

**XXVIII CONGRESSO NACIONAL DO  
CONPEDI BELÉM – PA**

**DIREITO AMBIENTAL E SOCIOAMBIENTALISMO I**

**FRANCIELLE BENINI AGNE TYBUSCH**

**NIVALDO DOS SANTOS**

**SILVANA BELINE TAVARES**

Todos os direitos reservados e protegidos. Nenhuma parte deste anal poderá ser reproduzida ou transmitida sejam quais forem os meios empregados sem prévia autorização dos editores.

#### **Diretoria – CONPEDI**

**Presidente** - Prof. Dr. Orides Mezzaroba - UFSC – Santa Catarina

**Vice-presidente Centro-Oeste** - Prof. Dr. José Querino Tavares Neto - UFG – Goiás

**Vice-presidente Sudeste** - Prof. Dr. César Augusto de Castro Fiuza - UFMG/PUCMG – Minas Gerais

**Vice-presidente Nordeste** - Prof. Dr. Lucas Gonçalves da Silva - UFS – Sergipe

**Vice-presidente Norte** - Prof. Dr. Jean Carlos Dias - Cesupa – Pará

**Vice-presidente Sul** - Prof. Dr. Leonel Severo Rocha - Unisinos – Rio Grande do Sul

**Secretário Executivo** - Profa. Dra. Samyra Haydêe Dal Farra Napolini - Unimar/Uninove – São Paulo

#### **Representante Discente – FEPODI**

Yuri Nathan da Costa Lannes - Mackenzie – São Paulo

#### **Conselho Fiscal:**

Prof. Dr. João Marcelo de Lima Assafim - UCAM – Rio de Janeiro

Prof. Dr. Aires José Rover - UFSC – Santa Catarina

Prof. Dr. Edinilson Donisete Machado - UNIVEM/UENP – São Paulo

Prof. Dr. Marcus Firmino Santiago da Silva - UDF – Distrito Federal (suplente)

Prof. Dr. Ilton Garcia da Costa - UENP – São Paulo (suplente)

#### **Secretarias:**

##### **Relações Institucionais**

Prof. Dr. Horácio Wanderlei Rodrigues - UNIVEM – Santa Catarina

Prof. Dr. Valter Moura do Carmo - UNIMAR – Ceará

Prof. Dr. José Barroso Filho - UPIS/ENAJUM – Distrito Federal

##### **Relações Internacionais para o Continente Americano**

Prof. Dr. Fernando Antônio de Carvalho Dantas - UFG – Goiás

Prof. Dr. Heron José de Santana Gordilho - UFBA – Bahia

Prof. Dr. Paulo Roberto Barbosa Ramos - UFMA – Maranhão

##### **Relações Internacionais para os demais Continentes**

Profa. Dra. Viviane Coêlho de Séllos Knoerr - Unicuritiba – Paraná

Prof. Dr. Rubens Beçak - USP – São Paulo

Profa. Dra. Maria Aurea Baroni Cecato - Unipê/UFPB – Paraíba

#### **Eventos:**

Prof. Dr. Jerônimo Siqueira Tybusch (UFMS – Rio Grande do Sul)

Prof. Dr. José Filomeno de Moraes Filho (Unifor – Ceará)

Prof. Dr. Antônio Carlos Diniz Murta (Fumec – Minas Gerais)

#### **Comunicação:**

Prof. Dr. Matheus Felipe de Castro (UNOESC – Santa Catarina)

Prof. Dr. Liton Lanes Pilau Sobrinho (UPF/Univali – Rio Grande do Sul)

Dr. Caio Augusto Souza Lara (ESDHC – Minas Gerais)

**Membro Nato** – Presidência anterior Prof. Dr. Raymundo Juliano Feitosa - UNICAP – Pernambuco

---

D597

Direito ambiental e socioambientalismo I [Recurso eletrônico on-line] organização CONPEDI/CESUPA

Coordenadores: Francielle Benini Agne Tybusch ; Nivaldo Dos Santos; Silvana Beline Tavares – Florianópolis: CONPEDI, 2019.

Inclui bibliografia

ISBN: 978-85-5505-832-5

Modo de acesso: [www.conpedi.org.br](http://www.conpedi.org.br) em publicações

Tema: Direito, Desenvolvimento e Políticas Públicas: Amazônia do Século XXI

1. Direito – Estudo e ensino (Pós-graduação) – Congressos Nacionais. 2. Assistência. 3. Isonomia. XXVIII Congresso Nacional do CONPEDI (28: 2019 :Belém, Brasil).

CDU: 34



Conselho Nacional de Pesquisa  
e Pós-Graduação em Direito Florianópolis  
Santa Catarina – Brasil  
[www.conpedi.org.br](http://www.conpedi.org.br)



Centro Universitário do Estado do Pará  
Belém - Pará - Brasil  
<https://www.cesupa.br/>

# XXVIII CONGRESSO NACIONAL DO CONPEDI BELÉM – PA

## DIREITO AMBIENTAL E SOCIOAMBIENTALISMO I

---

### **Apresentação**

Os Grupos de Trabalho DIREITO AGRÁRIO E AGROAMBIENTAL e DIREITO AMBIENTAL E SOCIOAMBIENTALISMO I realizaram em conjunto as apresentações que sintetizaram um debate riquíssimo sobre temas da atualidade e pertinentes ao desenvolvimento do Brasil.

Foram destacadas questões sobre o conceito de desenvolvimento sustentável e sua realização por meio da agricultura familiar, comunidades tradicionais, segurança alimentar e uma nova mentalidade de consumo e produção. Aspectos teóricos acerca do risco integral, do princípio da função social da propriedade rural no direito agroambiental, a água e o clima como bens públicos. Elementos constitutivos de governança socioambiental, consciência ambiental, direitos humanos ambientais, desastres ambientais, rejeitos ambientais, ecocídio, dano moral ambiental, agrotóxico, gestão de resíduos e a prevenção de acidentes. A delimitação da Cooperação internacional e a proteção ambiental, a consulta prévia e informada no processo de licenciamento ambiental.

Essas temáticas propiciaram discussões, que continham uma curva de convergências, as quais provocaram um rico debate de confirmação de ideias e tese novas sobre a proteção e defesa socioambientais no Brasil e nas nossas fronteiras. Polêmicas que nos levam a conclusões sobre a necessidade permanente de estabelecermos critérios para o exercício das atividades econômicas com controles do Estado e da Sociedade brasileiras.

Francielle Benini Agne Tybusch - UFN

Nivaldo dos Santos - UFG

Silvana Beline Tavares - UFG

Nota Técnica: Os artigos que não constam nestes Anais foram selecionados para publicação na Plataforma Index Law Journals, conforme previsto no artigo 8.1 do edital do evento. Equipe Editorial Index Law Journal - [publicacao@conpedi.org.br](mailto:publicacao@conpedi.org.br).

## **DISPOSIÇÃO DE REJEITOS DA MINERAÇÃO: O ESTADO DE MINAS GERAIS DEVE PROIBIR A CONSTRUÇÃO DE NOVAS BARRAGENS?**

### **DISPOSITION OF MINING REJECTS: SHOULD THE STATE OF MINAS GERAIS PROHIBIT THE CONSTRUCTION OF NEW DAMS?**

**Fernanda Araujo Rabelo <sup>1</sup>**  
**Caroline Salgado Magalhães <sup>2</sup>**

#### **Resumo**

Após os rompimentos das barragens de rejeitos da mineração em Mariana e Brumadinho, o governo de Minas Gerais sancionou a Política Estadual de Segurança de Barragens proibindo a construção de novas barragens de alteamento a montante. Assim, o presente artigo objetiva analisar se aquele estado deveria proibir a construção de quaisquer barragens a úmido, permitindo apenas métodos mais seguros. Quanto à metodologia, utilizaram-se as pesquisas qualitativa e explicativa e o método indutivo, além de referências bibliográficas e documentais. Concluiu-se que, apesar das peculiaridades técnicas e econômicas, o estado deveria proibir gradativamente a construção de novas barragens a úmido na mineração.

**Palavras-chave:** Barragens de rejeitos, Mineração, Barragens a úmido, Segurança, Proibição legal

#### **Abstract/Resumen/Résumé**

Following the disruption of mining tailings dams in Mariana and Brumadinho, the Minas Gerais government sanctioned the State Dam Safety Policy by prohibiting the construction of new upstream elevation dams. Thus, the present article aims to analyze whether that state should prohibit the construction of any wet dams, allowing only safer methods. Regarding the methodology, qualitative and explanatory research and the inductive method were used, as well as bibliographic and documentary references. It was concluded that, despite the technical and economic peculiarities, the state should gradually prohibit the construction of new wet dams in mining.

**Keywords/Palabras-claves/Mots-clés:** Reject dams, Mining, Damp to damp, Safety, Legal prohibition

---

<sup>1</sup> Advogada e Administradora; Mestranda em Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável pela Escola Superior Dom Helder Câmara. E-mail: f.araujorabelo@gmail.com

<sup>2</sup> Bióloga e Mestranda em Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável pela Escola Superior Dom Helder Câmara. E-mail: caroline.salgado@hotmail.com

## 1 INTRODUÇÃO

Os rompimentos ocorridos na Barragem do Fundão e na Barragem B1 da Mina do Feijão, localizadas respectivamente nos municípios de Mariana e Brumadinho – MG, despertaram, não apenas Minas Gerais, mas todo o país para os riscos inerentes à construção de barragens de rejeitos da mineração. Riscos estes que devem ser avaliados levando-se em consideração os danos ambientais e as vidas que podem ser perdidas e que, diante do caos, não há mais nada o que possa ser feito para minimizar seus impactos.

Após esses desastres, o governo de Minas Gerais sancionou a Lei nº 23.291, em 25 de fevereiro de 2019, instituindo a Política Estadual de Segurança de Barragens, na qual tornaram substancialmente mais rígidos os requisitos para a operação de barragens com alteamento a montante, o mesmo método utilizado pelas barragens rompidas em Mariana e Brumadinho. Apesar de a nova legislação exigir a apresentação de alternativas tecnológicas para a disposição dos rejeitos de mineração, as barragens com alteamento a jusante compõem a realidade do setor minerário no estado.

As barragens de rejeitos até então eram consideradas estruturas indispensáveis para o processo de extração do minério. No entanto, o setor minerário já desenvolveu tecnologia avançada que dispensa este uso adicional de água proveniente das barragens e utiliza a própria umidade do minério para retirar suas impurezas, a qual, inclusive, já se aplica com sucesso no Brasil.

Diante deste cenário de tragédias e de impactos ambientais e econômicos, aliado à uma perspectiva de se adotar um novo modelo de mineração, o presente artigo busca analisar sobre os riscos inerentes à manutenção desta forma de disposição de rejeitos oriundos da atividade minerária no Estado de Minas Gerais.

Para tanto, em relação à metodologia, foi utilizado o método indutivo com análise comparativa das alternativas tecnológicas já utilizadas no Brasil. Utilizaram-se as pesquisas qualitativa e explicativa e o método indutivo, bem como o estudo de referências bibliográficas e documentais, especialmente as legislações federal e estadual relacionadas à temática.

Dessa forma, levanta-se a hipótese de que o estado de Minas Gerais deve obstar gradativamente a construção de quaisquer barragens de contenção de rejeitos da mineração, permitindo tão somente a utilização do sistema de disposição a seco, haja vista a promoção de maior segurança e a efetividade do meio ambiente ecologicamente equilibrado, primado da Constituição Federal.

## **2 OS ROMPIMENTOS DAS BARRAGENS DE REJEITOS DA MINERAÇÃO EM MINAS GERAIS: MARIANA E BRUMADINHO**

No dia 05 de novembro de 2015, a Barragem de Fundão, localizada em Bento Rodrigues, distrito de Mariana – MG, que servia como depósito dos rejeitos gerados pelo processo de exploração de minério de ferro pela mineradora Samarco S.A., se rompeu causando mortes humanas, bem como impactos ambientais sem precedentes, a ponto de ser considerada por especialistas a maior tragédia ambiental do Brasil.

Esse evento causou a destruição do distrito de Bento Rodrigues. A força da lama de rejeitos foi suficiente para destruir moradias, veículos, estabelecimentos comerciais; gerar mortes de pessoas e animais não humanos; arrastar a vegetação; causar o desabastecimento de água e de energia e poluir cursos d'água, como o Rio Doce, chegando até o Oceano Atlântico, no estado do Espírito Santo e outros prejuízos, como relaciona Lopes:

O rompimento da barragem de fundão gerou uma onda de lama residual tão devastadora e poluente que, durante sua trajetória até o mar do Espírito Santo, dizimou o distrito de Bento Rodrigues, ceifou vidas humanas, soterrou centenas de nascentes, contaminou importantes rios como o Gualaxo do Norte, do Carmo e Doce, destruiu florestas inteiras que estavam situadas em Áreas de Preservação Permanente e causou prejuízos sociais e econômicos de grande amplitude a populações inteiras. (LOPES, 2016, p. 13)

Pouco tempo depois, em 25 de janeiro de 2019, outra barragem se rompeu. Dessa vez, no município de Brumadinho, também no estado de Minas Gerais. A barragem B1 da Mina do Feijão era utilizada pela mineradora Vale S.A. para conter os rejeitos da mineração. Seu rompimento também causou graves impactos ambientais, além de mais de 300 mortes, conforme informações do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (2019).

Cumprе esclarecer que a maior semelhança entre as duas barragens se encontra no sistema utilizado para a contenção de rejeitos da mineração, o de alteamento para montante, explicado por Araújo (2006) como o sistema que utiliza de um dique de partida construído com matéria argilosa ou rocha compactada, de forma que o rejeito da mineração é lançado no dique em direção ao montante, formando uma base para os próximos alteamentos.

Trata-se do método mais econômico, por isso, mais usado pelas mineradoras. Lado outro, por ser construído sobre material não compactado, esse método é criticado por apresentar risco de liquefação e de rompimento de sua estrutura.

Todavia, após o rompimento das barragens em Mariana e Brumadinho, levantou-se o debate acerca da segurança dos métodos utilizados para contenção dos rejeitos da mineração. Por esse motivo, foi aprovada a nova legislação estadual que visa garantir maior segurança às

barragens da mineração que geram resíduos que, por suas peculiaridades, merecem tratamento especial, conforme esclarecem Ribeiro e Magalhães:

Na mineração, assim como em qualquer outro processo produtivo, há a geração de resíduos. No entanto, os resíduos das atividades minerárias diferenciam dos gerados em outros setores, e com isto, a disposição final e o gerenciamento dos mesmos constituíram tema cada vez mais importante neste setor. (RIBEIRO; MAGALHÃES, 2019, p. 453)

Outrossim, diante dos significativos impactos ambientais causados pelo rompimento daquelas barragens, foi editada, a nível federal, a Resolução nº 04 da Agência Nacional de Mineração (ANM), de 15 de fevereiro de 2019, proibindo “a utilização do método de construção ou alteamento de barragens de mineração denominado a montante em todo o território nacional” (BRASIL, 2019).

Ainda, conforme se verá adiante, Minas Gerais implementou a Política Estadual de Segurança de Barragens, instituída pela Lei nº 23.291, de 25 de fevereiro de 2019. Observa-se que a nova política foi aprovada exatamente um mês depois do rompimento da barragem em Brumadinho, mas sua temática já era objeto de discussão legislativa desde o evento ocorrido em Mariana.

### **3 A POLÍTICA ESTADUAL DE SEGURANÇA DE BARRAGENS E O PERMANENTE RISCO DE NOVOS ROMPIMENTOS EM MINAS GERAIS**

Ainda é significativo o número de empreendimentos minerários situados no Estado de Minas Gerais que até o momento executam suas atividades com o sistema de barragens para a disposição final de seus rejeitos, sendo que grande parte destas estruturas foram submetidas à construção de alteamentos para ampliar a sua capacidade de armazenamento. O alongamento da vida útil das barragens de rejeitos da mineração tem sido uma prática recorrente entre as mineradoras, visto que em muitas vezes, o empreendedor subdimensiona a barragem inicial para reduzir os custos necessários para a implantação do projeto (TOLEDO, RIBEIRO e THOMÉ, 2016).

Após o rompimento da Barragem do Fundão, em Mariana, a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD-MG) suspendeu os procedimentos de licenciamento ambiental para novas barragens que se pretenda utilizar o alteamento a montante, por meio do Decreto nº 46.993, de 2 de maio de 2016, que instituiu a Auditoria Técnica Extraordinária de Segurança de Barragem:

Art. 7º Até que o COPAM delibere sobre os critérios e procedimentos previstos no art. 6º, **ficam suspensas a emissão de orientação básica e a formalização de processos de licenciamento ambiental de:**

**I - novas barragens de contenção de rejeitos nas quais se pretenda utilizar o método de alteamento para montante;**

II - ampliação de barragens de contenção de rejeitos já existentes, que utilizem ou que tenham utilizado o método de alteamento para montante (MINAS GERAIS, 2016, p. 2, Grifo nosso).

No entanto, é importante destacar que a suspensão se daria somente até que o Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) definisse os critérios e procedimentos adicionais a serem adotados após a apresentação da Declaração Extraordinária de Condição de Estabilidade.

Três anos depois, o rompimento da Barragem da Mina Córrego do Feijão, em Brumadinho, fez com que o governo do Estado de Minas Gerais aprovasse em tempo recorde, a nova Política Estadual de Segurança de Barragem (PESB), instituída pela Lei nº 23.291, de 25 de fevereiro de 2019, a qual tramitava para aprovação desde a tragédia da Samarco, em Mariana.

A nova política acatou quase a totalidade das propostas contidas no Projeto de Lei nº 3.695/2016, de iniciativa popular, que ficou conhecido como “Mar de Lama Nunca Mais”, devendo ser implementada de forma articulada com a Política Nacional de Segurança de Barragens, adotando-se a norma mais protetiva ao meio ambiente e às comunidades potencialmente afetadas pelos empreendimentos.

Essa norma apresentou maior rigor quanto à fiscalização das barragens ativas no Estado, além de proibir o funcionamento das barragens com alteamento a montante, o mesmo utilizado pelas barragens de Mariana e Brumadinho.

A PESB trouxe ainda maiores restrições para os processos de licenciamento ambiental para as barragens em funcionamento ou para a construção de novas barragens, permitindo somente o licenciamento de modo trifásico (LP, LI e LO) e proibindo a concessão de licenças ambientais para qualquer barragem em que haja população na zona de auto salvamento.

Art. 6º A construção, a instalação, o funcionamento, a ampliação e o alteamento de barragens no Estado **dependem de prévio licenciamento ambiental, na modalidade trifásica**, que compreende a apresentação preliminar de Estudo de Impacto Ambiental - EIA - e do respectivo Relatório de Impacto Ambiental - Rima - e as etapas sucessivas de Licença Prévia - LP, Licença de Instalação - LI - e Licença de Operação - LO, vedada a emissão de licenças concomitantes, provisórias, corretivas e ad referendum.

[...]

Art. 12 Fica **vedada a concessão de licença ambiental para construção, instalação, ampliação ou alteamento de barragem** em cujos estudos de cenários de rupturas seja identificada **comunidade na zona de autossalvamento** (MINAS GERAIS, 2019, Grifo nosso).



A zona de autossalvamento é definida pela Portaria nº 70.389, de 17 de maio de 2017, do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), como a região do vale à jusante da barragem em que não há tempo suficiente para uma intervenção das autoridades competentes em situações de emergência, devendo-se adotar a maior das seguintes distâncias para a sua delimitação: a distância que corresponda a um tempo de chegada da onda de inundação igual a trinta minutos ou 10 km (BRASIL, 2017).

Ressalta-se, no entanto, que o artigo 12 da Lei nº 23.291 veda o licenciamento ambiental somente para barragens com comunidades na zona de autossalvamento, permitindo, portanto, a construção de novas barragens em regiões que não haja população residindo próxima ao local pretendido para a implantação da barragem, havendo a possibilidade ainda de que a comunidade seja retirada desta área pelo empreendedor, antes da instalação do empreendimento.

Esclarece-se que os acidentes ambientais provocados por rompimentos de barragens de rejeitos têm se tornado uma preocupação constante dos órgãos ambientais e, principalmente, pelas comunidades que vivem em regiões afetadas pela mineração, tendo em vista o alto potencial de impacto ambiental e o risco de acidentes fatais (SALUM, 2017).

Não existe regulamento normativo para a retirada destas pessoas que se encontram em zonas de autossalvamento, ficando a cargo do empreendedor a melhor forma de negociação para que os moradores deixem suas casas com a garantia de direitos. Não obstante, é natural a formação de cidades inteiras em torno de empreendimentos minerários, havendo inclusive um forte desenvolvimento da região, com o fortalecimento do comércio e aumento da população, devido ao deslocamento de muitas pessoas para os municípios mineradores em busca de emprego e oportunidades de crescimento profissional.

Apesar das alterações normativas relacionadas ao funcionamento e fiscalização das barragens existentes no Estado de Minas Gerais, principalmente no que tange aquelas com alteamento à montante, ainda permanece a possibilidade de que novas barragens sejam instaladas no Estado. Somente após a ocorrência dos maiores acidentes com rompimentos de barragens do país, os quais tiveram repercussão mundial é que de fato foram tomadas adotadas normas ambientais mais protetivas. No entanto, as alterações trazidas na legislação ambiental quanto ao funcionamento e/ou instalações de barragens no Estado tem se mostrado em caráter mais remediativo do que preventivo, deixando o meio ambiente e a sociedade sobre o constante risco de novos rompimentos.

#### **4 VIABILIDADE ECONÔMICA E AMBIENTAL DA UTILIZAÇÃO DE BARRAGENS DE REJEITOS DA MINERAÇÃO NO ESTADO DE MINAS GERAIS**

As barragens são definidas pela Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) como qualquer estrutura em um curso permanente ou temporário de água para fins de contenção ou acumulação de substâncias líquidas ou de misturas de líquidos e sólidos, compreendendo o barramento e as estruturas associadas (BRASIL, 2010).

Essas estruturas passaram então a ser usadas não somente para a gestão de grandes e importantes volumes de água, mas também para a retenção de resíduos industriais e de outros processos produtivos, como os da mineração (TOLEDO, RIBEIRO e THOMÉ, 2016).

De acordo com os dados da Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM), existem 690 barragens de rejeitos no Estado de Minas Gerais, em que sete delas não apresentam estabilidade garantida pelo auditor (FEAM, 2018). Persistir com a utilização de barragens no Estado podem resultar em impactos ambientais e econômicos ainda maiores.

Além disso, a rigidez locacional, definição natural e imutável de localização dos recursos minerários, associada à abundância de água, tornou o Estado de Minas Gerais historicamente marcado pela exploração mineral, da qual tem se tornado destaque principalmente pela extração de minério de ferro, resultou na construção de várias barragens em todo o Estado.

Essa construção volumosa fez com que os acidentes com barragens de rejeitos de mineração começassem então a ocorrer no Estado, impelindo a FEAM a desenvolver, em 2002, o Programa de Gestão de Barragens de Rejeitos e Resíduos, com o objetivo de reduzir o risco de danos ambientais em decorrência de acidentes nessas estruturas.

Desta forma, a FEAM tornou obrigatório o cadastro de todas as barragens existentes no Estado de Minas Gerais por meio do Banco de Declarações Ambientais (BDA). De acordo com os dados apresentados pela FEAM em 2018, existem 690 barragens cadastradas no estado, sendo 428 de mineração. Considerando que as informações são atualizadas pelos empreendedores anualmente, tem-se percebido que este quantitativo sofre algumas variações, visto que em 2017 foram registradas 698 barragens, das quais 435 correspondem às atividades de mineração. Importante destacar que a exclusão da barragem do banco de dados requer vistoria técnica do órgão no local para comprovar a descaracterização da estrutura (FEAM, 2018).

Os reservatórios instalados para a disposição de rejeitos da mineração consistem de sistemas específicos bastante complexos com características ambientais e físicas singulares.

Eles apresentam um risco significativo para a empresa, que deve ser administrado a longo prazo de modo eficaz. Não obstante, a indústria mineral possui a tecnologia e os recursos necessários para a localização, projeto, construção, operação, descomissionamento e fechamento seguro das instalações de rejeitos. Porém, ainda existe uma necessidade de melhorar continuamente a sua gestão de modo consistente, seguro e ambientalmente responsável durante todo o ciclo de vida das instalações (MAC, 2011).

As barragens de rejeitos com utilização da água até então eram consideradas estruturas indispensáveis para o processo de extração do minério. Todavia, o setor minerário já desenvolveu tecnologia avançada que dispensa este uso adicional de recursos hídricos e utiliza a própria umidade do minério para retirar suas impurezas.

A mineração com esta tecnologia já vem sendo bastante utilizada no Brasil. O diretor-presidente da Ourominas, Juarez Filho, é idealizador de uma técnica nacional de mineração a seco, a qual foi apresentada recentemente ao mercado que ainda funciona especificamente com os minérios de ouro e cobre.

O diretor alertou ainda quanto ao passivo tóxico da mineração tradicional, que pode afetar gerações: “Se daqui a 10 anos uma família for morar na região que serviu para mineração, certamente o solo estará contaminado. Então, cabe ao setor se modernizar”. Juarez esclarece que a mineração a seco se torna mais cara no início, mas depois ela vai se tornando mais barata e reduz significativamente os custos. (PETRONOTÍCIAS, 2019).

Importa destacar ainda, que o Projeto S11D da mineradora Vale, localizado no município de Canaã dos Carajás – PA, apresenta tecnologias com inteligência ambiental inovadoras, dentre as quais está a operação da mina sem a utilização da barragem de rejeitos, o que reduz de forma significativa os impactos ambientais provocados pelos resíduos gerados na mineração. A alternativa tecnológica definida neste projeto utiliza-se do método de beneficiamento à umidade natural, não havendo, portanto, geração de rejeito. A eliminação da barragem de rejeito reduz a área de supressão de vegetação, os riscos de acidentes ambientais e os impactos qualitativos e quantitativos às águas do rio Sossego, importante recurso d’água na região (VALE, 2010).

Cumprе ressaltar, que a elevada umidade (de 8% a 12%) do minério alvo de exploração do Projeto S11D proporciona condição favorável ao beneficiamento a umidade natural, motivando, portanto, a viabilidade da tecnologia utilizada, apesar de apresentar um produto com qualidade química inferior, uma vez que as impurezas não são retiradas do produto, pois para isso seria necessária a construção de uma barragem de rejeito. Os impactos ambientais embasaram a escolha pelo beneficiamento à umidade natural do minério, sem a

necessidade de captação de água dos recursos hídricos naturais e sem implantação de reservatório de água para o beneficiamento do minério e disposição final dos rejeitos (VALE, 2010), enquanto que no método tradicional, o rejeito é descartado na barragem em forma de polpa.

O trágico rompimento da Barragem do Fundão, ocorrido em novembro de 2015, fez com que a Samarco repensasse sobre os métodos de disposição dos seus rejeitos para continuar operando em Mariana, de forma a atender as demandas de segurança e de produção economicamente viáveis para a retomada do empreendimento. A empresa realizou então, estudos com novas opções técnicas e locacionais de destinação dos rejeitos, com a instalação de duas novas etapas no processo de beneficiamento: a filtração, permitindo que a maior parte do rejeito arenoso gerado seja disposto em pilhas; e o espessamento de alta densidade das lamas, implicando em uma mudança de conceito em relação ao que vinha sendo adotado pela Samarco, inclusive com diminuição no consumo de água nova (SAMARCO, 2017).

Segundo a Samarco a implantação do sistema de filtração irá possibilitar uma redução significativa da necessidade do uso de barragens para disposição de rejeitos, contribuindo para o aumento da vida útil das estruturas existentes e para dar mais segurança. Tendo como outro ganho substancial o aumento expressivo da recirculação de água no processo, o que reduz a necessidade de captação de água nova, aumentando de 76% para aproximadamente 85% a reutilização da água necessária para o processo e aumentando a vida útil da cava de cerca de 20 meses para quase 60 meses (SAMARCO, 2017).

Acerca desse assunto, Thomé e Passini (2018) esclarecem sobre as vantagens de se reduzir a umidade do rejeito antes de seu descarte, o qual destaca-se pela reintrodução da água no processo de concentração, promovendo a diminuição da demanda de recurso hídrico da usina.

Outra virtude do rejeito menos úmido é a sua menor suscetibilidade a risco de acidentes envolvendo estruturas de contenção de rejeito, pois nesse caso a pasta seca rapidamente e se transforma em material endurecido, com potencial reduzido de liquefação. Essa torta apresenta o comportamento mais parecido com o de um solo argiloso do que um fluido propriamente dito (THOMÉ e PASSINI, 2018, p. 43).

As diferentes formas de disposição de rejeitos da mineração, em forma de polpa e a seco, são definidas sob os critérios técnico-econômicos, havendo, portanto, no Brasil, o predomínio do método em forma de polpa. Os rejeitos com alta concentração de sólidos têm custos elevados, reduzindo a atratividade dos empreendedores a ponto de transformar a exploração minerária sob essa modalidade de concentração economicamente inviável (THOMÉ e PASSINI, 2018).

Neste contexto, o domínio da utilização de barragens no Estado de Mineração para exploração minerária leva a crer que os aspectos econômicos ainda são priorizados em detrimento da preservação ambiental. Os iminentes rompimentos de barragens de rejeitos da mineração acarretam não somente danos ambientais irreversíveis, mas também sociais e econômicos, os quais carecem de estudos mais aprofundados, haja vista ultrapassarem a simples visão empírica do momento do acidente objeto (SILVA, 2017). A exposição das pessoas aos riscos de desastres vem crescendo no Brasil e no mundo mais rapidamente do que as capacidades de redução da vulnerabilidade, resultando em intensos e extensos impactos (FREITAS, SILVA e MENEZES, 2016).

Não obstante, as dificuldades de licenciamento ambiental impostas pelo Estado para a utilização das barragens ainda permitem a utilização deste método, considerado já obsoleto em muitos países, tornando assim o Estado cada vez mais refém da mineração, tendo em vista que o risco quanto a futuros rompimentos ainda é incerto, enquanto que a proibição para a construção de novas barragens poderia levar a um risco de decréscimo econômico certo.

## **5 PROIBIÇÃO DA CONSTRUÇÃO DE NOVAS BARRAGENS DE ALTEAMENTO A MONTANTE:**

Após a ocorrência do rompimento da barragem em Mariana, houve uma mobilização nacional que alertou tanto a sociedade quanto o Estado para a urgente observância da segurança das barragens de rejeitos da mineração, especialmente porque muitas delas se localizam próximo a comunidades e em áreas urbanas.

Todavia, somente após a tragédia ocorrida em Brumadinho, ou seja, depois da reincidência do evento, é que foram tomadas providências mais efetivas, principalmente no tocante às alterações legislativas afetas à temática.

Dessa forma, foi editada a Resolução nº 04 da Agência Nacional de Mineração (ANM), no dia 15 de fevereiro de 2019, nota-se, poucos dias após o rompimento da barragem da Vale em Brumadinho, com o objetivo de proibir “a utilização do método de construção ou alteamento de barragens de mineração denominado a montante em todo o território nacional” (BRASIL, 2019).

Na mesma esteira, foi promulgada a Lei estadual nº23.291, de 25 de fevereiro de 2019, exatamente um mês após aquela tragédia, instituindo a Política Estadual de Segurança de Barragens, contemplando, dentre outras questões a proibição da construção de novas barragens de métodos de alteamento a montante no estado:

Art. 13 Fica vedada a concessão de licença ambiental para operação ou ampliação de barragens destinadas à acumulação ou à disposição final ou temporária de rejeitos ou resíduos industriais ou de mineração que utilizem o método de alteamento a montante (MINAS GERAIS, 2019, Grifo nosso).

Percebe-se que foram tomadas medidas legislativas mais rígidas em relação à instalação e operação de barragens em Minas Gerais, providências necessárias há tempo, haja vista que as tragédias citadas, embora tenham sido as mais significativas do ponto de vista ambiental, não foram as únicas ocorridas no estado no âmbito da mineração.

Dessa feita, o que se percebe é que as normas ambientais são extremamente necessárias para garantia da ordem e da segurança das comunidades e do meio ambiente ecologicamente equilibrado, primado da Constituição Federal, conforme explicam Reis e Rocha:

As normas ambientais que configuram o estado Ambiental de Direito são preceitos jurídicos que têm como destinatário o ser humano, titular do direito de viver em um ambiente sadio e ecologicamente equilibrado. Tais normas visam tutelar o meio ambiente, com o propósito de que o ser humano tenha acesso aos recursos naturais disponíveis, usando-os de forma consciente, com vistas ao desenvolvimento sustentável. É de observar que a tutela do meio ambiente, com vistas a resguardar a espécie humana, só pode se ocorrer com a ampla e irrestrita colaboração do homem para a manutenção e preservação do seu *habitat* natural e do ecossistema de uma forma geral (REIS; ROCHA, 2017, p. 70)

Assim, percebe-se que, em que pese a proibição da construção de novas barragens de contenção de rejeitos da mineração que utilizem o sistema de alteamento para montante, continuam permitidas, tanto em âmbito estadual quanto nacional a construção de novas barragens que utilizem outros sistemas a úmido, como o de alteamento à jusante e o de alteamento por linha de centro, mesmo tendo informado os especialistas que o empilhamento a seco configura o método mais seguro para disposição daqueles resíduos.

A questão que se suscita é: deveria o estado de Minas Gerais proibir a instalação de todas barragens de contenção de rejeitos da mineração que utilizem todo e qualquer sistema a úmido, permitindo tão somente o método de empilhamento a seco ou outros mais seguros, mesmo considerando peculiaridades técnicas e potencial aumento dos custos de manutenção por parte dos empreendimentos minerários?

## **6 POR QUE MINAS GERAIS NÃO PROIBIU A CONSTRUÇÃO DOS OUTROS TIPOS DE BARRAGENS DE REJEITOS DA MINERAÇÃO A ÚMIDO?**

### **6.1 Aspectos técnicos**

Segundo Charles Dumaresq, vice-presidente de Ciência e Gestão Ambiental da The Mining Association of Canada – MAC, a mineração mundial terá que seguir recorrendo, ao longo das próximas décadas, às barragens de rejeitos que usam água para conter os resíduos

minerais. Embora novas tecnologias de contenção a seco tenham sido desenvolvidas, há alguns condicionantes que estimulam a mineradora a utilizar uma barragem em vez de outra forma de armazenar os rejeitos (IBRAM, 2017).

O especialista canadense argumenta sobre a seguinte justificativa:

Há minérios que não podem ficar ao ar livre porque gerariam contaminação do ambiente; precisam ser contidos com água em uma barragem. Onde há grande precipitação, por exemplo, a barragem pode ser o meio mais recomendável para essa atividade” (IBRAM, 2017).

Seguindo as recomendações dada por Dumaresq, é necessário avaliar as condições climáticas e geográficas da região onde se pretende utilizar o método de beneficiamento do minério a seco para se analisar a viabilidade técnica da produção.

Apesar da perspectiva apresentada por Dumaresq, a Vale tem realizado investimentos robustos no desenvolvimento de tecnologias para a produção de minério de ferro a seco e segundo a empresa, cerca de 60% de sua produção atual já utiliza o método de disposição de rejeitos a seco, com uma meta de se chegar a 70% no período de cinco anos. Em Minas Gerais, esse percentual já alcançou 32% no ano de 2018, com destaque para o projeto piloto desenvolvido pela empresa na pilha Cianita, em Vargem Grande (VALE, 2017).

No processo de beneficiamento a seco, não há necessidade de adicionar água do meio ambiente para o tratamento do minério extraído, dispensando a construção de barragens de rejeitos. Quando se compara com processamento a úmido, a técnica a seco reduz o consumo geral de água em 93%, em média (VALE, 2017).

Segundo a Vale (2017), a utilização da água no beneficiamento a úmido é necessária para a classificação e purificação do minério de ferro, retirando impurezas, como a sílica, que prejudicam a qualidade final do produto. Enquanto que no tratamento a seco, não há adição de água e, após a britagem e o peneiramento, o minério já está pronto para ser comercializado.

As inovações tecnológicas precisam ser priorizadas no setor minerário de Minas Gerais para se encontrem alternativas de disposição de rejeitos, com o intuito de que as barragens sejam totalmente dispensáveis.

Este equilíbrio sustentável deverá ser alcançado por meio de investimentos de grandes empreendimentos minerários como a Vale, por exemplo, que dispõe de recursos financeiros suficientes para arcar com os custos de novos experimentos. No futuro, a exploração minerária a seco poderá ser vista como uma prática pelas mineradoras no Estado, devendo os empreendedores e o governo vislumbrar o quanto antes este momento de transição.

## 6.2 Aspectos econômicos

Uma das principais questões suscitadas quando da abordagem da possibilidade de proibição do Estado em relação à construção de todas as barragens de rejeitos da mineração a úmido se relaciona à esfera econômica.

Em relação a isso, questiona-se a saída das mineradoras de Minas Gerais para outras localidades, sejam para outros estados brasileiros como, por exemplo, o Pará, quanto para outros países com significativas atividades de exploração minerária, como o Canadá.

Sabe-se que a atividade minerária proporciona diversos impactos socioeconômicos positivos no município e no estado onde se localiza. Há geração de emprego e renda, reformulação no comércio e na prestação de serviços, instalação de empreendimentos conexos à cadeia de valor da mineração e arrecadação de recursos públicos por meio da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM). Dessa forma, há um significativo incremento de benefícios à economia local e regional.

Lado outro, conforme dito alhures, existe a preocupação de que a instalação e operacionalização do sistema de empilhamento a seco gere custos exorbitantemente mais elevados do que os gerados pela implantação dos métodos de barragens de rejeitos da mineração a úmido e, por isso, as mineradoras poderiam migrar das localidades onde a legislação obstaria estes métodos para outros que os permitem.

Todavia, faz-se necessário lembrar que a atividade de mineração consome muitos recursos hídricos, acima da média de muitos outros empreendimentos de outros setores. Assim, uma vez desnecessária a utilização de água para contenção dos rejeitos, haveria significativa redução dos custos, conforme demonstra Juarez Filho:

A inovação consegue, ainda, eliminar a necessidade de criar barragens de rejeitos, o que pode representar até 80% a menos de custo na comparação com o método tradicional. Além disso há a economia hídrica. Por causa disso, além de evitar a utilização de água, há um benefício financeiro, já que os gastos no processo podem ficar até 50% menor para o empreendimento. (JUAREZ FILHO, 2019)

Juarez Filho ainda conclui: “A mineração a seco é a solução, não tem jeito. Ela fica um pouco mais cara no começo, mas depois ela começa a baratear e reduzir muito os custos, sem contar todos os benefícios ambientais”.

Além disso, não se pode esquecer que o desenvolvimento sustentável, princípio amparado pela Constituição Federal do Brasil, conjuga o tripé: econômico, social e ambiental. Isso significa que não se pode tomar decisões que envolvem a efetividade do meio ambiente ecologicamente equilibrado sem tomar ciência e dar a devida importância a cada uma dessas bases.



Assim, não se justifica manter a proibição de construção de novas barragens de alteamento a montante e continuar permitindo a instalação de outras modalidades de barragem a úmido, como a de alteamento a jusante, já que esta também apresenta riscos de rompimento elevados.

Ainda, devido ao fator da rigidez locacional, crê-se que dificilmente os empreendedores deixariam a oportunidade de exploração dos recursos minerais em um estado ou localidade apenas em razão do possível aumento no valor dos investimentos, mormente porque já restou provado que os custos operacionais, como o consumo de água, apresentariam significativa redução.

Por fim, cabe ressaltar que Minas Gerais é o estado brasileiro que lidera a produção mineral no país, o que o torna um celeiro de oportunidades para os empreendedores, de forma que sua maioria já possui instalações e atividades de mineração em plena operação, o que torna mais simples o processo de adaptação às alterações e exigências legislativas.

## **7 CONCLUSÃO**

Houve notoriamente uma crescente preocupação sobre a segurança das barragens existentes em Minas Gerais, principalmente no que tange à estabilidade daquelas que se utilizaram do sistema de alteamento para montante.

Nesse toar, é que foram realizadas alterações legislativas tanto em âmbito nacional quanto estadual, especialmente para proibição de construção de novas barragens que utilizem aquele método de disposição de rejeitos da mineração, mantendo a permissão da construção de novas barragens que utilizem outros sistemas a úmido.

Questiona-se os motivos pelos quais o estado de Minas Gerais não obsteu a construção de quaisquer novas barragens de contenção de rejeitos da mineração, permitindo apenas a utilização de sistemas de empilhamento a seco nas novas instalações minerárias. As principais questões levantadas dizem respeito a aspectos técnicos e econômicos. Tecnicamente, indaga se poderia esse método ser utilizado em quaisquer tipos de atividade minerária. Do ponto de vista econômico, preocupa-se com o possível aumento de custos dos empreendimentos e sua migração do estado para outras regiões mineradoras.

Todavia, ainda que se considerem peculiaridades técnicas e econômicas pertinentes à questão, é indispensável que o Estado busque, por meio das próprias mineradoras, alternativas tecnológicas que dispensem o uso de beneficiamento via úmida, proporcionando uma série de benefícios ambientais, tais como redução no consumo de água e na geração de resíduos, além de eliminar qualquer risco de rompimento com perda de vidas humanas e impactos ambientais

tão significativos quanto os observados nas tragédias ocorridas em Mariana e Brumadinho, em 2015 e 2019, respectivamente.

Considerando ainda a rigidez locacional e a abundância de recursos minerais em Minas Gerais, poderia o governo estadual tomar medidas mais rigorosas quanto às práticas ambientais das companhias minerárias que pretendam se instalar no Estado, para que estas se adequem aos modos de produção mais sustentáveis e seguros, proporcionando assim maior credibilidade e, principalmente, segurança à população mineira, além de garantir a efetividade do direito fundamental ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, direito difuso garantido pela Constituição Federal do Brasil.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DA MINERAÇÃO (ANM). **Resolução 04**, de 15 de fevereiro de 2019, que estabelece medidas regulatórias cautelares objetivando assegurar a estabilidade de barragens de mineração, notadamente aquelas construídas ou alteadas pelo método denominado "a montante" ou por método declarado como desconhecido. Disponível em: <[http://www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/63799094/do1-2019-02-18-resolucao-n-4-de-15-de-fevereiro-de-2019-63799056](http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/63799094/do1-2019-02-18-resolucao-n-4-de-15-de-fevereiro-de-2019-63799056)>. Acesso em: 22 jun. 2019.

BRASIL. Lei 12.334, de 20 de setembro de 2010 que estabelece a **Política Nacional de Segurança de Barragens**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112334.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112334.htm)> Acesso em: 15 jun. 2019

BRASIL. Portaria nº 70.389, de 17 de maio de 2017, que cria o Cadastro Nacional de Barragens de Mineração. Disponível em: <<http://www.anm.gov.br/dnpm/documentos/portaria-dnpm-no-70-389-de-17-de-maio-de-2017-seguranca-de-barragens-de-mineracao>> Acesso em: 15 jun. 2019.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS. **Operação Brumadinho**: a maior operação de busca e salvamento do Brasil. 2019. Disponível em: <<http://www.bombeiros.mg.gov.br/component/content/article/32-embm/73416-cbmmg-operacaobrumadinho.html>>. Acesso em: 28 jun. 2019.

FEAM – FUNDAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE. **Inventário de Barragens do Estado de Minas Gerais 2018**. Disponível em: <http://www.feam.br/monitoramento/gestao-de-barragens> Acesso em: 15 jun. 2019.

FREITAS, C. M.; SILVA, M. A.; MENEZES, F. C. **O desastre na barragem de mineração da Samarco**: fratura exposta dos limites do Brasil na redução de riscos de desastres. Mariana/Artigos, Ciência e Cultura, 2016, v. 68, n. 3, p. 25–30.

IBRAM – INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. Últimas Notícias. 27/04/2017  
IBRAM Lança no Brasil **guias para gestão de barragens da MAC**. Disponível em:

<[http://www.ibram.org.br/150/15001002.asp?ttCD\\_CHAVE=267222](http://www.ibram.org.br/150/15001002.asp?ttCD_CHAVE=267222)> Acesso em: 19 jun. 2019.

LOPES; Luciano M. N. O rompimento da barragem de Mariana e seus impactos socioambientais. **Sinapse Múltipla**, Belo Horizonte, v. 5, n. 1, p. 1-14, jun. 2016. Disponível em: <<http://periodicos.pucminas.br/index.php/sinapsemultipla/article/view/11377/9677>>. Acesso em: 28 jun. 2019

MAC – The Mining Association of Canada. **Guia para a Gestão de Instalações de Rejeitos**. Documento traduzido pelo IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração. Disponível em: <http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00006438.pdf> Acesso em: 15 jun. 2019.

MINAS GERAIS. Decreto nº 46.993, de 2 de maio de 2016, que Institui a Auditoria Técnica Extraordinária de **Segurança de Barragem** e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=41216>> Acesso em: 01 jun. 2019.

MINAS GERAIS. Lei nº 23.291, de 25 de fevereiro de 2019, que institui a **Política Estadual de Segurança de Barragens**. Disponível em: <<http://www.leisestaduais.com.br/mg/lei-ordinaria-n-23291-2019-minas-gerais-institui-a-politica-estadual-de-seguranca-de-barragens>> Acesso em: 08 jun. de 2019.

RIBEIRO, José Cláudio Junqueira; MAGALHÃES, Caroline Salgado. **A gestão de resíduos sólidos das atividades de mineração no âmbito do licenciamento ambiental no Estado de Minas Gerais**. In RIBEIRO, José Cláudio Junqueira (Org.). Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos: um panorama em Minas Gerais. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2019. Cap. 23. p. 447-466.

REIS, Émilien Vilas Boas; ROCHA, Marcelo Antônio. **O desafio de um desenvolvimento sustentável global: dos discursos jurídicos em defesa do meio ambiente**. In REIS, Émilien Vilas Boas et al (Org.). *Filosofia, direito e linguagem: dos discursos de dominação ao discursos de esclarecimento*. Belo Horizonte: 3i Editora, 2017. Cap. 2. p. 35-79.

SALUM, Maria Jose Gazzi; PINTO, Cláudio Lúcio Lopes. **Mineração: aspectos ambientais e socioeconômicos**. In: THOMÉ, Romeu (Org.). *Mineração e meio ambiente: análise jurídica interdisciplinar*. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2017, p. 17-44.

SAMARCO. Relatório de Impacto Ambiental – EIA Integrado do Complexo Germano. Mariana – MG, Amplo Engenharia e Gestão de Projetos Ltda, 2017.

SILVA, Leila Cristina do Nascimento. **Barragens de Rejeito da Mineração.:** anpalise do sistema de gestão do estado de Minas Gerais. Rio de Janeiro: Lumem Juris, 2018.

PETRONOTÍCIAS. **Executivo brasileiro desenvolve tecnologia que dispensa barragens na mineração**. Liderrol – Soluções Permanentes de Engenharia. Disponível em: <<https://petronoticias.com.br/archives/124331>> Acesso em: 15 jun. 2019

THOMÉ, Romeu; PASSINI, Leonardo Matheus. **Barragens de rejeito de mineração: caraterísticas do método de alteamento para montante que fundamentaram a suspensão de sua utilização em Minas Gerais**. Ciências Sociais em Revista – UNIOESTE/MCR – v.18 – n.34 – 1º sem. 2018 – p. 49 a 65.

TOLEDO, André de Paiva; RIBEIRO, José Cláudio Junqueira; THOMÉ, Romeu. **Acidentes com barragens de rejeitos da mineração** e o princípio da prevenção: de Trento (Itália) a Mariana (Brasil). Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2016.

VALE. Estudo de Impacto Ambiental do **Projeto de Ferro Carajás S11D**. Canaã dos Carajás – PA, Golder Associates Brasil Consultoria e Projetos Ltda, 2010. 16 volumes.

VALE. Sobre a Vale. **Processamento a seco de minério de ferro**. Disponível em: <[http://www.vale.com/brasil/pt/aboutvale/servicos-para-comunidade/minas-gerais/atualizacoes-\\_brumadinho/paginas/processamento-a-seco.aspx](http://www.vale.com/brasil/pt/aboutvale/servicos-para-comunidade/minas-gerais/atualizacoes-_brumadinho/paginas/processamento-a-seco.aspx)> Acesso em: 19 jun. 2019.