

# DESAFIOS E DEMANDAS EM GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL EM MINAS GERAIS

CHALLENGES AND DEMANDS IN ENGINEERING AND ENVIRONMENTAL GEOLOGY IN MINAS GERAIS STATE, BRAZIL

FÁBIO SOARES MAGALHÃES

Walm Engenharia e Tecnologia Ambiental Ltda., Belo Horizonte, MG

E-mail: [fabio.magalhaes@walmengenharia.com.br](mailto:fabio.magalhaes@walmengenharia.com.br)

## RESUMO ABSTRACT

O 16º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental (GEA), edição especial dos 50 anos da ABGE, realizado em setembro de 2018 em São Paulo, trouxe uma discussão e uma provocação muito oportunas sobre quais os desafios e as demandas existentes na seara da Geologia de Engenharia e Ambiental nas diferentes regiões do Brasil. Coube a cada representante dos núcleos regionais da ABGE tratar deste tema na mesa redonda “Retrospectiva da Evolução da ABGE e da Geologia de Engenharia e Ambiental no Brasil”. Desta forma, este artigo expõe, sem pormenorizar, alguns dos principais desafios e demandas da GEA no estado de Minas Gerais. Minas Gerais é um estado com grandes dimensões territoriais com cidades com graves problemas de planejamento do uso e ocupação, e a mineração como principal fator econômico. Os trabalhos relacionados aos desastres naturais que constantemente atingem suas cidades, principalmente movimentos de massa e inundações e os trabalhos na mineração (projetos e acompanhamentos técnicos da execução de cavas, pilhas de estéréis, barragens, fechamento e descomissionamento, e trabalhos gerados nos desastres com rompimento de barragens), são os principais temas da Geologia de Engenharia e Ambiental em Minas Gerais.

**Palavras-chave:** Minas Gerais, Desafios, Mineração, Desastres Naturais, ABGE.

The 16th Brazilian Congress of Engineering Geology and the Environment, a special edition of 50 years of ABGE, held in September 2018 in São Paulo, brought a discussion and a very timely provocation about the challenges and the demands existing in the field of Engineering Geology in the different regions of Brazil. Each ABGE’s regional representative addressed this issue at the round table “Retrospective of the Evolution of ABGE and of Engineering and Environmental Geology in Brazil”. In this way, this article exposes, without detailing, some of the main challenges and demands of Engineering Geology in Minas Gerais State. Minas Gerais is a state with large territorial dimensions and cities with serious problems of urban. Here mining is the main economic factor. The work related to natural disasters that constantly affect their cities, mainly mass movements and floods and mining works (projects and technical monitoring of the execution of pits, piles of sterile, dams, closing and decommissioning, and works generated in disasters with dam disruption), are the main themes of Engineering and Environmental Geology in Minas Gerais.

**Keywords:** Minas Gerais, Challenges, Mining, Natural Disasters, ABGE.

## 1 INTRODUÇÃO

Este artigo apresenta uma breve avaliação da situação de dois temas da Geologia de Engenharia e Ambiental na região de Minas Gerais. Esses temas são os desastres naturais, com ênfase nos movimentos de massa e inundações, e os trabalhos na mineração, grande contribuinte para a riqueza do estado.

Minas Gerais é um Estado da federação de grandes dimensões territoriais e apresenta uma fisiografia diversificada, mas, em grande parte, muito montanhosa. Este fato traduz os enormes desafios geotécnicos e ambientais nas questões relacionadas à estabilidade de encostas, tanto urbanas como rurais, às inundações, principalmente urbanas. Ao lado desses problemas, a mineração, com sua história centenária no estado, foi protagonista de dois grandes desastres nos últimos anos. Os trabalhos na mineração incluem principalmente projetos e acompanhamentos técnicos da execução de cavas, pilhas de estéreis,

barragens, fechamento e descomissionamento, e trabalhos gerados nos desastres com rompimento de barragens.

## 2 DESASTRES NATURAIS

Dados recentes do Serviço Geológico do Brasil (CPRM) em Minas Gerais (julho de 2018) apontam que dos 853 municípios mineiros, 175 mapeados apresentaram riscos altos a muito altos a algum tipo de movimento de massa (escorregamentos, rastejos, queda de blocos, etc.), além de inundações. Estes municípios em risco somavam 635 mil pessoas em risco, 146 mil moradias em risco e 2,5 mil setores em risco. Apenas Belo Horizonte, município com maiores números, apresentava pessoas em risco (10.800), moradias em risco (2.715) e setores em risco (353).

Apresenta-se a seguir algumas imagens que exemplificam as ocorrências de movimentos de massa e inundações em Minas Gerais (Figuras 1 a 8).



**Figura 1.** Escorregamento na Avenida Antônio Carlos em Belo Horizonte (MG). Fonte: Site da Internet.



**Figura 2.** Escorregamento no Bairro Buritis, em Belo Horizonte (MG). Fonte: Site da Internet.



**Figura 3.** Escorregamento na Avenida Raja Gabaglia, em Belo Horizonte (MG). Fonte: Site da Internet.



**Figura 4.** Escorregamento na Rodovia BR 116, em Muriaé (MG). Fonte: Site da Internet.



**Figura 5.** Escorregamento ocorrido em frente à rodoviária de Ouro Preto (MG). Fonte: Site da Internet.



**Figura 6.** Inundações provocadas por extravasamentos do ribeirão Arrudas, em Belo Horizonte (MG). Fonte: Site da Internet.



**Figura 7.** Inundação provocada pelo extravasamento do ribeirão Arrudas, em Belo Horizonte (MG). Fonte: Site da Internet.



**Figura 8.** Enxurrada em córrego na periferia de Belo Horizonte (MG). Fonte: Site da Internet.

### 3 MINERAÇÃO

Apesar destes muitos problemas geológico-geotécnicos em Minas Gerais, as maiores demandas e desafios atuais e das próximas décadas relacionados à Geologia de Engenharia estão e estarão associados à **mineração**, enfocando, principalmente, projetos e acompanhamentos técnicos da execução de cavas, pilhas de estéreis, barragens de rejeitos e desastres.

#### 3.1 Cavas

As cavas de mineração, que até a década passada não ultrapassavam 300 a 400 m de altura, hoje já se projetam alturas de 700 m a 900 m, trazendo enormes desafios aos cálculos de estabilidade, já que apenas os métodos de cálculo mais simples, como equilíbrio limite, já não respondem tão bem, necessitando incluir métodos e *softwares* mais sofisticados, tanto em 2D como em 3D.

As Figuras 9 a 12 apresentam exemplos de cavas.



Figura 9. Cava da mina de Congo-Soco, em Barão de Cocais (MG). Fonte: Site da Internet.



Figura 10. Cava da mina do Pico, em Itabirito (MG). Fonte: Site da Internet.



**Figura 11.** Cava da mina do Feijão, em Brumadinho (MG). Fonte: Site da Internet.



**Figura 12.** Cava da mina Casa de Pedra, em Cogonhas (MG). Fonte: Site da Internet.

### 3.2 Pilhas de Estéreis

Com as ampliações das cavas, há também maior produção de estéreis que necessitam ser dispostos em pilhas que também se ampliam, necessitando de projetos cada vez mais – elaborados

com estruturas de drenagem e contenção de finos cada vez mais sofisticadas. As dimensões destas estruturas já chegam a modificar a fisiografia do entorno das minerações.

Exemplos de pilhas de estéreis são apresentados nas Figuras 13 a 15.



Figura 13. Pilha de estéreis da mina da Fe<sup>+</sup>, em Congonhas (MG). Fonte: Site da Internet.



Figura 14. Pilha do Complexo Itabira, na Mina de Conceição (MG). Fonte: Site da Internet.



**Figura 15.** Pilha da Cava Almas, em Congonhas (MG). Fonte: Site da Internet.

### 3.3 Barragens

Por consequência, as barragens para conter os rejeitos provenientes do processo de beneficiamento dos minérios, em Minas Gerais principalmente o de ferro, tornam-se cada vez maiores, já

se caracterizando como obras de grande porte e necessitando de estruturas periféricas cada vez mais complexas.

Exemplos de barragens de rejeitos são apresentados nas Figuras 16 a 19.



**Figura 16.** Barragem de Forquilha IV, em Ouro Preto e Congonhas (MG). Fonte: Site da Internet.



**Figura 17.** Estruturas para desvio na Barragem Forquilha IV em Ouro Preto e Congonhas (MG). Fonte: Site da Internet.



**Figura 18.** Barragem Forquilha V em Ouro Preto e Congonhas (MG). Fonte: Site da Internet.



**Figura 19.** Estruturas de desvio na Barragem Forquilha V em Ouro Preto e Congonhas (MG). Fonte: Site da Internet.

### 3.4 Fechamento e descomissionamento das estruturas de minas

Ressaltam-se os desafios e grandes demandas referentes a projetos de fechamento de minas

com a necessidade de descomissionamento de suas estruturas (cavas, pilhas e barragens).

A Figura 20 apresenta exemplo fechamento de mina.



(a)



(b)

**Figura 20.** Mina de Águas Claras, em Nova Lima e Belo Horizonte (MG). (a) Final da lavra; (b) Lago formado na cava. Fonte: Google Earth, 2018.

### 3.5 Barragens de Rejeitos e o Rompimento da Barragem de Fundão

Não podemos deixar de comentar os enormes desafios e, por consequência, as enormes demandas em Geologia de Engenharia que a tragédia do rompimento da Barragem de Fundão (Mariana, MG), em novembro de 2015, trouxe ao meio técnico. Estão relacionados principalmente à recons-

trução de diques e barragens, projeto e execução da realocação de vilas (Bento Rodrigues, Paracatu de Baixo – Mariana, e Gesteira – Barra Longa), projetos e execução do desassoreamento do Rio Doce junto à UHE Risoleta Neves (Candonga) e empilhamento destes rejeitos, etc.

As Figuras 21 e 22 mostram o antes e o depois do rompimento da Barragem de Fundão.

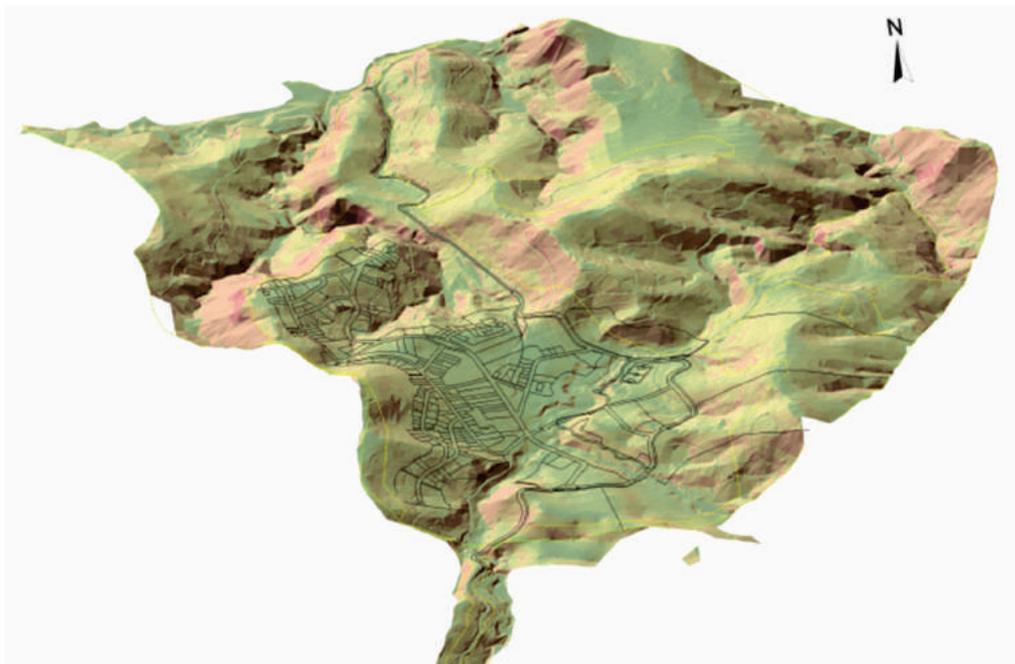


**Figura 21.** Barragem de Fundão (Mariana, MG) antes do rompimento. Fonte: Google Earth, 2018.

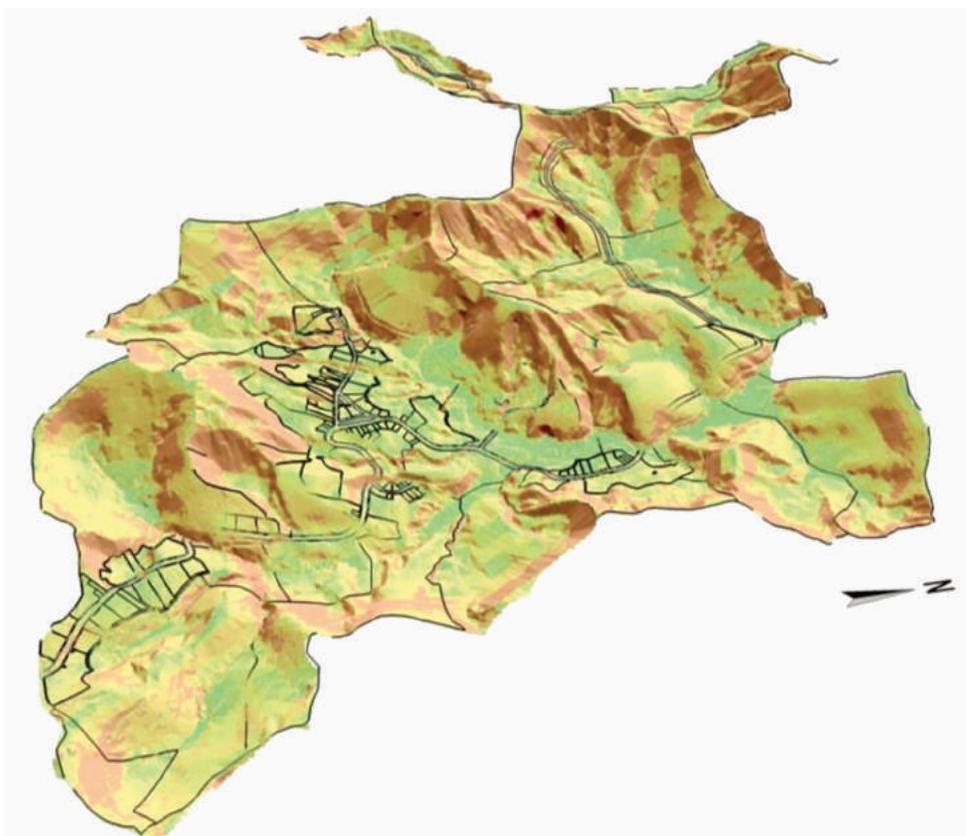


**Figura 22.** Barragem de Fundão (Mariana, MG) após o rompimento. Fonte: Google Earth, 2018.

As Figuras 23 e 24 mostram os estudos geológico-geotécnicos para a realocação de vilas.



**Figura 23.** Reassentamento da Vila Nova Bento Rodrigues (Mariana, MG). Fonte: Site da Internet.



**Figura 24.** Reassentamento da Vila Nova Paracatu de Baixo (Mariana, MG). Fonte: Site da Internet.

Os estudos e trabalhos para o desassoreamento do Rio Doce próximo à UHE Risoleta Neves são mostrados nas Figuras 25 a 28.



Figura 25. Lago da UHE Risoleta Neves antes do rompimento de Fundão. Fonte: Google Earth, 2018.

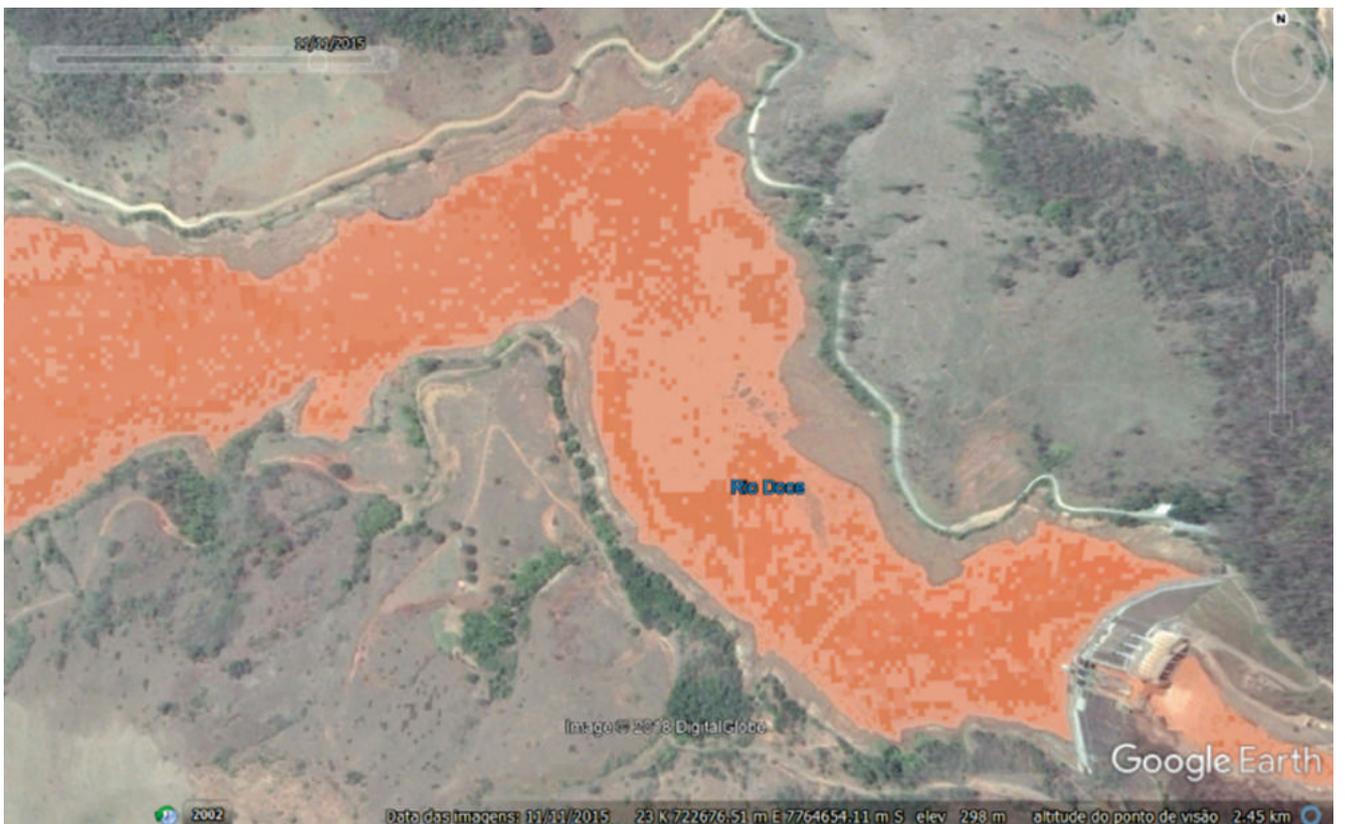


Figura 26. Lago da UHE Risoleta Neves após o rompimento de Fundão. Fonte: Google Earth, 2018.



Figura 27. Lago da UHE Risoleta Neves drenado mostrando os sedimentos de rejeitos. Fonte: Google Earth, 2018.



(a)



(b)

**Figura 28.** Obras na Fazenda Floresta para disposição dos rejeitos a serem retirados do rio Doce. (a) Dique de contenção de sedimentos. (b) Preparação dos locais de disposição dos rejeitos que serão removidos do leito do rio Doce. Fonte: Google Earth, 2018.

Com o desastre de Brumadinho (rompimento da barragem B1 da mina do Córrego do Feijão) as demandas de Geotecnia se multiplicaram, tendo como foco principal o descomissionamento das barragens de rejeitos alteadas por montante, semelhantes à de Fundão em Mariana e de B1 em Brumadinho.

## CONCLUSÕES

No Estado de Minas Gerais nos últimos anos as demandas de geologia de engenharia tiveram

um aumento significativo principalmente relacionadas à mineração, seja para estudos de estabilidade de cavas ou de pilhas de rejeito e principalmente focadas na estabilidade das barragens de rejeitos.

Ressalta-se também que em função da ocupação de áreas inadequadas, os levantamentos de áreas de risco para escorregamentos e inundações é outro setor que tem demandado o trabalho de profissionais da Geologia de Engenharia e Ambiental.