



RECOMENDAÇÕES
SOBRE **SEGURANÇA
DE BARRAGENS
DE REJEITOS**



ACADEMIA
BRASILEIRA
DE CIÊNCIAS



ANE BRASIL
ACADEMIA
NACIONAL DE
ENGENHARIA



RECOMENDAÇÕES SOBRE SEGURANÇA DE BARRAGENS DE REJEITOS

Uma realização conjunta da Academia
Brasileira de Ciências (ABC)
e da Academia Nacional de Engenharia (ANE)

Resumo – Este documento executivo apresenta as principais recomendações que resultaram do Seminário sobre Segurança de Barragens de Rejeitos, realizado no Rio de Janeiro (01 de abril) e em Belo Horizonte (02 de abril). Na **Seção I**, de forma sucinta, apresenta-se uma visão macroeconômica global e nacional, chegando ao problema da mineração no Brasil e em Minas Gerais. Na **Seção II**, estão agrupadas as **recomendações sobre barragens de rejeitos**, incluindo medidas urgentes e medidas de curto prazo. Na **Seção III**, estão as recomendações para a maior **sustentabilidade da mineração brasileira**. Na **Seção IV**, estão as recomendações para **pesquisa e inovação** e, finalmente, na **Seção V**, estão as recomendações específicas para a **região do Vale do Rio Doce e Brumadinho**.



PRESIDENTE

Luiz Davidovich

VICE-PRESIDENTE

Helena Bonciani Nader

VICE-PRESIDENTES REGIONAIS

Adalberto Luis Val (Região Norte)

Jailson Bittencourt de Andrade (Região Nordeste)

João Batista Calixto (Região Sul)

Mauro Martins Teixeira (Minas e Centro-Oeste)

Lucia Mendonça Previato (Rio de Janeiro)

Oswaldo Luiz Alves (São Paulo)

DIRETORES

Elíbio Leopoldo Rech Filho

Francisco Rafael Martins Laurindo

Marcia Cristina Bernardes Barbosa

Ruben George Oliven

Virgílio Augusto Fernandes Almeida



PRESIDENTE

Francis Bogossian

VICE-PRESIDENTE

Flavio Miguez de Mello

DIRETORES

Alberto de Sampaio Ferraz Jardim Sayão

Edival Ponciano de Carvalho

Luiz Flavio Autran Monteiro Gomes

Mario Luiz Menel da Cunha

Sandra Stehling

AGRADECIMENTOS

Fernando Carlos Azeredo Verissimo

Fatima Jane Ribeiro

Marcos Cortesao Barnsley Scheuenstuhl

MEMBROS DA COMISSÃO ORGANIZADORA, RELATORES E PALESTRANTES

Alberto de Sampaio Ferraz Jardim Sayão
(ANE, PUC-Rio)

André Luiz Fonseca Naime (IBAMA)

Andréa Zhouri (UFMG)

Andressa de Oliveira Lanchotti (MPMG-Nucam)

Bruno Milanez (UFJF)

Clélio Campolina (UFMG)

Edmilson Costa Teixeira (UFES)

Edson Watanabe (ABC, ANE, COPPE/UFRJ) -
Coordenador (Rio de Janeiro)

Estevam Las Casas (IEAT/UFMG)

Evandro Gama (UFMG)

Fernando Antonio Freitas Lins (CETEM/MCTIC)

Flavio Miguez de Mello (ANE, UFRJ)

Francisco Antônio Rodrigues Barbosa (UFMG)

Geraldo W. A. Fernandes (ABC, UFMG)

Heitor Soares Moreira (IGAM)

Hernani Mota de Lima (UFOP)

Marcus Peigas Pacheco (UERJ)

Marilene de Oliveira Ramos Múrias dos Santos
(EBAPE/FGV)

Mauricio Ehrlich (COPPE/UFRJ)

Mauro Martins Teixeira (ABC, UFMG)

Nelson Francisco Favilla Ebecken
(ABC, COPPE/UFRJ)

Nívio Ziviane (ABC, UFMG)

Renato Ciminelli
(GEOPARK QUADRILÁTERO)

Victor Hugo Froner Bicca (ANM)

Virginia Ciminelli (ABC, ANE, UFMG) -
Coordenadora (Belo Horizonte)

Willy Lacerda (ANE, COPPE/UFRJ)

1. INTRODUÇÃO

1.1. A CORRIDA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA E SEUS EFEITOS SOBRE A ORDEM ECONÔMICA GLOBAL

Nas últimas décadas, o mundo ingressou em uma corrida científica e tecnológica sem precedentes. Tomado como indicador básico, o gasto mundial em pesquisa e desenvolvimento praticamente dobrou entre 2006 e 2018, subindo de US\$1,05 trilhão para US\$2,2 trilhões, em paridade de poder de compra, segundo estimativas do *Industrial Research Institute* (www.rdmag.com). No mesmo período, o número de artigos e trabalhos científicos publicados em inglês subiu de 2,1 milhões para 3,5 milhões (SIMAGO), e o número de patentes, de 1,8 milhão para 3,2 milhões (WIPO).

Na liderança dessa corrida, estão os países asiáticos, com destaque para a China. Esse país assumiu o segundo maior volume mundial de gastos em pesquisa e desenvolvimento, a liderança na produção e nas exportações de bens manufaturados e no número de patentes registradas. Em conjunto, o bloco asiático mais que dobrou seu peso na produção e nas exportações de bens manufaturados, sendo que as exportações passaram de menos de 20% em 2000 para mais de 40% em 2017. Juntamente com a China, o Japão, a Coreia do Sul e a Índia, além dos países asiáticos de menor escala, vêm ampliando seus gastos em pesquisa e desenvolvimento na produção científica. Entre 2000 e 2017, estimativas da *National Science Foundation* são de que somente a China, o Japão e a Coreia tenham contribuído com 42% do aumento do gasto mundial em pesquisa e desenvolvimento.

Como reação à perda de poder relativo, os países ocidentais industrializados vêm ampliando seus esforços para recuperar sua posição. Além das políticas protecionistas, os Estados Unidos vêm implementando várias ações para recuperação do seu poder industrial. Destaca-se o programa *Manufacturing USA*, cuja grande ênfase é a articulação entre pesquisa científica e tecnológica, sistema empresarial e políticas públicas, através da criação de quatorze institutos especializados, articulando as três dimensões antes mencionadas. Igualmente, a Alemanha chama a atenção, com seu programa com ênfase na pesquisa e na expansão industrial, com destaque para a concepção e a implementação da chamada Indústria 4.0 e para o recente lançamento da *National Industrial Strategy 2030*, além do manifesto Franco-Alemão defendendo uma ativa estratégia de política industrial para a União Europeia. Embora em menor escala econômica, a maioria dos demais países da União Europeia vem ampliando seus gastos em pesquisa e desenvolvimento e em suas políticas industriais.

1.2. A POSIÇÃO RELATIVA DO BRASIL

Entre 1930 e 1980, o Brasil passou por um vigoroso processo de desenvolvimento, com crescimento econômico, industrialização e rápida urbanização. Entre 1950 e meados da década de 1980, a participação da indústria no PIB subiu de aproximadamente 12% para 23%. Foram criadas várias instituições de apoio ao crescimento e à pesquisa, a exemplo do CNPq, da CAPES, do BNDES, da FINEP, da EMBRAPA, de várias empresas estatais e, posteriormente, do Ministério de Ciência e Tecnologia, com expansão da educação superior, da pós-graduação e da pesquisa.

A crise das décadas de 1980 e 1990 provocou a queda do crescimento econômico e do processo de industrialização. A participação da indústria de transformação no PIB caiu de 23% para 18%, entre 1985 e 2005, e para 11% em 2017, com previsões de que a crise dos últimos anos tenha provocado uma redução ainda maior. Entre 2014 e 2019, a indústria brasileira encolheu 13%. A título de comparação, países como a Alemanha e o Japão ainda têm uma participação da indústria no PIB da ordem de 20%, tendo o recente programa alemão indicado a meta de retorno a 25%. No caso chinês, a participação supera os 30%.

Nos últimos anos, essa queda na participação da indústria brasileira no PIB foi acelerada pelo *boom* das *commodities*, pela folga no balanço de pagamentos e pela sobrevalorização do Real, facilitando e estimulando as importações de bens industrializados. Entre 2003 e 2013, a participação de produtos industriais importados na demanda interna subiu de 14% para 27%, sendo que, para os bens de média e alta tecnologia, subiu de 25% para 41% (Moceiro, 2018).

Em termos de gastos em pesquisa e desenvolvimento, países como a Coreia do Sul superaram os 4% do PIB; o Japão e a Alemanha, os 3%; os Estados Unidos, os 2,7%; a China, 1,7%, mas em crescimento acelerado. No caso do Brasil, as últimas estimativas são de que a cifra que fora antes estimada em 1,3% do PIB tenha caído para 1,1%. Com a crise atual e a redução tanto dos gastos públicos quanto privados, prevê-se redução ainda maior. Vale a pena lembrar que essa oscilação e a descontinuidade nos programas têm resultados ainda muito mais profundos pois, em muitos casos, perdem-se as estruturas que precisam ser mantidas, o investimento feito nelas e ainda o capital humano.

Diante desse quadro, a retomada do crescimento econômico e a recuperação da indústria exigem a urgente montagem de uma política econômica efetiva que seja capaz de articular as instâncias macroeconômica, setorial e temática. Consideradas a corrida científica e tecnológica contemporânea, a estratégia dos países asiáticos e a reação do ocidente industrializado, uma política de reindustrialização exige uma efetiva política de ciência e tecnologia, como aumento dos investimentos e a articulação da pesquisa científica e tecnológica propriamente dita, do sistema produtivo (privado e público) e das políticas públicas, como vem fazendo a maioria dos países.

1.3. A POSIÇÃO DE MINAS GERAIS

Barragens de rejeito estão em várias partes do Brasil, mas há uma concentração grande em Minas Gerais e, além disso, as duas tragédias recentes de Mariana e Brumadinho aconteceram nesse estado. Esses fatos justificam a ênfase nesta seção no estado de Minas Gerais, mas vale lembrar que as discussões levadas a cabo no seminário foram relativas a barragens de rejeito existentes em todo o país de um modo geral.

De uma economia estagnada e estigmatizada pelas experiências de exploração mineral do período colonial até a atualidade, após a II Guerra Mundial, Minas Gerais também experimentou um processo de diversificação econômica e de industrialização.

Na primeira fase, articulado com a expansão industrial do país, o estado de Minas Gerais se concentrou nas indústrias de bens intermediários, especialmente produtos metalúrgicos e de minerais não metálicos (cimento). Na segunda fase, seguindo as diretrizes dos órgãos e do planejamento estadual, houve esforço de diversificação econômica, tanto da indústria quanto da agricultura, com os avanços tecnológicos e a incorporação produtiva dos cerrados. No que se refere à indústria, a partir da segunda metade da década de 1960, com a atração da FIAT e seu projeto de *mineirização*, tentou-se a atração de indústrias de bens de capital com incentivos para que as industriais metalúrgicas diversificassem e integrassem seus projetos industriais.

Essas iniciativas se frustraram ou foram desestimuladas. Em primeiro lugar, por erros de política econômica estadual, que reduziram o apoio à diversificação industrial. Em segundo lugar, pela crise das décadas de 1980 e 1990, que inviabilizou esse processo de diversificação. Em terceiro, pelo processo de descentralização industrial, mas que continuou a garantir as melhores alternativas locais para as indústrias tecnologicamente mais complexas para São Paulo. Em quarto, pela atração de incentivos para o Nordeste e pelos efeitos de integração com a fronteira agropecuária para a região Centro-Oeste. Por fim, pelos efeitos do *“boom das commodities”*, que ocorreu no restante do país, mas que foi agravado em Minas Gerais, devido ao excessivo peso da produção e exportação de bens minerais.

1.4. AS TRAGÉDIAS DE MARIANA E BRUMADINHO

Diante desse cenário, ocorreram as tragédias das barragens de Mariana e Brumadinho, com efeitos devastadores. Pelo lado humano, pelo grande número de vítimas fatais e pelas sequelas irreparáveis sobre as famílias e comunidades. Pelo lado econômico e social, pela eliminação de atividades econômicas, perda de emprego e renda. Pelo lado ambiental, pela extensão irreparável dos danos ao meio ambiente ao causar impactos em duas das bacias hidrográficas mais importantes do país e das quais depende uma grande parcela da população brasileira para seu sustento e fornecimento de serviços ecossistêmicos, como segurança hídrica e alimentar,

turismo, entre outros. Nesse sentido, cenários elaborados pela Federação das Indústrias de Minas Gerais apontam para resultados catastróficos. A queda no PIB industrial pode variar de 3,5% a 6,2% e, no PIB total, de 3,5% a 10%.

Assim, ao lado das políticas de assistência humana e social urgentes e imediatas, de uma efetiva política de monitoramento e controle das barragens existentes, é imperativa uma política de desenvolvimento que identifique oportunidades econômicas capazes de gerar emprego e renda, promover diversificação econômica, eficiência produtiva e capacidade de competição, especialmente nas regiões atingidas pelo rompimento das barragens. Considerada a corrida científica e tecnológica mundial, a retomada da reindustrialização exige um efetivo projeto de desenvolvimento, que tenha entre suas prioridades o apoio às políticas educacional, científica e tecnológica e sustentabilidade ambiental, pré-requisitos para o sucesso produtivo com eficiência, capacidade de competição e inclusão social.

Nesse contexto, a Academia Brasileira de Ciências (ABC) e a Academia Nacional de Engenharia (ANE) mostram-se comprometidas na busca por alternativas seguras, ambientalmente corretas e viáveis do ponto de vista econômico, que garantam emprego e renda a partir da mineração durante a transição para uma economia mais diversificada e menos extrativista.

1.5. LEGISLAÇÃO SOBRE BARRAGENS E LICENCIAMENTO AMBIENTAL

Do ponto de vista da legislação e das normas, e em comparação com o que vigia quando do rompimento da barragem da Samarco em Mariana, considera-se que houve uma evolução no rigor com a Portaria do DNPM 70.389, de 17/05/2017, e com a Lei Estadual de Minas Gerais 23.291/2019, cujo processo de aprovação foi liderado pelo Ministério Público de Minas Gerais (MPMG). Esta foi, finalmente, aprovada após o evento em Brumadinho, depois de ser rejeitada em meados de 2018.

A recente Resolução 4/2019 da Agência Nacional de Mineração (ANM), em fase de consolidação após o período de consulta pública, tende a fortalecer, conforme a apresentação no Seminário, a linha de fiscalização pelo poder público.

Quanto ao licenciamento ambiental, os órgãos responsáveis avaliam o projeto de mineração como um todo, mas não contam com equipe técnica para analisar a segurança da barragem, nem é atribuição deles. Além disso, a barragem de rejeitos é alteada continuamente ao longo dos anos, sendo sua segurança quanto ao nível de estabilidade sujeita às condições em que se dá seu alteamento.

2. RECOMENDAÇÕES SOBRE BARRAGENS DE REJEITOS

É fundamental definir o que não fazer e o que fazer no período da transição entre a situação atual e a sonhada economia diversificada e sustentável. As recomendações desta seção estão agrupadas em temas diretamente relacionados a barragens de rejeitos, motivo da realização do Seminário. Além disso, contribuem para o objetivo de se alcançar um patamar mais elevado, em termos de segurança e sustentabilidade, da mineração brasileira.

2.1. MEDIDAS URGENTES

1. Não autorizar a construção de novas barragens com alteamento a montante.
2. Criar legislação que obrigue as estruturas técnicas e gerenciais das empresas mineadoras que operam barragens de rejeitos a se reportarem diretamente ao nível mais elevado dessas empresas sempre que houver sinal de risco iminente na operação, estabelecendo vínculo de responsabilização pela operação. Essas estruturas técnicas devem também informar sobre risco iminente imediatamente à ANM, IBAMA, Ministério Público e órgãos estaduais e municipais, bem como toda a população que pode ser atingida em caso de acidente.
3. Tomar medidas que tornem mais efetiva a autoavaliação, fazendo com que o acompanhamento e a fiscalização das barragens pelas próprias empresas sejam auditáveis pelo poder público (ANM), sendo que este deverá ter estrutura compatível de fiscalização.*
4. Considerar a alternativa de autorregulação setorial, pela qual as empresas se comprometem, perante sua associação representativa, a seguir determinados procedimentos de gestão de barragens (a exemplo do Canadá).
5. Constituir imediatamente pelo Ministério das Minas e Energia (MME) comissão técnica de especialistas, independente e isenta, com tempo determinado para atuação, objetivando analisar com bases científicas o rompimento das barragens e propor soluções ou estudos para o projeto (sem alteamento a montante), processo de comissionamento, operação segura das barragens existentes e futuro descomissionamento.
6. Desenvolver critérios mais precisos e confiáveis para análise de segurança de barragens de rejeito baseados em técnicas modernas de engenharia, envolvendo análises probabilísticas dos riscos, de modo a tomar medidas protetivas e corretivas urgentes

* Não se pode ainda relevar questões claras como excesso de umidade, falha ou insuficiência de instrumentação, problemas ou insuficiência de drenagem e ocorrência de trincas sem reparo e monitoramento, características claras de falha estrutural.

quando necessárias. Deve-se também evitar levar o pânico de maneira desnecessária às populações próximas à barragem.

7. Estabelecer um canal oficial de comunicação para rapidamente, após algum acidente, esclarecer a população sobre os riscos de consumo de água, alimentos e de outras formas de exposição.

2.2. MEDIDAS DE CURTO PRAZO

O aproveitamento de minérios tem como desafio as grandes quantidades de estéreis de lavra e de rejeitos de processamento, que tendem a crescerem Minas Gerais e no país, devido à redução dos teores de minérios metálicos disponíveis nas jazidas e ao crescimento da produção. Essa é uma questão fundamental para elaborar as recomendações seguintes sobre barragens e rejeitos.

8. Incentivar e valorizar a aplicação das tecnologias mais modernas do setor mineral mundial, com vistas a maior segurança de trabalho, processos com melhor desempenho ambiental, menor consumo de água e de energia, uso de fontes alternativas de energia, pré-concentração a seco, disposição de rejeitos a seco, lavra subterrânea, bem como intensificação da utilização da transformação digital.
9. Estudar e implementar a filtragem e o espessamento de rejeitos e lamas, priorizando a disposição de rejeitos com baixo teor de umidade em pilhas.
10. Incluir obrigatoriamente em projeto de nova barragem de rejeito estudos de balanço hídrico e dimensionamento, com redundância dos sistemas de drenagem interno e externo.
11. Dimensionar descarregadores com capacidade para escoar descargas afluentes resultantes de condições hidrometeorológicas extremas, que resultem na descarga máxima provável.
12. Avaliar os impactos ambientais e as garantias de estabilidade das estruturas na remoção do rejeito ou seu reprocessamento no seu descomissionamento com descaracterização da barragem original.
13. Desenvolver aplicações para os subprodutos da mineração com foco na pavimentação e na indústria de materiais de construção, que apresentam potencial para absorver grandes volumes de estéreis e rejeitos. Recomendam-se estudos de viabilidade dessas aplicações e a revisão da legislação de modo a incentivar a utilização de resíduos da mineração. Promover a articulação entre os setores de mineração e da construção civil com esse propósito.
14. Avaliar as ações pós-acidente, sempre que ocorrer, principalmente no que se refere aos efeitos sociais.

3. RECOMENDAÇÕES PARA BUSCAR MAIOR SUSTENTABILIDADE DA MINERAÇÃO BRASILEIRA

Uma mineração moderna não deve insistir na visão fragmentada/isolada de que esta atividade independe dos demais setores e que, devido à escala de sua atuação, pode transformar/alterar paisagens inteiras sem estabelecer um acordo com as comunidades diretamente afetadas e com a sociedade quanto aos termos da instalação dos empreendimentos minerários, ou seja, deve-se fortalecer a prática efetiva da “licença social para operar”. Deve-se também evitar o acúmulo de passivos ambientais e sociais causados pela grande mineração, que comprometem o futuro dos territórios impactados. Apresentam-se a seguir algumas recomendações.

15. Adotar a abordagem da paisagem mineral* em substituição à visão restrita da cava de mina, permitindo conectar os domínios social, ecológico, tecnológico, econômico e de governança em escalas locais e globais.
16. Definir instrumentos/protocolos para consulta à população sobre a instalação ou não do empreendimento minerário na localidade. Tais instrumentos devem ser elaborados junto aos diferentes atores, a partir de suas perspectivas e referências socioculturais e territoriais.
17. Estabelecer com as partes interessadas indicadores que mostrem o retorno para as comunidades que compartilham o território com a mineração e possibilitem a construção de futuros para depois da exaustão dos depósitos minerais.
18. Investir na construção de novo pacto entre mineradoras, comunidades, governos e outros interessados, que estabeleça as bases e implemente as medidas que permitam conciliar a produção mineral com a qualidade ambiental e de vida das comunidades dos territórios. O futuro de toda e qualquer mineração pressupõe mudança radical de atitude do setor, que deve se engajar em novo modelo de governança territorial, que contemple a diversidade de valores e de expectativas, a transparência, a cooperação e as sinergias.
19. Desenvolver sistema de monitoramento contínuo em tempo real das condições ambientais regionais para modelar e entender as dinâmicas espaço temporais dos recursos hídricos.
20. Implementar sistemas de monitoramento que avaliem a qualidade de água de consumo para a população humana e contemple também a recuperação e a manutenção da

* Cooper, C., Giurco, D., “*Mineral resources landscape: reconciling complexity, sustainability and technology*”, International Journal of Technology Intelligence and Planning, Vol. 7, 2011, <http://dx.doi.org/10.1504/IJTIP.2011.041250>.

biodiversidade local e regional. Esses sistemas devem atender às necessidades prementes de dados para orientar as decisões de restauração e ampliação da segurança hídrica (água potável), alimentar e qualidade de vida da região afetada.

21. Considerar sempre o uso de espécies nativas, monitoramento de longo prazo e conhecimento de técnicas modernas de restauração ecológica na restauração das áreas diretamente afetadas, bem como para o funcionamento dos ecossistemas, retorno da biodiversidade e geração de serviços ecossistêmicos.

4. PESQUISA E INOVAÇÃO

Neste ponto, é mais do que oportuno lembrar a necessidade de se criar legislação* que obrigue as mineradoras a investirem certo percentual de seu faturamento diretamente em pesquisa e desenvolvimento, nos moldes do que ocorre nos setores de energia elétrica e de petróleo.

Com isso, deve-se garantir a continuidade dos investimentos em programas de C&T&I na mineração. A complexidade dos problemas requer novos arranjos na forma de projetos multidisciplinares envolvendo participação efetiva das empresas e considerando os fundamentos científicos e as inovações que apoiem políticas de diversificação econômica.

As empresas responsáveis pelos eventos com barragens ou que tenham barragens em situação de alto risco deverão contribuir para os investimentos necessários, enquanto não há recursos assegurados por lei. Alguns tópicos para pesquisa e desenvolvimento são recomendados a seguir.

22. Aplicar a transformação digital na mineração, a mineração 4.0: inteligência artificial, *big-data*, robótica, internet das coisas, *machine learning* e gestão remota para buscar maior segurança de operação e eficiência.
23. Automatizar a monitoração de barragens, sendo os dados dessa monitoração armazenados e processados em servidor com sistema inteligente que garanta medições precisas, confiáveis e contínuas. Esses dados devem ser usados também para comparar continuamente a realidade construída das barragens com as estimativas de projeto e ajudar a explicar eventuais diferenças entre elas.
24. Desenvolver metodologias de aferição probabilística de risco que possibilitem ao certificador afirmar com melhor grau de confiabilidade a segurança da barragem e a possibilidade de colapso, evitando que barragens sejam condenadas pela insegurança.

* MISI, A., LINS, F. A. F. (Coords.), “Valorização dos recursos minerais”, In: SILVA, J. L., TUNDISI, J. G. (Coords.). Projeto de Ciência para o Brasil. Academia Brasileira de Ciências, 2018. Cap. 11, p. 263-281.

rança dos certificadores em assumir uma responsabilidade futura, que deveria ser da mineradora, fiscalizada pelo Estado.

25. Desenvolver geossintéticos para a aplicação em projetos de contenção de rejeitos.
26. Desenvolver o aproveitamento de resíduos da mineração em larga escala, especialmente na construção civil.
27. Desenvolver processamento mineral considerando a pré-concentração a seco; a busca de melhor recuperação de finos valiosos na flotação, com a consequente diminuição de geração de rejeitos finos, e a otimização dos processos de desaguamento (filtragem e espessamento).
28. Desenvolver processos mais eficientes na utilização de água e energia e incorporar os princípios da economia circular na mineração.
29. Desenvolver estudos para a transição segura da economia das regiões mineradoras para uma economia mais diversa e menos dependente da atividade extrativista.
30. Desenvolver estudos de modelos de governança dos territórios mineradores.
31. Definir protocolo para monitoramento de curto, médio e longo prazo dos impactos sociais e na saúde da população de locais com atividade mineral.
32. Estudar as dinâmicas espaçotemporais de grupos relevantes da fauna e flora diretamente ligados ao ecossistema ripário, assim como os impactos do rejeito nos produtos de consumo direto da população, incluindo água, peixes e turismo.
33. Analisar o funcionamento dos ecossistemas naturais (ecossistemas de referência) para poder balizar as estratégias de restauração ecológica e da geração de bem-estar da população da bacia.
34. Analisar o funcionamento dos sistemas que conduzem à água de qualidade de que precisamos além das suas propriedades físico-químicas, adotando a abordagem dos *chemical cocktails**, para entendimento dos sinergismos entre contaminantes e a biota.
35. Avaliar os impactos sobre a biodiversidade com rigor científico, buscando entender efeitos agudos e crônicos, de curto e longo prazos, usando a abordagem dos *chemical cocktails* e suas interações com a biota.
36. Estudar, em caráter emergencial, os impactos do vazamento de rejeitos nos ecossistemas costeiros com atenção nas grandes variações ambientais decorrentes da flutuação sazonal entre os períodos de seca e chuva, dando atenção às regiões de mangues

* Kaushal, S. S. et al., “Watershed ‘chemical cocktails’: forming novel elemental combinations in Anthropocene fresh waters”, Biogeochemistry: 1-26, 2018. <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10533-018-0502-6>.

e lagoas marginais em vista de sua relevância para o funcionamento ecossistêmico, da sociedade e da economia desse ambiente.

37. Desenvolver práticas e procedimentos que considerem toda a bacia hidrográfica como uma unidade de gestão, intervenção e conservação, adotando sempre a abordagem *source-to-sea** para garantir as conexões entre os distintos ecossistemas que integram a bacia.

5. RECOMENDAÇÕES ESPECÍFICAS PARA A REGIÃO DO VALE DO RIO DOCE E BRUMADINHO

Inicialmente, vale registrar que, do ponto de vista da reparação ambiental, a experiência adquirida decorrente do rompimento da barragem de rejeitos de Mariana tem mostrado que dificilmente se conseguirá reverter o dano. Naquele caso, foram estabelecidas compensações ambientais para reverter fontes de degradação ambiental preexistentes na região impactada pelo desastre, como a necessidade de reflorestamento e saneamento básico dos municípios afetados.

Da mesma forma, a excessiva burocracia para decisão e implementação de ações no Vale do Rio Doce deve ser minimizada no caso de Brumadinho, sem comprometer a transparência e a participação no processo decisório. Seguem as recomendações para o Poder Público.

38. Identificar as grandes empresas que atuam na região, incluídas a VALE, a USIMINAS, a ACESITA, a CENIBRA (celulose), a ARACRUZ (celulose), entre outras, e propor a preparação de um plano de ação onde sejam identificadas atividades que possam gerar efeitos em termos econômicos e sociais, tanto imediatos quanto de longo prazo.
39. Mobilizar as instituições públicas e privadas que conhecem a situação do setor agropecuário da região. Entre estas poder-se-iam mencionar a Universidade Federal de Viçosa, a EPAMIG, centros da EMBRAPA, cooperativas de produtores, entre outros, para identificar potencialidades e preparar medidas que possam apontar para as potencialidades de exploração imediata, mediante o aproveitamento do conhecimento científico e técnico disponível para a geração de emprego e renda.

Em 17 de maio de 2019.

* Granit, J., et al., *"A conceptual framework for governing and managing key flows in a source-to-sea continuum: A STAP Advisory Document"*, Washington, D. C.: Global Environment Facility, (2017).



<http://www.abc.org.br/barragens>

Foto da capa

Vinícius Mendonça/Ibama

Apoiadores



Membros Institucionais da ABC

