

Gestão dos resíduos sólidos de uma atividade mineradora: um estudo das operações da Vale em Corumbá/MS

Anderson Luís Santo

Ana Cecília Victorio Cavalcante

Resumo

Os inúmeros acidentes ambientais que têm ocorrido recentemente vêm, em certa medida, promovendo a conscientização da sociedade sobre os impactos ambientais decorrentes dos processos produtivos, principalmente, das atividades que exploram os recursos minerais. Em consequência, uma série de leis e medidas protetivas vêm sendo criadas, visando encontrar meios que articulem a preservação ambiental e o crescimento econômico. Assim, este artigo busca examinar (através de levantamento bibliográfico, documental e entrevistas) a gestão dos resíduos sólidos gerados pela atividade da exploração mineral da Vale em Corumbá, no estado do Mato Grosso do Sul, evidenciando os impactos socioambientais causados pela atividade mineradora. Os resultados demonstram que, desde o acidente de Brumadinho/MG, a mineradora tem desenvolvido e implantado vários projetos que visam reduzir o impacto socioambiental de suas atividades. Alguns desses programas advêm do cumprimento de normas reguladoras, da legislação ambiental e da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Palavras-chave | Corumbá; Gestão Integrada de Resíduos Sólidos; Mato Grosso do Sul; mineração; Vale.

Classificação JEL | K32 L72 Q38.

Solid waste management in a mining activity: a study of Vale's operations in Corumbá/MS

Abstract

The numerous environmental accidents that have occurred recently have, to a certain extent, made society aware of the environmental impacts of production processes, especially activities that exploit mineral resources. As a result, a series of laws and protective measures have been created to find ways of combining environmental preservation and economic growth. This article therefore seeks to examine (through a bibliographical and documentary survey and interviews) the management of solid waste generated by Vale's mineral exploration activities in

Corumbá, in the state of Mato Grosso do Sul, highlighting the socio-environmental impacts caused by mining activities. The results show that, since the Brumadinho/MG accident, the mining company has developed and implemented various projects aimed at reducing the socio-environmental impact of its activities. Some of these programmes stem from compliance with regulatory standards, environmental legislation and the National Solid Waste Policy.

Keywords | Corumbá; Integrated Solid Waste Management; Mato Grosso do Sul; mining activity; Vale.

JEL Classification | K32 L72 Q38.

Gestão de resíduos sólidos de uma atividade minerária: um estudo de las operaciones de la Vale en Corumbá/MS

Resumen

Los numerosos accidentes medioambientales ocurridos recientemente, en cierta medida, han promovido la concientización de la sociedad sobre los impactos medioambientales resultantes de los procesos de producción, principalmente, de las actividades que explotan los recursos minerales. Como consecuencia, se han creado una serie de leyes y medidas de protección para encontrar medios que articulen la preservación del medio ambiente y el crecimiento económico. De esta forma, este artículo busca examinar (mediante un levantamiento bibliográfico, documental y entrevistas) la gestión de los residuos sólidos generados por la actividad de la exploración minera de la Vale en Corumbá, en el estado de Mato Grosso do Sul, destacando los impactos socioambientales causados por la actividad minera. Los resultados muestran que, desde el accidente de Brumadinho/MG, la empresa minera ha desarrollado e implantado diversos proyectos destinados a reducir el impacto socioambiental de sus actividades. Algunos de estos programas se derivan del cumplimiento de las normas reglamentarias, de la legislación ambiental y de la Política Nacional de Residuos Sólidos.

Palabras clave | Corumbá; Gestión Integrada de Residuos Sólidos; Mato Grosso do Sul; minería; Vale.

Clasificación JEL | K32 L72 Q38.

Introdução

Com a ascendente atenção dada aos desastres socioambientais ocorridos nas últimas décadas no Brasil e no mundo decorrentes de atividades industriais, os governos, as instituições de pesquisa e ensino, as organizações empresariais e toda a sociedade civil vêm enfrentando uma verdadeira corrida contra o tempo. O intuito é reverter os impactos ambientais causados pela ação humana ao meio ambiente, ou, ao menos, tentar diminuir a situação catastrófica diante de nós, exemplificadas pelas

intensas ondas de calor e frio, elevação do nível dos oceanos, seca, destruição das florestas, escassez e/ou excesso de chuvas e outros.

Segundo a Resolução Conama nº 001/1986, considera-se impacto ambiental toda e qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente resultante de atividades humanas gerando consequências para a saúde, segurança e bem-estar das populações humanas, do meio ambiente e demais vidas silvestres (BRASIL, 1986).

Desde a década de 1970, quando da realização das primeiras conferências para discutir as mudanças climáticas no mundo, a preocupação e o interesse da sociedade como um todo sobre a gestão e os impactos da exploração dos recursos naturais têm aumentado (Bursztyn; Bursztyn, 2012). Essa mobilização é marcada por intensos conflitos, principalmente, entre as visões opostas dos economistas e ambientalistas (Sachs, 2008), gerando um notável afastamento de possíveis soluções para redução dos malefícios causados pela ação humana no meio ambiente, bem como a definição de um gerenciamento sustentável dos meios naturais da ecossfera (Vieira; Weber, 1997).

Aprofundando essas discussões nas atividades mineradoras, foco deste estudo, os dados do Comitê Nacional em Defesa dos Territórios Frente à Mineração (2021), afirmam que, em 2020, as extrações ilegais de minérios provocaram 722 acidentes ambientais e 823 ocorrências de conflitos envolvendo ao menos 1.088.012 pessoas no país. Tais conflitos, segundo o Comitê, decorrem principalmente da relação entre terra e água, dois epicentros que já geraram (como ainda geram) inúmeros desastres ambientais, tal qual aconteceu no Brasil, em 2019, quando do rompimento da barragem de minério de ferro da mineradora Vale em Brumadinho. Segundo Rodrigues (2019), esse rompimento lançou 12 milhões de metros cúbicos de rejeitos na região (terra e rios) resultando em 272 pessoas mortas e outras 11 desaparecidas. Afora o impacto causado no rio Paraopeba, um dos afluentes do rio São Francisco, gerando a morte de animais e plantas aquáticas em decorrência da redução da quantidade de oxigênio na água, além de torná-la imprópria para consumo humano.

Disso decorre a importância de reconhecer quais são as atividades exploradas pela mineradora Vale em Corumbá, considerada a Capital do Pantanal, bioma que contém a maior área alagada do mundo (Santo; Voks, 2021). E saber, ainda, como ocorre a Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos (Girs) na região (inclusive as medidas de prevenção/aferição), afinal, as atividades mineradoras são importantes fontes de criação de renda, contudo, são as que mais geram resíduos sólidos de alto risco no país (Araujo; Olivieri, Fernandes, 2014). Importante destacar que por Girs se compreende “um conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos” (Brasil, 2010, s/p). Isso é extremamente importante, visto os números de acidentes ambientais e da poluição na mineração discutidos anteriormente.

Deste modo, o objetivo desse trabalho é compreender como ocorre a gestão de resíduos sólidos gerados pela exploração mineral da Vale em Corumbá, no estado de Mato Grosso do Sul (MS). Especificamente, serão identificados os programas voltados à Girs considerando a quantidade de resíduo gerado, o estado do rejeito, sua classificação, acondicionamento e destinação final.

Procedimentos metodológicos

Esta pesquisa possui uma abordagem qualitativa pela finalidade exploratória e descritiva. Baseado em Flick (2009), utilizou-se, como estratégia de investigação a triangulação de multimétodos qualitativos, como a pesquisa bibliográfica (em livros, artigos, teses e demais trabalhos sobre as palavras-chave desse estudo, que permitiram elaborar o referencial teórico), da documental (em matérias jornalísticas locais; leis e decretos sobre a gestão dos resíduos sólidos; nos relatórios/balanco social da Vale e no próprio *site* da mineradora, onde foi possível reconhecer seus programas, suas atividades e os principais números econômicos e sociais resultantes de suas atividades) e da realização de entrevistas (através de um roteiro, elaborado por nós com base na pesquisa bibliográfica e documental) especificada abaixo. Esse método foi escolhido a fim de compreender a problemática de pesquisa em profundidade. Esses diversos caminhos de investigação foram selecionados tendo em vista que construir o método científico a partir das diferentes óticas sobre o fenômeno em questão auxilia na compreensão geral do objeto e campo de estudo. A análise dos fenômenos, identificados durante o trabalho de campo possibilita a produção do conhecimento e uma ampla visão sobre o objeto de estudo.

As entrevistas foram realizadas a partir do pressuposto do artigo 21 da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (Brasil, 2010a, s/p), ou seja, “com os responsáveis por cada etapa do gerenciamento de resíduos sólidos”, respectivamente, um supervisor da área de Meio Ambiente e um geotécnico. Juntos, eles realizam o controle dos indicadores de gestão dos resíduos gerados e os possíveis impactos causados por estes na natureza e junto à comunidade. O terceiro entrevistado foi um analista operacional do setor de usina, responsável pelo gerenciamento e controle de indicadores de produção e, por fim, um engenheiro eletrotécnico, responsável pela obra da Planta de Filtragem. Todos foram entrevistados entre os dias 12 à 19 de abril de 2022, em suas respectivas unidades na Mina Santa Cruz, pertencente à Vale Corumbá. As entrevistas foram gravadas e transcritas, ocasião em que se utilizou o *Microsoft Office Excel 2019* para ajudar a organizar os dados levantados e a elaborar a redação final da pesquisa.

Fundamentado em Vergara (2012), a análise dos dados ocorreu, inicialmente, com a definição do problema da pesquisa; revisão de literatura pertinente que ofereceu suporte ao estudo; elaboração do roteiro de entrevista; coleta de dados; análise do material coletado de forma qualitativa, confrontando os resultados da pesquisa com

a teoria que deu suporte à investigação; elaboração dos resultados e conclusões do estudo.

Fundamentação teórica

Gestão Socioambiental e Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos

As questões relacionadas aos princípios éticos vêm alcançando grande visibilidade no contexto global, especialmente relacionado ao comportamento das organizações e seus usos e limites de atuação. Essa discussão está cada vez mais urgente e recorrente, sobretudo pela importância que a gestão socioambiental veio/vem conquistando no meio científico (agendas de pesquisa) e político (elaboração de leis e políticas públicas), a partir do debate entre a ética, o crescimento econômico e a preservação ambiental (direitos da natureza) e social (direitos humanos) (Santo; Voks, 2021).

A Gestão Socioambiental é um conjunto de práticas, ações e projetos que as organizações devem traçar e cumprir para que suas atividades ocorram pautadas no desenvolvimento sustentável, ou seja, aconteçam, como destaca Sachs (2008), visando o atingimento das dimensões ambiental, econômica, social, cultural, espacial, psicológica, política nacional e internacional. Isso demonstra a importância do tema. Mas, apesar dessa importância, a ênfase na gestão socioambiental, efetiva, justa e ética, demorou anos para se consolidar e ganhar espaço no cenário mundial.

Segundo Bursztyn e Bursztyn (2012), nas décadas de 1950 e 1960 houve um despertar da consciência ecológica, sendo resultado de estudos científicos que alertavam a sociedade sobre o responsável pelos desastres ambientais e as graves consequências geradas, frutos dos modelos de desenvolvimento adotados. Esse alerta, porém, teve desafios para ser efetivado nas agendas públicas e na prática empresarial. A rivalidade entre as argumentações ambientalistas e os interesses economicistas não chegavam a um acordo, logo, houve demora para que uma grande parte da sociedade entendesse que os avanços econômico-tecnológicos não podem caminhar separadamente da proteção ao meio ambiente.

Sachs (2008) explica que após o despertar da consciência ecológica acontece a Conferência de Estocolmo, em 1972, a primeira de cunho ambiental mundial com grande relevância, sendo um marco histórico em prol da natureza. Posteriormente, aconteceram outros comitês, conferências e assembleias, onde diversos chefes de Estado se reuniram para debater e tratar de temas relativos à conservação da biosfera e a cooperação internacional. Em síntese, esses movimentos são essenciais para o avanço das medidas reparatórias e preventivas que temos atualmente como, por exemplo, a gestão das águas. Nisso, a discussão e criação da noção de desenvolvimento sustentável mostrou-se oportuna.

Para Bursztyn e Bursztyn (2012), o desenvolvimento sustentável significa tomar estratégias sobre o uso, ou não, dos recursos naturais, reconhecendo seus valores, impactos na utilização, possíveis formas substitutas e a delimitação de como gerar crescimento econômico (exploração de determinado recurso) sem comprometer a vida das gerações futuras. Ou seja, o desenvolvimento sustentável é a possibilidade de idealizarmos uma atividade econômica em consonância com a preservação ambiental e a social juntas. No caso dessa pesquisa, a atividade econômica em análise é a exploração mineral, que deve ser realizada em consonância com a Girs, devido ao impacto que essa atividade gera.

A Girs envolve um “conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável” (Brasil, 2010a, 2010b, s/p). Isso é importante, afinal, o setor minerário é, segundo o Centro de Tecnologia Mineral (CETEM, 2001), um dos maiores responsáveis pela degradação ambiental no Brasil, e, para minimizar os efeitos nocivos dessa atividade, uma boa Girs deve ser traçada e ser uma prática constante nas práticas das organizações que atuam na mineração. Visão essa corroborada pelo Conselho Nacional do Ministério Público (CNMP, 2021, p. 1), ao afirmar que, na mineração, a gestão (geração, tratamento e destinação) “de resíduos sólidos se configura como uma das grandes preocupações de empreendimentos minerários, principalmente se entendermos a diversidade e os significantes volumes de resíduos gerados por suas atividades”.

A respeito da Girs, a pesquisa de Silva Filho e Soler (2019) argumentam que diante da necessidade de proteger a natureza, torna-se imperiosa uma eficiente Girs pautada, principalmente, na priorização, no desenvolvimento e na implantação de tecnologias limpas; de novas fontes de energias sustentáveis; da substituição de matérias-primas poluentes; da otimização dos processos industriais; e da gestão dos resíduos sólidos gerados. Tudo isso atrelado à gestão sistêmica da organização (inclusão e participação de todos os setores) e com foco no eixo econômico, desde que preservando o meio ambiente.

Segundo a Normas Técnicas Brasileiras (NBR) 10.004, da Associação Brasileira de Normas Técnicas, apresentado pelo Cetem (2001), os resíduos gerados no processo produtivo de exploração mineral podem ser classificados em, ao mínimo, como industriais, que são provenientes de processos produtivos e de instalações industriais (sendo subclassificados em perigosos, não inerentes e inerentes); e minero-metalúrgicos, são os que resultam da extração ou beneficiamento de minérios (sendo subclassificados em estéreis, materiais escavados, gerados pelas atividades de extração dos minerais; e os rejeitos de mineração).

A pesquisa de Fleury (2023) destaca que a quantificação desses variados resíduos gerados pela atividade de mineração é extremamente difícil, pois há uma multiplicidade de operações e tecnologias específicas tanto para a extração quanto

para o beneficiamento do minério. Mesmo após o episódio de Brumadinho, com toda tentativa do governo federal de unificar e sistematizar essa quantificação, os dados são incertos devido à pluralidade. Portanto, segundo o autor, falta maior controle sistemático integrado a nível nacional.

Depreende-se, dessa exposição, que a política de Girs, implementada dentro de uma organização, torna-se um marco institucional do desenvolvimento sustentável, apontando a direção dos investimentos para incentivar uma economia circular inovadora, que maximiza o aproveitamento dos materiais e fomenta novas cadeias de valor. Contudo, muitas organizações não definem e/ou implementam práticas de Girs (Fleury, 2023; Silva Filho; Soler, 2019), justificando o surgimento das legislações ambientais que vão indicar como as atividades e a gestão devem ocorrer, nesse caso, a atividade da mineração.

Legislação ambiental e atividade mineradora

Segundo Vieira e Weber (1997), o tema meio ambiente é, na maioria das vezes, tratado de maneira independente do âmbito social, promovendo, assim, uma rivalidade entre homem *versus* natureza, proporcionando a falsa aparência de que haveria desvantagens no quesito de avanços tecnológico uma vez que a preservação do meio ambiente fosse tratada de forma prioritária. Todavia, como nos ensina Sachs (2008), só haverá desenvolvimento sustentável se o Estado estiver presente e intervir e regular o mercado por meio de leis, decretos, programas e políticas públicas, caso contrário, não haverá preservação socioambiental, uma vez que o mercado não se preocupa com os custos socioambientais de sua exploração.

Dessa forma, durante as décadas de 1970-1980 foi criada uma legislação ambiental no Brasil, segundo a qual as ações de comando e controle relacionadas a questões ambientais foram estabelecidas por meio da criação de leis e órgãos fiscalizadores. Visando a proteção ambiental, surgiu a Lei Federal 6.938/1981 que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) no Brasil. A PNMA define o meio ambiente como o “conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abrigam e regem a vida em todas as suas formas” (Brasil, 1981, s/p).

Para Bursztyn e Bursztyn (2012), esse conjunto de dispositivos é fruto da compreensão da forte ligação existente entre homem e natureza, e da urgente necessidade de desenvolver técnicas de extração dos recursos naturais sem prejudicar o meio ambiente. Eles são recentes, mas a história nos mostra que as ameaças às nossas riquezas ambientais começaram há séculos. Para os autores, logo após a chegada dos portugueses à América iniciou a exploração dos recursos naturais de forma indiscriminada, pois, naquele tempo, tanta exuberância natural parecia interminável.

Pouco mais de cinco séculos nos separam daquele Brasil de 1500, habitado por indígenas e colonizado por europeus. Hoje, a população brasileira está estimada em 213,3 milhões de habitantes (IBGE, 2021), sendo o quinto país do mundo em extensão territorial, detentor de tecnologia de ponta, o que coloca o país entre as 10 maiores economias do planeta (SGM/MME, 2021). Contudo, o Brasil de 2022, que esperava ter a tão sonhada “ordem e progresso” (estampados em sua bandeira), está cada vez mais parecido com aquele Brasil de 1500, ou até pior, se analisarmos em profundidade a exploração ambiental que diariamente estampam os jornais, que culminam em secas, chuvas intensas, desmoronamentos, rompimento de barragens e tantas outras mazelas socioambientais.

O sistema legal de proteção ambiental brasileiro é um dos mais robustos do mundo, mas tem padecido de falta ou deturpada operacionalização (Gonçalves; Campos, 2021), ou seja, nem tudo que é definido em lei acaba sendo aplicado. Desde a PNMA há normatizações que definem as relações entre o crescimento econômico e a utilização dos recursos naturais. Foi dessas normativas que surgiu o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama).

O Conama é um órgão consultivo e deliberativo que trabalha na formulação de normas que atendam nacionalmente as demandas de proteção e preservação do meio ambiente (Brasil, 1986). As questões ambientais ganharam espaço na agenda política, sendo fortalecidas pela Constituição de 1988, onde, no artigo 225, estão as incumbências vinculadas ao Poder Público relativo ao meio ambiente, das quais: i) preservar e restaurar os processos ecológicos e prover um manejo ecológico; ii) exigir estudo prévio de impacto ambiental de atividades com alto potencial de degradação ao meio ambiente (como a mineração); e iii) promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e na consciência pública coletiva (Brasil, 1988).

A Constituição Federal de 1988 balizou a criação do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), em 1989. Este órgão federal é uma autarquia vinculada ao Ministério do Meio Ambiente e tem a missão de fiscalizar e aplicar penalidades administrativas, além de decidir conceder, ou não, licenças ambientais para os empreendimentos. Vários tipos de atividades econômicas precisam adotar uma série de medidas para prevenir, reduzir ou compensar danos ao meio ambiente e não prejudicar os ecossistemas e a saúde da população. Por isso, há a necessidade de obter, renovar e manter o Licenciamento Ambiental.

Licenciamento ambiental é “um procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras” (Brasil, 1997, s/p). O processo de obtenção do licenciamento ambiental é realizado em fases (licenças prévia, de instalação e de operação), sendo uma dependente da outra. Somente ao final desse processo é que

o início da atividade é autorizado. O sistema de licenciamento é, portanto, uma ferramenta do poder público para que aquelas atividades com potencial poluidor sejam realizadas de forma ambientalmente adequada.

É dentro desse debate que se insere a atividade mineradora, que possui uma grande capacidade de gerar impactos ambientais, sendo, segundo Araújo *et al.* (2014), esses efeitos negativos associados às diversas fases da exploração dos bens minerais, desde o processo de retirada do material na área de lavra, o beneficiamento do minério e o transporte até os pátios. Assim, para que ocorra um maior controle ambiental na exploração mineral, criaram-se órgãos federativos com a finalidade de gerenciar, controlar, fiscalizar e fomentar esta atividade. São eles: Secretaria de Minas e Metalurgia, Agência Nacional de Mineração e Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais.

Diante de significativo histórico de passivos e destruição ambientais ocasionados pelas atividades minerárias nos últimos anos no Brasil, o setor vem sendo pressionado, pela sociedade em geral e pelas leis ambientais, para adotar uma postura mais rígida, ética e transparente por meio de estratégias que permitam ter maior controle e gerenciar seus resíduos. Essa cobrança também parte dos investidores, pois não querem perder dinheiro nem investir em atividades que prejudicam a sociedade e a natureza.

Dialogando com isso, temos a Lei 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), cujo objetivo é adotar medidas de controle dos resíduos gerados pelas indústrias e estabelecer normas e diretrizes quanto ao armazenamento e destinação final dos resíduos sólidos. Segundo a PNRS (artigo 13), os resíduos de mineração são todos aqueles gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios. Essa política proíbe o lançamento a céu aberto de resíduos, demandando a Girs, que na mineração (artigo 21) deve conter, no mínimo: descrição da atividade, diagnóstico dos resíduos gerados, cumprimento das normas, ações preventivas e corretivas, minimização da geração de resíduos e controle do passivo ambiental.

Corroborando com a discussão anterior, temos os dados da pesquisa do CNMP (2021) e de Fleury (2023), que argumentam sobre as fragilidades da legislação brasileira diante dos graves acidentes ocorridos no setor da mineração. Os autores destacam que, por exemplo, a tragédia de Brumadinho escancarou o quanto não basta ter um aparato judicial (em leis, decretos e normativas). Esse episódio revelou o despreparo das instituições públicas e das comunidades que vivem nos entornos das mineradoras para agir rapidamente em caso de desastres, além de demonstrar a importância da criação de programas localizados e de defesas civis municipais capacitadas.

A adoção da PNRS é fundamental, pois, conforme dados do Secretaria de Geologia, Mineração e transformação mineral/Ministério das Minas e Energia (SGM/MME) (2021), em 2020 a produção de minério de ferro da Vale no Brasil totalizou 300,4

Mt, gerando 494,3 milhões de toneladas de resíduos minero-metalúrgicos. A mineração compõe 3,18% do Produto Interno Bruto (PIB) do país, o equivalente a R\$ 209 bilhões. Esses números demonstram a importância da Girs, pois, anterior ao acidente em Brumadinho, a unidade da Vale em Corumbá já havia provocado um grande acidente ambiental: o secamento do córrego Urucum, em 2011. Segundo Santo (2021), esse acidente é resultado de um grande descaso do governo e dos órgãos reguladores que vieram acobertando os crimes da Vale na região, e que pode ser assim resumido:

Diferentes esferas do governo e órgãos reguladores acobertam as ações da Vale em Corumbá e Ladário. Em 1998, a volumosa água mineral que descia do morro e formava o Córrego Urucum, que irrigava sítios e balneários da região, além de parte dos assentamentos rurais Urucum (Corumbá) e 72 (Ladário), se transformou num filete de água avermelhada (devido à contaminação do minério). De 2004 a 2009, novos vazamentos desviaram o curso da água, que era desperdiçada pelas estradas que dão acesso à mina do Urucum. Em 2010, o Ministério Público Estadual de MS entrou com uma ação pública na justiça pedindo a condenação da mineradora, que foi acolhido em outubro de 2017, condenando-a a pagar o irrisório valor de R\$ 5 milhões. Valor este que nunca chegou ao córrego, muito menos para as famílias atingidas, pois, segundo reportagem do jornal Correio do Estado (2019), do total do acordo firmado (R\$ 6.190.376,41, atualizado do dia da condenação, até o dia do pagamento), R\$ 2.390.454,33 foram destinados à Universidade Católica Dom Bosco (em Campo Grande); R\$ 691,5 mil, ao Conselho de Segurança de Corumbá e Ladário; R\$ 2.105.965,45 milhões ao Fundo Municipal de Meio Ambiente de Corumbá; R\$ 902.556,62 ao Fundo Municipal de Meio Ambiente de Ladário; e apenas R\$ 500 mil aplicados em projetos e iniciativas socioambientais no território afetado (construção de poços artesianos e cisternas) (Santo, 2021, p. 291).

Portanto, esta seção deixa claro que a existência das leis e políticas públicas deveria regular a forma de como a gestão dos resíduos sólidos deve ocorrer. Contudo, a história nos mostra que nem mesmo esses dispositivos legais têm impedido que acidentes aconteçam. Seja em Corumbá, como relatado acima, ou em Brumadinho, por exemplo. Tudo isso, justifica a necessidade de reconhecer como ocorre a Girs na região e se as medidas adotadas estão em consonância com as leis apresentadas.

Resultados da pesquisa

A leitura dos dados obtidos durante as entrevistas, à luz da teoria aplicada, fez emergir três categorias de análise que ajudaram a redigir os resultados deste trabalho. Cada uma é detalhada na sequência.

Identificando a quantidade produzida e os rejeitos da atividade

A Vale é uma mineradora multinacional brasileira, das maiores do Brasil e uma das maiores do mercado global. Está presente em Corumbá e Ladário, Mato Grosso do Sul, onde hoje extrai o minério de ferro e manganês, ambos vendidos tanto para o mercado interno, transportado pela rodovia, quanto ao mercado externo, escoado por ferrovia até o Porto Gregório Curvo, localizado na região de Porto Esperança/Corumbá, de onde segue via fluvial até San Lorenzo, na Argentina.

O setor usina é o responsável pelo processo de beneficiamento do minério e deste resulta o rejeito. Para compreender como ocorre a Girs, entrevistamos o Analista Operacional deste setor.

Com relação à quantidade, em 2021 foram produzidas 2.711.713 toneladas de minério de ferro (fino e granulado), sendo consumido neste mesmo ano 3.230.771m³ de água. A quantidade de rejeito seco (fino de britagem, empilhado), gerou, em 2021, um volume de 478.697 t., enquanto o rejeito polpa (arenoso) gerou um volume de 347.974 t.

Quando estes rejeitos chegam ao espessador (Figura 1), o resíduo gerado no beneficiamento do minério passa pelo processo de separação das partes sólida e líquida com o objetivo de promover a recuperação/recirculação de água e o material que comporá a barragem. Assim, o resíduo denso é puxado para o fundo do espessador, sendo conduzido por uma tubulação até a barragem do Gregório. A água é reutilizada e, por isso, retorna ao tanque australiano para que possa ser redistribuída para as plantas de lavagem, reiniciando o ciclo. O rejeito final do processo, ao ser conduzido para a barragem do Gregório por tubulações, contém 40% de material sólido (alta concentração de ferro e areia) e 60% de composição líquida (água). Ao chegar à barragem, grande parte da água ainda composta de rejeito é drenada e bombeada novamente ao tanque australiano. É como se ocorresse uma segunda filtragem, visando garantir que a separação aconteça de forma eficiente e que a água esteja em condições de ser reutilizada no processo de beneficiamento, tornando o rejeito da barragem do Gregório um material com baixo teor de água.

Figura 1 – Vista aérea do espessador



Fonte: Imagem fornecida durante a entrevista (2022).

Diante dessa exposição, fica reconhecida a técnica de reciclagem adotada pela Vale em Corumbá, promovendo uma destinação ambientalmente segura e necessária para este tipo de resíduo sólido, além da reutilização da água. Ademais, devido à baixa porcentagem de água contida no rejeito disposto na barragem do Gregório, está sendo realizada uma escavação em um dos três diques da barragem visando à garantia operacional de forma a tornar o ciclo de operação sustentável. O rejeito gerado na mina não contém nenhum tipo de composto químico adicionado durante o processo de beneficiamento, tendo assim a mesma composição do material extraído anteriormente da área de lavra. Este rejeito, já em estado seco, é redirecionado para áreas de reabilitação ambiental denominada Recuperação de Áreas Degradadas (RAD), ou seja, áreas que sofreram desmatamentos em função de abertura de frentes de lavra e, após encerramento da exploração, inicia-se a recuperação desse local.

Uma vez identificado para a técnica de reciclagem adotada, chega o momento de reconhecer os projetos e procedimentos implementados e/ou almejados pela empresa, visando a minimização da geração de resíduos sólidos.

Detalhando os procedimentos, especificamente da produção de rejeito polpa (arenoso), o analista operacional do setor Usina, informou que está em andamento a obra da Planta de Filtragem de Rejeitos (Figura 2), que eliminará o uso de barragens para disposição dos rejeitos. Isso foi um compromisso assumido mundialmente pela Vale, em 2019, decorrente do catastrófico rompimento da barragem de Brumadinho.

Figura 2 – Planta de filtragem de rejeitos



Fonte: Imagem fornecida durante a entrevista (2022).

Sobre a implantação da Planta de Filtragem, foi questionado ao entrevistado como funcionaria esse processo e quais os impactos ambientais serão minimizados a partir da implementação desse projeto. Na ocasião, relatou:

O projeto visa o empilhamento a seco onde a separação do sólido/líquido do rejeito será realizada através de filtro de prensas. O resíduo sólido filtrado será empilhado e o mesmo será direcionado 100% para áreas de Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD). Os principais impactos causados pela implementação desse projeto será uma maior recuperação de água do processo de beneficiamento a úmido do minério de ferro, em alinhamento com a estratégia Vale de eliminar disposição de rejeitos em barragem (Técnico de Processos, 2022).

Após a implantação da Planta de Filtragem na Mina Santa Cruz/Corumbá, a Vale eliminará 100% o uso de barragem no processo. Com isso, o resultado será uma

significativa economia de recursos: menos energia e etapas de produção, diminuição no uso de água, ganho na produtividade, além de proporcionar uma operação mais segura para todos os empregados, a comunidade do entorno e para o meio ambiente.

Gerenciamento do rejeito mineral nas barragens

Após todo processo produtivo apresentado no item anterior, ocorre a geração de rejeitos que são encaminhados para a barragem. Esta atividade é controlada principalmente pelo setor de “Geotecnia”, que conta com uma equipe especializada e treinada para atender às legislações, como a PNRS e a Política Nacional de Segurança de Barragens (Brasil, 2010b), além do suporte operacional e gerenciamento de riscos voltados à gestão de barragem. As principais atribuições desse setor são o atendimento às exigências dos órgãos fiscalizadores (como o Ibama) e o monitoramento e manutenção da barragem do Gregório (Figura 3). Na imagem, observa-se a escavação no dique central da barragem (Δ) mencionado anteriormente, com o rejeito já em estado sólido e, ao fundo da imagem (\circ), um rejeito com composição mais líquida, o que indica que este foi gerado há menos tempo.

Figura 3 – Barragem do Gregório (Mina Santa Cruz)



Fonte: Capturada pelos autores (2022).

Na Vale, a gestão de resíduos tem por objetivo contribuir com sua redução e seu reaproveitamento, bem como minimizar os riscos socioambientais de sua destinação (Vale, 2020). Essa política de gestão foca em três principais eixos de atuação: i) otimizar a extração e o processamento mineral (aproveitamento interno dos resíduos; reduzir os riscos de solubilização de metais para as drenagens na

disposição de estéreis, rejeitos e escórias em pilhas); ii) investir em projetos que possibilitem a otimização do processamento de estéril, rejeitos e escórias com a implantação de tecnologias; e iii) priorizar o processamento a seco.

Em relação ao gerenciamento de barragens, a Vale tem uma rígida política de segurança de gestão, na qual, são realizadas inspeções quinzenais pela equipe de Geotecnia, que é capaz de detectar, avaliar e classificar situações de emergência em potencial. Conforme relatado na entrevista, esses procedimentos preventivos têm como finalidade garantir a integridade da estrutura e a manutenção do nível de sua condição de segurança, evitando assim situações que ponham em risco a barragem e a área jusante.

Foi verificado também, durante o trabalho de campo, o constante monitoramento da estrutura da barragem do Gregório que ocorre por meio do Centro de Monitoramento Geotécnico, implementado em 2022, em cumprimento ao Sistema de Gestão de Segurança da Vale, fundamentado na PNRS. Essa barragem (Figura 3), também é monitorada constantemente por diferentes instrumentos – como o piezômetro (equipamento utilizado para medir pressões estáticas e monitorar os níveis da água nos aquíferos), indicadores de nível d'água, marcos superficiais e réguas graduadas –, cujo objetivo é melhorar o gerenciamento das barragens, facilitando ações preventivas e corretivas. Daí a necessidade de capacitação contínua da equipe, para que tudo funcione quando necessário.

Referente a isso, o entrevistado relatou que os empregados da Vale e a comunidade que se localiza no entorno da mineradora (pequenos sítios, proprietários de fazendas e estabelecimentos de lazer), recebem periódicos treinamentos por parte da equipe de segurança da empresa, com orientações sobre como agir em caso de sinistro. Para tanto, são demarcados, ao longo dos acessos da área administrativa, da mina (internas da mineradora) e em áreas compartilhadas com a comunidade (externas à mineradora e utilizadas pela comunidade, como rodovias), o caminho seguro e pontos de encontro para casos de emergência. No caso dos empregados da Vale, é obrigatória a realização do treinamento Plano de Ação de Emergência para Barragem de Mineração – uma simulação realizada a cada seis meses cujo objetivo é preparar os colaboradores a como agir em caso de rompimento de barragem.

Fechando essa etapa, o geotécnico informou que toda essa operação é fiscalizada pelos órgãos reguladores e, caso algum item não seja plenamente elaborado e/ou implantado, a Vale corre o risco de perder seu licenciamento ambiental. Portanto, o gerenciamento da barragem em Corumbá tem sido realizado de forma calculada e intensiva, tanto para manter as atividades quanto para a preservação socioambiental da região, indicando a importância da gestão ambiental na atividade mineradora.

Gestão ambiental adotada pela Vale

Após as duas etapas anteriores mencionadas, a Vale precisa realizar ações de controle e preservação ambiental, uma vez que os mecanismos adotados são de significativa importância para a segurança e preservação da fauna, da flora e da comunidade local. O conjunto de ações descritos nessa etapa, somado às etapas anteriores é o que compõe a gestão ambiental da Vale em Corumbá.

Isso é realizado, em grande parte, pelo setor de “Meio Ambiente”, cuja função é apoiar as áreas operacionais e garantir 100% de atendimentos das condicionantes ambientais descritas nas Licenças de Operações (LO), em diversos setores, como manutenção, postos de combustíveis, operação de lavra, operação de usina, engenharia e operação de mina e expedição. Além disso, este setor é responsável por acompanhar as metas de sustentabilidade, realizar a gestão do atendimento aos requisitos legais (federal, estadual e municipal), gerir contratos de supressão vegetal, monitorar o meio ambiente e operacionalizar o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD).

No setor de Meio Ambiente, o supervisor da área foi quem participou da pesquisa, momento em que foram priorizadas questões relacionadas à Girs, sua classificação, destinação e principais programas e ações voltadas ao tema.

Apesar das ações e projetos da empresa para minimizar a geração de resíduo sólido, ficou claro que, devido à quantidade produzida, o volume de rejeitos ainda é elevado. Como, por exemplo, o total de resíduo não perigoso (aqueles que não apresentam quaisquer propriedades de periculosidade como corrosividade, reatividade, toxicidade, inflamabilidade e patogenicidade), gerado em 2021, foi de 2,23 mil toneladas. Segundo a norma NBR 10.004/04, exemplos de resíduos não perigosos são as sucatas de plásticos, papel, papelão, resto de alimentação, resíduo de fossa séptica, madeira etc. Na Vale, esse tipo de material é de responsabilidade de cada setor gerador desse resíduo.

Operacionalmente, cada setor precisa abrir um Manifesto Interno de Descartes para destinar esses resíduos corretamente à Central de Materiais Descartados (CMD). Cada resíduo que chega à CMD tem sua destinação adequada, sendo os resíduos orgânicos transformados em adubo para o plantio de mudas, que por sua vez serão destinadas ao reflorestamento das áreas exploradas. Já o lixo comum é destinado para o aterro industrial. Todas as sucatas de plásticos, borrachas e papelão são doadas para grupos de reciclagem da região. Os bens móveis, dependendo de seu estado de conservação, são doados para instituições locais, enquanto os veículos, equipamentos e máquinas são vendidos, contribuindo com a receita da empresa.

Os estéreis, por sua vez, são um dos principais resíduos sólidos gerados na atividade de mineração, sendo utilizado no processo de recuperação de áreas e reflorestamento. Este processo é realizado por meio do controle de mapeamento

das áreas que sofreram supressão vegetal (áreas que sofreram a retirada da vegetação natural para a exploração mineral), sendo que, anualmente, ocorre um planejamento de recuperação dessas áreas. Este processo é feito com 100% de espécies nativas que são catalogadas pelo setor e cultivadas no viveiro florestal.

Importante salientar a existência de aterro sanitário de propriedade da empresa, sendo o único licenciado no Mato Grosso do Sul com uso exclusivo para as operações, garantindo a destinação e tratamento dos resíduos de forma ecologicamente correta.

Por sua vez, a atividade da Vale também gera um alto volume de resíduos perigosos, que são os contaminados com óleo, graxa, pilhas e baterias diversas, restos de óleo lubrificante, de explosivo em geral, lâmpadas e borra oleosa. Segundo a NBR 10.004/04, esses resíduos apresentam riscos à saúde pública e ao meio ambiente, exigindo tratamento e disposições especiais. Somente em 2021 foram gerados um total de 109,72 toneladas de resíduos perigosos.

Além dos resíduos já citados, há, ainda, os efluentes sanitários, resultantes dos dejetos humanos. Em 2021 foram geradas 668,26 toneladas. Todo esse material é coletado em caminhão limpa-fossa e destinado para tratamento externo, na Empresa de Saneamento de Mato Grosso do Sul (Sanesul).

Outro produto gerado na atividade mineradora são os resíduos de construção civil. Estes são separados, seguem para um processo de moagem que, posteriormente, é reutilizado como matéria-prima da pavimentação asfáltica interna.

Para que todo esse processo da Girs da Vale ocorra como planejado em Corumbá, foi destacada por todos os participantes durante a entrevista a importância da educação ambiental, uma prática social que estimula a reflexão crítica na busca de soluções e ações racionais para solucionar os problemas socioambientais em nosso meio (Silva Filho; Soler, 2019). Capacitações sobre essa temática se mostram importantes, como já mencionado nos estudos do CNMP (2021) e de Fleury (2023). Localmente, as capacitações (Figura 4) ocorrem internamente (junto aos funcionários) e externamente, nas comunidades Antônio Maria Coelho, Assentamento Urucum e Porto Esperança, todos localizadas no entorno das operações da Vale.

Figura 4 – Campanha de prevenção com as comunidades



Fonte: Imagem fornecida durante a entrevista (2022).

Depois do acidente de Brumadinho, o Centro de Monitoramento Geotécnico implantou várias regularizações e normativas na região, como o sistema automático de sirenes (localizada no maciço da barragem), a intensificação da frequência de monitoramento das estruturas e as avaliações de seu estado de conservação. A Figura 5 mostra o primeiro treinamento logo após essas implantações. Na ocasião, o plano de emergência foi aplicado (imagem à esquerda), levantados pontos falhos que, posteriormente, foram ajustados (imagem à direita). Desde então, a mineradora mantém essas instalações e, conforme solicitação da Defesa Civil Estadual, reinicia o treinamento com os funcionários e com as comunidades.

Figura 5 – Implantação do plano de emergência e treinamento com a comunidade



Fonte: Governo do Estado de Mato Grosso do Sul (2019).

Existem ainda, diferentes atividades que são mais abrangentes e acontecem por meio de campanhas de conscientização, como o uso da água; separação e coleta de

lixo doméstico; a reciclagem e a reutilização de alguns resíduos etc. Referente à Girs, verificou-se que a empresa apresenta eficientes meios de gestão e destinação correta, tendo como princípios a reutilização e o reaproveitamento, evitando desperdícios e implementando projetos para minimizar a geração de resíduos em seu processo produtivo.

Considerações finais

Este trabalho buscou compreender como ocorre a Girs em relação aos resíduos gerados pela atividade da exploração mineral da Vale em Corumbá (MS). Para tanto, foi identificado que as principais atividades exploradas são a extração de minério de ferro na Mina Santa Cruz e a extração de manganês na mina subsolo localizada no Morro de Urucum. Essas atividades têm um elevado impacto econômico, seja na tributação recolhida pelo município e pelo estado de Mato Grosso do Sul, seja na folha de pagamento, que acaba injetando dinheiro na região. Contudo, mesmo seguindo toda legislação vigente no Brasil, a mineração por si só é uma atividade impactante, visto que sua operacionalização provoca desmatamento, alterações nas paisagens, erosão, geração de rejeitos extremamente poluidores, além de comprometer a fauna e a flora. Localmente, basta refletirmos sobre as consequências do secamento do córrego Urucum. Nacionalmente, o rompimento da barragem de Brumadinho se mostra como um grande alerta para as atividades mineradoras de todo o mundo, devido à catástrofe resultante. Isso demanda uma maior Girs e ações de prevenção e controle.

Tendo em vista tamanha relevância da Girs e das medidas de controle dos resíduos gerados pela Vale, viu-se que várias medidas foram adotadas para prevenir e saber agir em caso de rompimentos. Isso envolveu tanto projetos de educação ambiental, aplicado internamente e com a comunidade do entorno quanto a elaboração e implantação de um projeto que prevê a filtragem de rejeitos.

Importante destacar que, por mais que os programas e projetos internos sejam criados pela própria Vale, tendo por isso uma nomenclatura própria que, por vezes, não segue uma denominação apresentada nos bancos acadêmicos, grande parte das ações criadas e implantadas busca operacionalizar a legislação ambiental – condição necessária para que a atividade seja realizada. Portanto, reconhecer a PNRS e parte das legislações da atividade mineradora permite compreender que os programas/projetos criados buscam atender tanto às questões legais quanto à pressão externa de acionistas e da sociedade civil, que fez com que a Vale repensasse a gestão das barragens.

As medidas de gerenciamento de rejeito mineral adotadas pela Vale assumem papel principal no desafio da empresa em criar tecnologias e técnicas de controle a fim de melhor destinação e acondicionamento dos resíduos gerados após o beneficiamento

do minério. O atual e ambicioso projeto em torno da Planta de Filtragem de Rejeito, visa eliminar as barragens por meio da utilização de prensas que reduzirão o volume de água presente nos rejeitos de minério. O resultado, após efetiva implantação, será o rejeito seco que, depois de transportado, é empilhado e distribuído em camadas, permitindo a reabilitação vegetal.

A partir dessa pesquisa, espera-se contribuir na ampliação sobre o debate relacionado à gestão socioambiental e a Girs das atividades mineradoras, bem como estimular futuros trabalhos na região para compreender os desdobramentos da Planta de Filtragem de Rejeito (ou entraves, caso o projeto não tenha sido operacionalizado); e a nível nacional, visando compreender como ocorrem ações (ou inações) e demais projetos socioambientais por parte das mineradoras para a minimização dos impactos causados por essa atividade.

Referências

ARAÚJO, Elaine Rocha; OLIVIERI, Renata Damico; FERNANDES, Francisco Chaves. **Atividade mineradora gera riqueza e impactos negativos nas comunidades e no meio ambiente**. Rio de Janeiro: CETEM, 2014.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. Brasília: Presidência da República, 1981. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 13 mar. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução Conama nº 1, de 23 de janeiro de 1986**. Define as situações e estabelece os requisitos e condições para desenvolvimento de estudo de impacto ambiental. Brasília: Presidência da República, 1986. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=745. Acesso em: 12 fev. 2022.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado Federal, 1988. Disponível em: <https://bit.ly/3I0rgZH>. Acesso em: 23 abr. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997**. Define conceitos de licenciamento ambiental, estudos ambientais e impacto ambiental regional. Brasília: Conselho Nacional do Meio Ambiente, 1997. Disponível em: <https://bit.ly/3xl1tbc>. Acesso em: 12 fev. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Lei nº 12.305, de 3 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília: Presidência da República, 2010a. Disponível em: <https://bit.ly/3xdCepO>. Acesso em: 13 mar. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010.** Estabelece a política nacional de segurança de barragens. Brasília: Presidência da República, 2010b. Disponível em: <https://bit.ly/3NnI7aQ>. Acesso em: 23 abr. 2022.

BURSZTYN, Maria Augusta; BURSZTYN, Marcel. **Fundamentos de política e gestão ambiental:** caminhos para a sustentabilidade. Rio de Janeiro: Garamond, 2012.

CETEM. Comitê Nacional em Defesa dos Territórios frente à Mineração. **Relatório anual.** 2021. Disponível em: <http://www.conflitosdaminerao.org>. Acesso em: 02 abr. 2022.

CNMP - Conselho Nacional do Ministério Público. **Gestão de resíduos em atividades minerárias.** Disponível em: [https://www.cnmp.mp.br/portal/images/Comissoes/CMA/links/mineracao/Hi_perlink_03 - Apendice IV - _Gesta%C6%92o de Residuos em Atividades Minerarias Assinado.pdf](https://www.cnmp.mp.br/portal/images/Comissoes/CMA/links/mineracao/Hi_perlink_03_-_Apendice_IV_-_Gestao%20de_Residuos_em_Atividades_Minera%20rias_Assinado.pdf). Acesso em: 10 abr. 2024.

FLICK, Uwe. **Introdução à pesquisa qualitativa.** 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FLEURY, Sérgio Veiga. **Regulação da segurança de barragens de rejeitos de mineração:** uma análise pautada na participação social. Brasília: Tribunal de Contas da União; Instituto Serzedello Corrêa, 2023.

GONÇALVES, Alves Corrêa; CAMPOS, Leonilda Beatriz. **Comércio e meio ambiente:** atuação diplomática brasileira em relação ao Selo Verde. São Paulo: FUNAG, 2021.

GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL. **Plano emergencial é adotado em Corumbá,** 2019. Disponível em: <https://www.imasul.ms.gov.br/governo-decreta-estado-de-emergencia-ambiental-por-180-dias-e-semagro-amplia-medidas-preventivas>. Acesso em 20 abr. 2022.

IBGE. **População brasileira.** Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2021. Disponível em: <https://bit.ly/3zs5xrk>. Acesso em: 5 fev. 2022.

RODRIGUES, Leo. **Ibama: tragédia de Brumadinho devastou 133 hectares de Mata Atlântica**, 2019. Disponível em: <https://bit.ly/3u7moMC>. Acesso em: 15 abr. 2022.

SACHS, Ignacy. **Desenvolvimento incluyente, sustentável, sustentado**. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.

SANTO, Anderson Luís. **No rural tem inovação social!** um estudo em dois assentamentos rurais na zona fronteira Brasil-Bolívia. 432p. Tese (Doutorado em Administração). Universidade do Estado de Santa Catarina. Escola Superior de Administração e Gerência, Florianópolis, 2021.

SANTO, Anderson Luís; VOKS, Douglas. Repensando os estudos fronteiriços: participação e inovação social no desenvolvimento das zonas de fronteira. **Organizações & Sociedade**, Salvador, v. 28, n. 99, p. 860-887, 2021.

SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL (SGM). Ministério de Minas e Energia (MME). **Setor mineral registrou superávit de US\$ 41,2 bilhões em 2021**. Disponível em: <https://bit.ly/3ytKyDW>. Acesso em: 05 fev. 2022.

SILVA FILHO, Carlos Roberto.; SOLER, Fabrício Dorado. **Gestão de resíduos sólidos: o que diz a lei?** 4. ed. São Paulo: Trevisan, 2019.

VALE. **Relato integrado 2020**. Disponível em: <https://vale.com/pt/esg/biblioteca-de-documentos>. Acesso em: 11 jan. 2022.

VERGARA, Sylvia Constant. **Métodos de pesquisa em administração**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

VIEIRA, Paulo. Freire.; WEBER, Jacques. **Gestão de recursos renováveis e desenvolvimento: novos desafios para a pesquisa ambiental**. São Paulo: Cortez, 1997.

Data de submissão: 17/05/2023

Data de aprovação: 03/06/2024

Revisão: Daniela Matthes (português), Ana Clara Medina Menezes de Souza (inglês) e Yanet María Reimondo Barrios (espanhol).

Anderson Luís Santo

Programa de Pós-Graduação Mestrado em Estudos Fronteiriços da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Av. Rio Branco, 1270 – Universitário

79304-902 Corumbá/MS, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6507-974X>

E-mail: anderson84luis@gmail.com

Ana Cecília Victório Cavalcante

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Av. Rio Branco, 1270 – Universitário

79304-902 Corumbá/MS, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5377-5772>

E-mail: anacavalcante@bol.com.br