

**Mineração através do beneficiamento à seco em canaã dos Carajás-Pa:
alternativa para a barragem de rejeitos**

**Mining through dry processing in canaã dos Carajás-Pa: alternative to the
tailings dam**

DOI:10.34117/bjdv6n10-485

Recebimento dos originais: 15/09/2020

Aceitação para publicação: 22/10/2020

Juliana Cristina Silva do Nascimento

Graduada em Engenharia Ambiental e de Energias Renováveis

Instituição: Universidade Federal Rural da Amazônia

Endereço: Rua Tiradentes, 720. Belém, PA. CEP: 66053-330

Email: csnjuliana@gmail.com

Jordana Do Socorro Silva do Nascimento

Graduanda em Geologia

Instituição: Universidade Federal do Pará

Endereço: Rua Augusto Correa, 01. CEP: 66075-110

Email: jordanafj@gmail.com

Priscila dos Santos Ribeiro

Licenciada em Ciências Biológicas pela Faculdades Integradas Ipiranga

Instituição: Universidade Federal do Pará

Endereço: Rua Augusto Correa, 01. CEP: 66075-110

Email: priscilaribeiro175@gmail.com

Fernando Bosco de Sousa Melo

Graduado em Engenharia Ambiental e de Energias Renováveis

Instituição: Universidade Federal Rural da Amazônia

Endereço: Avenida Ipiranga, 6681. CEP: 290619-900

Email: fernandobosco31@gmail.com

Leoni Monteiro de Sousa

Graduado em Engenharia Ambiental e de Energias Renováveis

Instituição: Universidade Federal Rural da Amazônia

Endereço: Travessa Berredos, Conjunto Augusto Montenegro, 054.

Email: eng.leonimonteiro@gmail.com

Paulo Sérgio Góes Reis

Graduado em Engenharia Ambiental e de Energias Renováveis

Instituição: Universidade Federal Rural da Amazônia

Endereço: Conjunto Médici 1, Rua Altamira, 125. CEP: 66620-310

Email: pauloreis2804@gmail.com

Luciano André Barbosa da Silva

Mestrando em Gestão de Riscos e Desastres Naturais
Instituição de atuação atual: Universidade Federal do Pará
Endereço: Passagem São Luís - Icoaraci
Email: luciano.barbosa.silva@ig.ufpa.br

Luana Valente Carvalho

Graduanda em Licenciatura em Geografia pela Universidade Federal do Pará
Instituição de atuação atual: Universidade Federal do Pará
Endereço: Rua Antônio Barbosa, 28 – Ananindeua
Email: luanabrave@gmail.com

RESUMO

A atividade mineradora destaca-se como de suma importância para a economia e desenvolvimento do país, entretanto, junto com essas melhorias também estão os impactos ambientais e sociais que podem surgir e, que se não forem bem administrados, podem resultar em desastres incalculáveis, principalmente se envolverem a morte de pessoas. Nessa perspectiva, este estudo é voltado para analisar uma alternativa para a barragem de rejeitos, estrutura que deve ser estudada e implantada com todo cuidado. A mineração à seco é uma das alternativas para essa problemática, porque se trata de um processo que diminui drasticamente o uso de água no beneficiamento do minério, dispensando a necessidade de existir barragem de rejeitos e, conseqüentemente, eliminando os desastres relacionados a elas. Tem-se, então, como objetivos, analisar os benefícios da mineração à seco, os possíveis entraves para a implantação desta, as melhorias socioambientais, vantagens e desvantagens desse processo de mineração. A metodologia utilizada foi a pesquisa exploratória em sites governamentais, da Vale S.A e periódicos relacionados ao tema. A Empresa Vale S.A foi escolhida nesta pesquisa pelo fato de desenvolver essa tecnologia em Minas Gerais e no Pará. No sudeste paraense, na cidade de Canaã dos Carajás, está localizado o maior complexo minerário da empresa, o Complexo S11D Eliezer Batista, empreendimento que utiliza o beneficiamento à seco juntamente com as minas de Carajás e Serra Leste. Ao final do estudo, foi notável o grande ganho socioambiental que pode ser proporcionado através do beneficiamento à umidade natural pois, a inexistência da barragem de rejeitos vai evitar que uma área maior ainda seja desmatada, diminui o consumo de água, de combustíveis fósseis, de energia elétrica. O beneficiamento é mais seguro e sustentável, emitindo, inclusive, menores quantidades de gases do efeito estufa e melhorias para a sociedade.

Palavras-chave: Mineração na Amazônia; Umidade natural; Sustentabilidade; Diminuição de impactos.

ABSTRACT

The mining activity stands out as of paramount importance for the economy and development of the country, however, along with these improvements are also the environmental and social impacts that may arise and that, if not well managed, may result in incalculable disasters, especially if it involves the death of people. In this perspective, this study is aimed at analyzing an alternative to the tailings dam, a structure that must be carefully studied and implemented. Dry mining is one of the alternatives to this problem, because it is a process that drastically reduces the use of water for the processing of ore, eliminating the need for a tailings dam and, consequently, eliminating the disasters related to them. The objectives, then, are to analyze the benefits of dry mining, the possible obstacles to its implementation and the socio-environmental improvements, advantages and disadvantages of this mining process. The methodology used was exploratory research on government websites, Vale and

periodicals. The Vale SA Company was chosen in this research because it developed this technology in Minas Gerais and Pará. In the southeast of Pará, in the city of Canaã dos Carajás, the company's largest mining complex, the S11D Eliezer Batista Complex, is located. dry processing together with the Carajás and Serra Leste mines. At the end of the study, the great socio-environmental gain that can be provided through the processing of natural moisture was noteworthy, since the absence of the tailings dam will prevent a larger area from being deforested, reducing the consumption of water, fossil fuels, of electricity. Processing is safer and more sustainable, even emitting less quantities of greenhouse gases and improvements for society

Keywords: Mining in the Amazon; Natural humidity; Sustainability; Decrease of impacts.

1 INTRODUÇÃO

A História do Brasil tem íntima relação com a busca e o aproveitamento dos seus recursos minerais (FARIAS, 2002). Ao longo dos anos, a expansão da mineração se deu por conta da demanda por matéria-prima nos diversos setores de produção. Consequentemente, a procura por jazidas de minério de ferro aumentou de acordo com a necessidade de novos produtos no mercado para suprir necessidades sociais e econômicas (SEABRA et al, 2019).

A Constituição Brasileira prevê leis como forma de regulamentar a atividade mineradora e outras que também são potencialmente poluidoras. O artigo 225 da Constituição Federal dispõe que: "Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-la e preservá-la para as presentes e futuras gerações" (BRASIL, 1988).

Um dos grandes entraves da mineração é que esta necessita de muita água para a separação do minério da ganga, resultando em rejeitos que serão depositados em uma barragem. Se as barragens não forem bem estruturadas, podem acontecer desastres como os que ocorrerem em 2015 e 2019 nos estados de Minas Gerais (SEABRA et al, 2020). A partir disso, buscou-se analisar a mineração à seco, um tipo de beneficiamento que não utiliza água para separar o minério.

A Vale S.A é uma das maiores empresas de mineração e metais do mundo e, em território nacional, tem destacável atuação (COSTA, 2009). Nessa perspectiva, como forma de diminuir a utilização de água na mineração e possíveis desastres, a empresa vem adotando o processamento à umidade natural em algumas minas e complexos nos estados do Pará e Minas Gerais (VALE, 2019).

No município de Canaã dos Carajás, o beneficiamento à seco, nos empreendimentos que já utilizam essa tecnologia, diminui o consumo de água e dispensa o uso de barragens de rejeitos (VALE, 2019). No âmbito dos desastres ambientais, essa forma alternativa para a barragem de rejeitos surge como um projeto conceitual de mineração, desde a operação até o fechamento do sistema. Esse sistema

gera uma gama de vantagens que contribuem para o desenvolvimento sustentável (CORDER et al, 2010).

Este trabalho tem como objetivos: analisar os impactos da mineração, discutir sobre os desastres mais recentes envolvendo barragens de rejeitos no Brasil e indicar a proposta da mineração à seco como uma alternativa para a barragem de rejeitos na mineração, citando os pontos fortes e fracos desse tipo de beneficiamento, tendo a cidade de Canaã dos Carajás-PA como referência do processo no país.

Para melhor entendimento do assunto, a pesquisa será dividida em 3 tópicos principais: o primeiro vai abordar os impactos gerais que a mineração causa no ambiente e na sociedade; o segundo trará uma discussão sobre os desastres recentes no Brasil envolvendo barragens de rejeitos; o terceiro, enfim, analisará o processo de mineração à seco na cidade de Canaã dos Carajás.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A mineração está presente em grande parte do território brasileiro, sendo os estados da Amazônia, Minas Gerais, Bahia, Goiás, Mato Grosso, e São Paulo os maiores concentradores da produção, majoritária de minérios (VIEIRA, 2011). De acordo com o Sindicato das Indústrias Minerárias do Estado do Pará (2019), o setor da mineração tem sido um dos principais motores de crescimento da região Norte.

Colocando-se em foco o grande potencial do estado e os recentes desastres ambientais relacionados a barragens de grandes mineradoras, vê-se como ação indispensável que empresas do setor desenvolvam tecnologias capazes de mitigar possíveis impactos relacionados às barragens de rejeitos.

O rejeito é definido como a fração desprezada do mineral bruto no beneficiamento de minérios por meio de processos mecânicos e/ou químicos. É um material que não será aproveitado economicamente, pelo menos sob as condições vigentes no momento de sua geração. Em que pese o valor econômico proporcionado pelo aproveitamento futuro dos rejeitos, esse material deve ser devidamente armazenado por questões ambientais (BNDES, 2018).

No Pará, disposições inadequadas de rejeitos já foram registradas, como o que ocorreu em fevereiro de 2017 em Barcarena, onde a empresa norueguesa Norsk Hydro Alunorte foi acusada pelo Ministério Público Estadual e Ministério Público Federal do Pará de despejar nos rios do município resíduos e efluentes do processo de beneficiamento da bauxita, contaminado assim, o solo e a rede de drenagem da região (INSTITUTO EVANDRO CHAGAS, 2018).

Para que cenários como este citado e outros de desastres ao ambiente e à sociedade não se repitam, é necessário que haja planejamento e a gestão ambiental adequados. Estes campos estão em contínua evolução e o foco é voltado para: recuperação de áreas degradadas, manejo de águas em minas, monitoramento ambiental e relações com a comunidade, ferramentas indispensáveis para o desenvolvimento consciente e que melhoraram a relação entre o setor mineral, meio ambiente e sociedade (FERNANDES et al, 2015).

O beneficiamento à seco (também conhecido como “beneficiamento à umidade natural”) na mineração é uma dessas estratégias de gestão e planejamento ambiental que se refletem em melhorias socioambientais. Ao contrário do beneficiamento à úmido, onde o minério estará imerso em meio líquido gerando efluentes, o beneficiamento à umidade natural não gerará efluentes, pois operações como britagem, peneiramento e até mesmo a preparação de rochas ornamentais não necessitarão de água (BOMFIM, 2017).

O município de Canaã dos Carajás, sudeste paraense, está em uma localidade do estado conhecida internacionalmente pela violência contra os movimentos populares e de trabalhadores rurais que disputam a posse da terra e o direito de permanecer nela. Na cidade, são observadas mudanças estruturais, econômicas e sociais advindas da mineradora VALE S.A (LOPES, SANTOS e CRUZ, 2018).

Vê-se, então, como ação fundamental que os empreendimentos mineradores busquem novas tecnologias e alternativas para os impactos ambientais e sociais que podem afetar o ambiente, ação que resulta em maior credibilidade perante a sociedade e diminuição dos impactos à natureza. A relação entre empresa e meio ambiente, através de ações públicas, necessita estabelecer uma interatividade que busque o fortalecimento das comunidades locais e da governança institucional (MORAIS, MARTINS e SANTOS, 2020).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 IMPACTOS DA ATIVIDADE MINERADORA

A mineração inclui a exploração das minas, tanto subterrâneas quanto de superfície, os poços e pedreiras. Incluem-se também atividades complementares para preparar e beneficiar minérios em geral. Mesmo sendo uma atividade que tende a acabar, de acordo com a disponibilidade mineral, são deixados diversos impactos ambientais de difícil recuperação (SILVA e ANDRADE, 2017).

Os impactos ambientais negativos podem ser avaliados desde seu planejamento, embora aumentem seu potencial de degradação de acordo com o desenvolvimento de novas etapas, é essencial

que esses impactos sejam reconhecidos no início da implementação a fim de que haja a possibilidade de mitigação desse impacto futuramente (SILVA e ANDRADE, 2017).

Um dos primeiros impactos da mineração está relacionado com a desestruturação social, quando parte da população perde suas terras ou propriedades para dar lugar ao empreendimento. Posteriormente, ocorrem problemas ambientais como: a supressão vegetal, ruídos, poluição do ar e das águas (MORAIS, MARTINS e SANTOS, 2020).

A poluição da água é diretamente relacionada com as altas taxas de metais pesados como arsênio, mercúrio e chumbo, que possuem características atômicas peculiares, dando-lhes elevada resistência à degradação química, física e biológica no sistema aquático (LIMA, 2013).

A barragem de rejeitos é um dos principais entraves da mineração, pois armazena um volume muito grande de rejeitos que precisa ser monitorado. Há situações em que leitos de rios são interrompidos e lençóis freáticos são impactados para a construção das barragens de rejeitos. Os profissionais responsáveis pelo monitoramento dessas estruturas precisam declarar a Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) para os órgãos de fiscalização ambiental (RIBEIRO e SILVA, 2018).

Na geração de resíduos da mineração, destaca-se a existência dos resíduos sólidos de extração (estéril) e do tratamento/beneficiamento (rejeitos). Os outros resíduos resultantes da operação das plantas de mineração são, em geral, os efluentes das estações de tratamento, os pneus, as baterias utilizadas nos veículos e maquinários, além de sucatas e resíduos de óleo em geral (IBRAM, 2016).

É importante salientar que nem todos os impactos são negativos. Com a atividade mineradora, há o crescimento de serviços, empregos e o comércio passa a se desenvolver, refletindo diretamente em um novo cenário econômico (BATISTA e FRANCISCO, 2018). O governo local precisa estar preparado para mediar os interesses entre o bem-estar social, conservação da natureza e desenvolvimento através da atividade mineradora, entretanto, quase sempre faltam estratégias sustentáveis de gestão para essa situação (IBRAM, 2018).

3.2 DESASTRES RECENTES ENVOLVENDO BARRAGENS DE REJEITOS NO BRASIL

Tratando-se das barragens de rejeitos, a atenção, primeiramente, deve ser voltada para a análise dos riscos que essas estruturas representam, não só para os danos ao meio físico (ar, águas e solo) e ao meio biótico (fauna e flora), mas também para as comunidades à jusante, pois um rompimento gera impactos irreversíveis (RIBEIRO e SILVA, 2018).

É importante lembrar que, recentemente, tanto as cidades de Mariana (2015), figura 1, quanto Brumadinho (2019), figura 2, ambas em Minas Gerais, foram locais de severos desastres ambientais (e

também sociais) envolvendo barragens de rejeitos, fatos que acenderam o alerta quanto a utilização desse sistema de barragens na atividade mineradora.

Figura 1: Desastre em Mariana, 2015.



Fonte: Elpais.com, 2017.

Figura 2: Desastre em Brumadinho, 2019.



Fonte: Abril.com, 2019.

De acordo com a Política Nacional de Segurança de Barragens (Lei nº 12.334/2010), a responsabilidade pela fiscalização dos barramentos de rejeitos de mineração é do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), do Ministério de Minas e Energia. As inspeções de segurança regular devem ter a sua periodicidade, a qualificação da equipe responsável, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento definidos pelo órgão fiscalizador em função da categoria de risco e do dano potencial associado à barragem (MMA, 2020).

A apropriação de recursos naturais deve carregar a responsabilidade de melhorias socioambientais e, conseqüentemente, o desenvolvimento sustentável, uma vez que se tratam de recursos não renováveis. Como forma de interação entre empresa e meio ambiente, é preciso também que as comunidades sejam respeitadas e ouvidas (IBRAM, 2018). Tendo esses desastres como inadmissíveis, é necessário que o setor da mineração tenha alternativas para a gestão e até mesmo para a diminuição do número de barragens existentes, pois as conseqüências são graves tanto para a natureza quanto para a sociedade.

Deve, obrigatoriamente, fazer parte da essência das mineradoras, discussões em torno da gestão da biodiversidade e impactos diretos e indiretos causados pela mineração. O sentimento de urgência em promover ações de segurança e sustentabilidade na mineração são imprescindíveis para evitar fatalidades (MORAIS, MARTINS e SANTOS, 2020).

3.3 O PROCESSO DE MINERAÇÃO À SECO EM CANAÃ DOS CARAJÁS:

A partir do ano de 2000, o município de Canaã dos Carajás passou por uma transformação significativa em relação ao setor da mineração com a chegada da Vale S.A para implantar os projetos Sossego e Níquel do Vermelho. Em 2010, dá-se início ao Projeto S11D Eliezer Batista, um dos maiores complexos mineradores do mundo e que está em atividade desde 2016 (LOPES, SANTOS e CRUZ, 2018).

Assim como no processamento e extração à úmido, a mineração à seco, desenvolvida e duas minas da Vale S.A na cidade de Canaã dos Carajás e também no Complexo S11D, traz efeitos adversos à natureza como: vapores, poeiras, destruição de parte da flora local, conflitos relacionados ao uso da terra dentre outros impactos característicos de grandes empreendimentos (SILVA e ANDRADE, 2017). Porém, como a mineração é uma atividade importante para o desenvolvimento econômico, a atividade principal em diversas regiões, é importante salientar os pontos positivos de uma mineração menos prejudicial ao meio ambiente.

Segundo a Vale (2019), de maneira tradicional, para ser comercializado o minério de ferro, este passa por equipamentos que o quebram em partículas menores e classificam as rochas por tamanho. Nesse procedimento, o minério passa por peneiras, onde é feita a separação conforme a especificação de cada produto. Essa etapa da produção denomina-se classificação por peneiramento.

No beneficiamento a úmido, a água é usada para classificar e purificar o minério de ferro, retirando impurezas (como a sílica), matéria esse que prejudica a qualidade final do produto. Já no tratamento à seco desenvolvido pelo empreendimento na cidade de Canaã dos Carajás, não há adição de água e, após a britagem e o peneiramento, o minério já está pronto para ser comercializado (VALE, 2019).

Este tipo de tecnologia engloba diversas operações de beneficiamento realizadas à seco, tabela 1, principalmente britagem e peneiramento e preparação de alguns tipos de rochas ornamentais. Em geral, não apresentam efeitos de poluição hídrica (MMA, 2001). O grande diferencial está na etapa de classificação por peneiramento, porque é neste momento que há uma separação do que será o produto final (WEIR ESCO, 2020).

Tabela 1: Os principais processos relacionados à mineração à seco.

PRINCIPAIS ETAPAS DO BENEFICIAMENTO À SECO	
1. Lavra	São iniciadas as atividades de exploração da mina. Neste caso, a lavra pode ser a céu aberto ou subterrânea.
2. Extração	Com auxílio do maquinário para mineração, como por exemplo, escavadeiras e caminhões off road, o minério é extraído. Os equipamentos auxiliam na escavação, quebra de rochas, e outras atividades para tornar possível a obtenção do mineral.
3. Peneiramento	É o grande diferencial em relação ao beneficiamento com água. O material quebrado e colhido é encaminhado para usinas de processamento ou para empilhamento. Ao chegar nestes espaços, o minério é classificado conforme sua granulometria, sem a utilização de água, sendo dividido entre mais grosso ou mais fino. Assim, ocorre a separação entre o material, uma vez que cada um dos formatos é destinado de um modo específico ao mercado.

Fonte: Adaptado de WEIR ESCO, 2020.

No beneficiamento clássico, a úmido, as etapas de classificação e purificação utilizam uma grande quantidade de água, a qual seria alocada em barragens de rejeitos. Na mineração à seco, o processo ocorra sem recursos hídricos; Depois da quebra dos materiais, ou britagem e peneiramento, o material está disponível para transporte e comercialização (WEIR ESCO, 2020).

Com esse tipo de atividade, há ganhos na produtividade como: maior economia de recursos, menor consumo de energia, menos etapas de produção, menos equipamentos e uma operação mais simples e segura, figura 3. No tratamento à seco, não há adição de água e, após a britagem e o peneiramento, o minério já está pronto para ser comercializado (VALE, 2019).

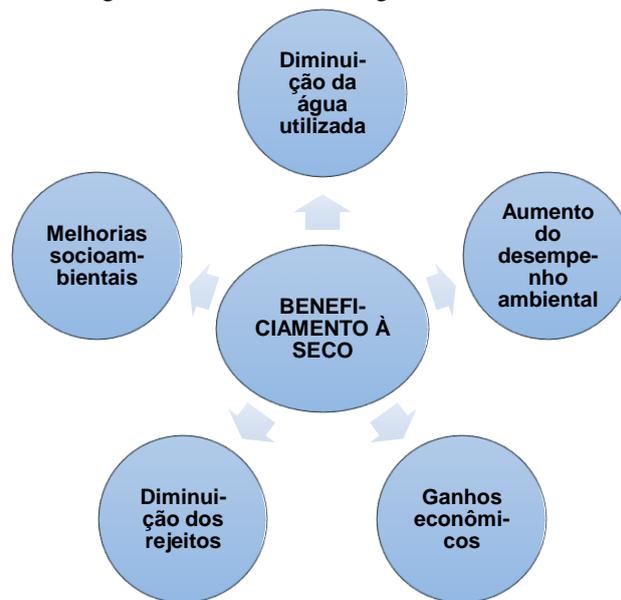
Figura 3: Vantagens do beneficiamento à seco.



Fonte: VALE, 2019.

O sistema possui alta capacidade de separação à seco e, como melhoria ambiental, há a eliminação de possíveis riscos provenientes de efluentes do processo (LINS, 1998). De acordo com a Vale (2019), há melhorias advindas do processo de beneficiamento à seco, figura 4, desenvolvido nos seus empreendimentos, o que tem foco na grande diminuição da água utilizada e, conseqüentemente, diminuição dos riscos de desastres:

Figura 4: Fluxograma indicando as vantagens do beneficiamento à seco.



Fonte: Adaptado da Vale, 2019.

São notáveis os benefícios advindos do processo de mineração à umidade natural, melhorias que vão desde uma relação empresa-sociedade mais eficiente até à diminuição dos impactos ambientais. Entretanto, de acordo com uma entrevista com Paulo Lanzarotto, professor de Engenharia da Fundação Armando Álvares Penteado (Faap), concedida ao site G1, esse tipo de beneficiamento em Carajás é mais caro por necessitar de mais processos envolvendo moagem e britagem, sem contar que

o processo hidráulico com as barragens é o método tradicional e mais econômico devido à abundância de água no país para limpar o mineral (G1, 2019).

Contudo, como já citado na pesquisa, a atividade de beneficiamento à seco diminui bastante o volume de água utilizada e elimina a necessidade de haver barragens de rejeitos e, conseqüentemente, elimina o risco de desastres. Dessa forma, vê-se tal atividade como um avanço socioambiental. A Vale S.A possui alguns projetos com a finalidade de dar um retorno social para a população de Canaã dos Carajás: Programa de Atendimento e Proteção Social ao Migrante, Projeto de Apoio à Ampliação da Oferta de Energia, Projeto de Atenção à Saúde Básica, Programa de Formação Profissional entre outros (VALE, 2019).

Em todos os empreendimentos que utilizam de recursos naturais há algum tipo de impacto ambiental, desde os relacionados à fauna, flora, solo, qualidade da água e partículas poluentes no ar, até impactos positivos como a geração de empregos, serviços e crescimento da economia. O poder público é o agente mediador entre empresa, meio ambiente e comunidade e tem o dever de fiscalizar e proporcionar o bem-estar socioambiental através das leis vigentes.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido aos recentes desastres envolvendo barragens de rejeitos, viu-se como ação importante estudar uma alternativa para que a mineração seja mais segura e sustentável para todos, destacando-se, dessa forma, o processo de mineração à seco. Como a Amazônia é um importante bioma para o Brasil e para o mundo, onde a atividade mineradora está em um cenário dualístico em que, por um lado, gera impactos e, por outro, trás desenvolvimento econômico, esse novo tipo de mineração trazido recentemente para a cidade de Canaã dos Carajás, a mineração à seco, deve ser analisado como uma alternativa mais sustentável, pois reduz impactos e mantém o desenvolvimento local.

Esta pesquisa alcançou seus objetivos de analisar as melhorias que a mineração à seco pode trazer ao meio ambiente e à sociedade, apontando seus pontos fortes e fracos. A exploração mineral deve, sim, ser realizada, mas sempre buscando melhores alternativas para o desenvolvimento com eficiência, respeitando a natureza e a sociedade.

Ao serem apresentados alguns impactos ambientais referentes à mineração, principalmente à implantação de barragens, é notável que o sistema de mineração à seco dispõe-se, a princípio, como uma boa alternativa para reduzir o volume de água utilizado, além de ser uma proposta socioambiental mais limpa. Entretanto, por se tratar de uma pesquisa exploratória, sabe-se que há como aprofundar mais o conhecimento sobre esse tipo de mineração em outras regiões do Brasil e do mundo,

comparando os resultados desta pesquisa com as melhorias socioambientais obtidas em outras regiões de características semelhantes.

Propõe-se, dessa forma, que outros pesquisadores aprofundem este trabalho através dessa linha de raciocínio para que haja melhor compreensão e expansão de saberes sobre o assunto, tanto por parte dos empreendimentos de mineração quanto, principalmente, por parte da população de cidades mineradoras, pois essas pessoas são as mais afetadas positiva ou negativamente pela gestão das empresas locais.

REFERÊNCIAS

- BATISTA, A.; FRANCISCO, A. Organizational sustainability practices: A study of the firms listed by the Corporate Sustainability Index. *Sustainability*, v. 10, n. 1, p. 226, 2018.
- BNDES, Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. Sustentabilidade Socioambiental da Mineração. BNDES Setorial 47, p. 333-390. 2018.
- BOMFIM, M. R. Avaliação de impactos ambientais da atividade minerária. Cruz das Almas, BA: UFRB, 2017. 46p. 2017.
- BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil, de 05 de Outubro de 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 01.11.2019.
- CORDER, G.D.; MCLELLAN, B.C.; GREEN, S., 2010. Incorporating sustainable development principles into minerals processing design and operation: SUSOP. *Miner. Eng.* 23,175–181, 2010.
- COSTA, A. D. La Vale Dans Le Nouveau Contexte D'internationalization Des Entreprises Brésiliennes. *Revista Entreprises et Histoire*, Editions Eska, ISSN 1161-2770, n. 54, avril 2009, p. 86-106. Paris, 2009.
- FARIAS, C. E. G. Mineração e Meio Ambiente No Brasil. Relatório Preparado para o CGEE. 2002.
- FERNANDES, F. R. C., MATOS, G. M. M., CASTILHOS, Z. C., LUZ, A. B. Tendências Tecnológicas Brasil 2015. *Geociências e Tecnologia Mineral*, Edição: 1, Capítulo: Mineração e Meio Ambiente. Centro de Tecnologia Mineral - Cetem, pp.191-208. 2015.
- G1. Mais cara, mineração a seco é alternativa a barragens, apontam especialistas; ENTENDA. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/2019/02/01/mais-cara-mineracao-a-seco-e-alternativa-a-barragens-apontam-especialistas-entenda.ghtml>. Acesso em: 22.08.2020.
- IBRAM, Instituto Brasileiro de Mineração. Gestão e Manejo de Rejeitos da Mineração/Instituto Brasileiro de Mineração. 1.ed. - Brasília: IBRAM, 2016. 128 p.
- INSTITUTO EVANDRO CHAGAS. Avaliação Dos Impactos Referente Ao Transbordo De Efluentes De Lama-Vermelha Na Cidade De Barcarena, Estado Do Pará: Relatório Técnico Nº: 002/2018, Processo Nº: 010/2018. 2018. Disponível em: https://www.iec.gov.br/wp-content/uploads/2018/03/RELAT%C3%93RIO-T%C3%89CNICO-002-2018-Final-Tabela-4-Modificada_SS.pdf. Acesso em: 02.01.2020.
- LIMA, D. P. Avaliação Da Contaminação Por Metais Pesados Na Água E Nos Peixes Da Bacia Do Rio Cassiporé, Estado Do Amapá, Amazônia, Brasil. 2013. 147 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical) – Universidade Federal do Amapá. Macapá, 2013.
- LINS, F. F. Concentração Gravimétrica Em Tratamento de Minérios. 2ª edição. CETEM/MCT. Rio de Janeiro, 1998.

LOPES, R. R.; SANTOS, M. M.; CRUZ, T. M. Mineração e conflitos pela posse da terra em Canaã dos Carajás: O caso do acampamento Planalto Serra Dourada. *Revista de Extensão e Estudos Rurais*. ISSN 2359-5116, vol. 7, n. 2. Jul.-Dez. 2018.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. *Texto Básico Sobre Impactos Ambientais No Setor De Extração Mineral*. Programa De Proteção e Melhoria Da Qualidade Ambiental. Brasília, 2001.

RIBEIRO, J. C. J.; SILVA, L. C. N. A Mineração No Estado Do Pará e As Barragens De Rejeito: O Paradigma Entre a Exploração e Os Impactos Negativos Decorrentes. *Anais do "V Congresso Internacional de Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável: Pan-Amazônia - Integrar e Proteger" e do "I Congresso da Rede Pan-Amazônia"*. Belo Horizonte: Editora Dom Helder, 2018.

SILVA, M. L.; ANDRADE, M. C. K. Os impactos ambientais da atividade mineradora. *Caderno Meio Ambiente e Sustentabilidade*, v. 11, n. 06, p. 67-82. Dezembro, 2017.

Sindicato das Indústrias Minerárias do Estado do Pará. *Mineração no Pará, Brasil e no Mundo*. Disponível em: <http://simineral.org.br/mineracao/mineracao-para>. Acesso em: 10.11.2019.

VALE. Complexo S11D Eliezer Batista. Disponível em: <http://www.vale.com/brasil/PT/initiatives/innovation/s11d/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 25.12.2019.

IBRAM. Instituto Brasileiro de Mineração. *Eleições 2018: Políticas Públicas para a Indústria Mineral*. Brasília, 2018.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. *Segurança de Barragens*. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/informma/item/10589.html>. Acesso em: 01.08.2020.

MORAIS, G. M.; MARTINS, H. C.; SANTOS, V. F. *Relatórios De Sustentabilidade De Empresas Mineradoras No Brasil: Uma Análise Do Seu Alinhamento Com A Agenda De Sustentabilidade Global E Especificidades Locais*. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v. 6, n. 6, p. 39032-39059 jun 2020.

VIEIRA, E. A. A (in)sustentabilidade da indústria da mineração no Brasil. *Estação Científica (UNIFAP)*, v. 1, n. 2, p. 1-15, 2011.

SEABRA, D. C. M. et al. *Educação e Gestão Ambiental no Desenvolvimento Sustentável na Mineração de Ferro: Aproveitamento de Rejeitos para Obtenção de Materiais Cerâmicos*. *BrazilianJournal of Development*, Curitiba, v. 5, n. 11, p. 26323-26331, nov. 2019.

WEIR ESCO. *Mineração a seco: descubra como funciona*. Disponível em: <https://www.esco-trucks.weir/mineracao-a-seco>. Acesso em: 02.05.2020.