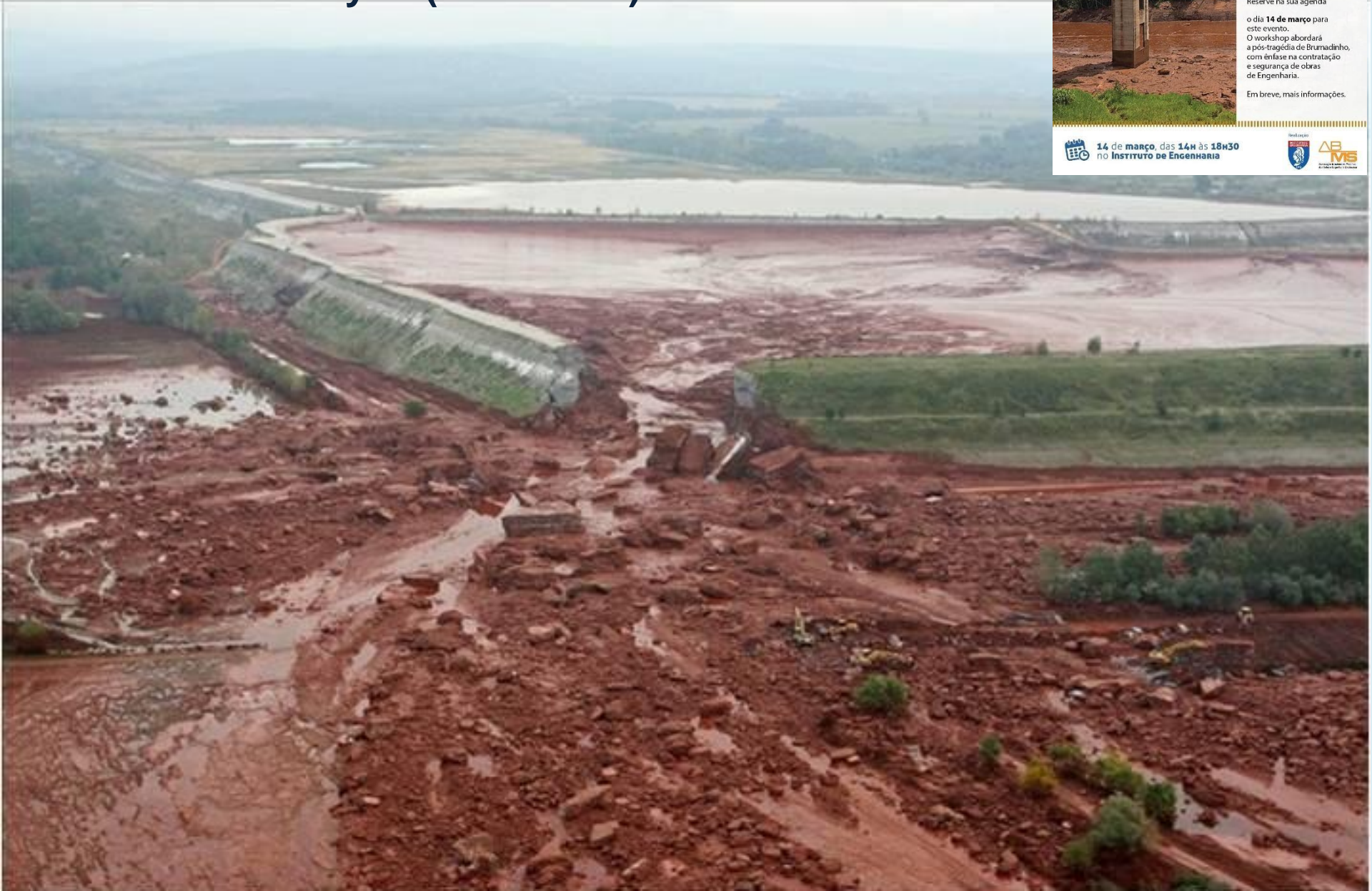


# Barragens Rejeitos Eventos Anteriores Alberto Sayão (MAR 2019)



Workshop

## MOMENTO ATUAL DA ENGENHARIA BRASILEIRA E A TRAGÉDIA DE BRUMADINHO

Reserve na sua agenda  
o dia **14 de março** para  
este evento.  
O workshop abordará  
a pós-tragédia de Brumadinho,  
com ênfase na contratação  
e segurança de obras  
de Engenharia.  
Em breve, mais informações.

14 de março, das 14h às 18h30  
no INSTITUTO DE ENGENHARIA



# 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

*~1000 participantes (total)*



**ANE**



**CE**

**BARRAGENS REJEITOS  
ACIDENTES COM MORTES**

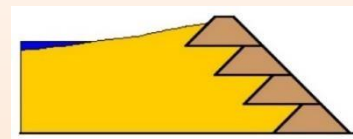
<b>ANO</b>	<b>BARRAGEM/ PAÍS</b>	<b>Nº DE MORTES</b>
<b>1965</b>	<b>El Cobre Dam, Chile</b>	<b>MAIS DE 200</b>
<b>1966</b>	<b>Mir Mine, Bulgária</b>	<b>488</b>
<b>1966</b>	<b>Aberfan, UK</b>	<b>144</b>
<b>1970</b>	<b>Mufulira, Zambia</b>	<b>89</b>
<b>1972</b>	<b>Buffalo Creeck, USA</b>	<b>125</b>
<b>1974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



## Barragens de rejeitos: Risco Acidentes:

Instabilidade: Água: Problemas Drenagem:

. Liquefação, Alçamento p/ Montante.



Evolução Risco de Acidentes:

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

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

. **Risco Ruptura = PR x Consequência: 20x** / 30 Anos

**RISK**  
O RISCO TENDE A AUMENTAR  
**20 VEZES A CADA 30 ANOS**

# 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**



## 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 “Final” não revela detalhes técnicos.







# The New York Times

Business Opinion Tech Science Health Sports Arts Books Style Food

Ill Processing': Joy  
Nesley's apartment.



**Listen to 'The Argument'**  
Opinion columnists debate Medicare  
for all and abortion.



**In the 'At War' News**  
Journal entries from v  
friends were still alive



**BRAZIL DAM COLLAPSE**

## A Tidal Wave of Mud

ragem

A mining dam collapsed and buried at least 150



Imagens de segurança revelam detalhes sobre o rompimento da barragem da Vale em Brumadinho

Pais

---

# INÍCIO DE UMA TRAGÉDIA

Imagens de câmeras de segurança revelam detalhes sobre o rompimento da barragem da Vale em Brumadinho

---





Linha de crista 710m

início  
desmoronamento  
vertical

Início da formação  
da «bolha»

Fonte  
REDE GLOBO-JORNAL HOJE

Pesquisa e montagem  
Eduardo Gomes



















**5 mil litros de água  
para injeção durante a  
perfuração**



Edifícios administrativos da Vale, refeitório, etc

posição das equipes de perfuração

Google Earth



# Projeto de expansão das minas da Vale em Brumadinho

Plano previa explosões e uso de veículos pesados

Laudo da consultoria Tüv Süd **em julho** recomendou:



Proibir explosões nas redondezas da mina



Evitar o tráfego de veículos e equipamentos pesados



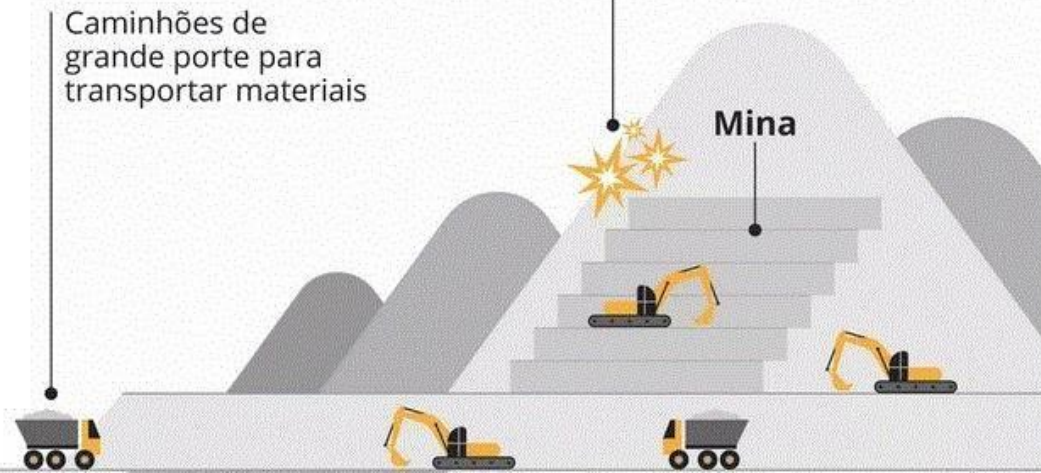
Impedir a elevação do nível da água na estrutura

E licenciamento para expansão concedido **em dezembro** previa:

Uso de explosivos

Caminhões de grande porte para transportar materiais

Mina



## Sayão & Miguez, Revista FOG Mar 2016:

- . Como pode uma barragem ser declarada segura em julho, e romper subitamente em novembro?
  - . A mineradora foi mesmo irresponsável?
  - . Houve abalos sísmicos, naturais ou induzidos?
  - . O desastre poderia ser evitado? Havia monitoramento e plano de emergência?
  - . Houve erros no projeto, ou manutenção?
  - . Faltou fiscalização? Houve propina?
  - . 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?

## 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 ser produzido.
- . Ademora 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!
- . Mariana não foi um caso isolado. Anualmente ocorrem 2 acidentes sérios c/ barragens rejeitos no mundo.



## Sugestões

- Mais segurança: Novas técnicas Rejeitos:
- . Desaguamento, Filtro Prensa: pilhas.
  - . Reuso: tijolos, blocos.
  - . Banir barragens p/ montante,
  - Disposição em bolsas geotêxtil não tecido.
  - . Monitoramento automático.
  - . Quem faz o laudo deve reportar direto ao CEO da mina



## Resolução N. 4 ANE 15 Fev 2019 - sugestões:

- . Prazos curtos projetos e obras descomissionamento;  
Definir caso a caso.

- . A contenção por jusante pode não ser viável  
(geometria).

- . obras para montante:

variabilidade das condições de estabilidade:

Fazer abordagem probabilística ou determinística?

Declaração da Condição de Estabilidade (DCE) da

Portaria DNPM 70.389 de Maio 2017.





## **Barragem de água:**

*construída em alguns 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](mailto:sayao@puc-rio.br)