

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

RUTH MALUTA KUMBI

O EFEITO DO ROMPIMENTO DAS BARRAGENS DE MARIANA E BRUMADINHO
NO VALOR DA MINERADORA VALE S.A.

CURITIBA

2025

RUTH MALUTA KUMBI

O EFEITO DO ROMPIMENTO DAS BARRAGENS DE MARIANA E BRUMADINHO
NO VALOR DA MINERADORA VALE S.A.

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Gestão de Organizações, Liderança e Decisão, do Setor de Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Federal do Paraná (UFPR), como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Gestão de Organizações, Liderança e Decisão.

Orientador: Prof. Dr. Adalto Althaus Acir Junior

CURITIBA

2025

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIA SOCIAIS APLICADAS

Kumbi, Ruth Maluta

O efeito do rompimento das Barragens de Mariana e
Brumadinho no valor da mineradora Vale S.A. / Ruth Maluta Kumbi.
– Curitiba, 2025.

1 recurso on-line : PDF.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná,
Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Programa de Pós-Graduação
em Gestão de Organizações, Liderança e Decisão.

Orientador: Prof. Dr. Adalto Acir Althaus Junior.

1. Mercado financeiro. 2. Minas e recursos minerais. 3.
Companhia Vale do Rio Doce. 4. Desastres ambientais. I.
Althaus Junior, Adalto Acir. II. Universidade Federal do Paraná.
Programa de Pós-Graduação em Gestão de Organizações,
Liderança e Decisão. III. Título.

Bibliotecário: Nilson Carlos Vieira Junior - CRB-9/1797

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação GESTÃO DE ORGANIZAÇÕES, LIDERANÇA E DECISÃO da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **RUTH MALUTA KUMBI**, intitulada: **O EFEITO DO ROMPIMENTO DAS BARRAGENS DE MARIANA E BRUMADINHO NO VALOR DA MINERADORA VALE S.A.**, sob orientação do Prof. Dr. ADALTO ACIR ALTHAUS JUNIOR, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa. A outorga do título de mestra está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 19 de Setembro de 2025.

Assinatura Eletrônica

22/09/2025 11:12:55.0

ADALTO ACIR ALTHAUS JUNIOR

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

22/09/2025 14:47:21.0

MARCELO DA SILVA BEGO

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA - PR)

Assinatura Eletrônica

22/09/2025 09:39:02.0

JOSÉ GUILHERME SILVA VIEIRA

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ - PPGECON)

Eu dedico esse trabalho às vítimas da tragédia de Mariana e Brumadinho, e as famílias que ainda lutam pelos seus direitos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, eu agradeço a Deus Todo Poderoso pela sua infinita graça e por ter sido o meu refúgio nos momentos mais difíceis durante essa caminhada, pela saúde e a vida.

Meus sinceros agradecimentos ao meu orientador Prof. Dr. Adalto Althaus Acir Junior por todo suporte e direcionamento durante o curso do Mestrado. Agradeço também a todos os professores que contribuíram na minha formação como pessoa e profissional.

Aos meus pais, Constantine Komba Mugosu e Michel Maluta Mivula, muito obrigada por não medir esforços para garantir o meu futuro, pelas orações e cada conselho precioso, cada ligação feita a distância me incentivava a não desistir. Vocês são a minha maior referência e amo vocês.

Um agradecimento especial a todos os meus amigos, que desempenharam um papel fundamental nesta jornada; afinal, se Deus não tivesse colocado vocês no meu caminho, seria ainda mais difícil concluir esta importante etapa na minha carreira. Obrigada pela paciência, palavras, incentivo, oração e ajuda. Vocês são a minha família do coração e que o Brasil me presenteou.

Quero agradecer também a todos os agentes da Cáritas Brasileira Regional Paraná por todo o apoio dado. Desde sempre, eu soube que poderia contar com vocês e, quando precisei, vocês estavam sempre dispostos a me ajudar. Espero que Deus recompense a cada um por toda bondade!

Não poderia deixar de agradecer a minha família na fé por cada oração feita por mim e comigo, Deus tem usado cada um de uma maneira excepcional para me levantar quando eu achei que não era mais possível conseguir.

À minha família biológica que se encontra a 7.250 km de distância, mas que nunca foi um impedimento para vocês se fazerem presente em cada estação da minha vida e durante o mestrado não foi diferente. Muito obrigada por ser essa família linda e unida que Deus abençoe vocês, estou morrendo de saudades.

A todos que me apoiaram, muito obrigada!

Não há nada mais trágico neste mundo do que saber o que é certo e não fazê-lo. Que tal mudarmos o mundo começando por nós mesmos?

Martin Luther King

RESUMO

A busca por lucro em um setor altamente competitivo levou muitas empresas mineradoras a intensificarem sua produtividade e diminuir seus custos em detrimento de práticas responsáveis do ponto de vista ambiental e social. O rompimento de barragens de rejeitos de mineração são acontecimentos que geram diversas reações no mercado financeiro, pois tais eventos podem afetar significativamente a empresa responsável e abalar a confiança dos investidores, sabendo que eles estão na busca por informações que possibilitem a avaliação e o acompanhamento do avanço de ativos adquiridos para a tomada de decisões. Com base na metodologia do estudo de eventos, analisou-se como o rompimento da barragem do Fundão (2015) em Mariana e da barragem 1 da mina córrego do feijão (2019) em Brumadinho afetaram as ações da Vale. Com resultados obtidos, constatou-se que os dois eventos tiveram um impacto notável no valor da ação da Vale, ocasionando assim retornos anormais acumulados negativos, no entanto, comparando os dois rompimentos, percebe-se que o primeiro evento provocou o retorno anormal acumulado (CAR) de -24,12% durante a janela de evento ou seja, o impacto foi maior e estendido, o que pode explicar o efeito surpresa face ao tamanho do evento, já na segunda ruptura, o impacto foi perceptível somente num curto período, a ação da Vale apresentou grande queda no dia do rompimento e se manteve estável ao longo do tempo observado e o retorno acumulado na janela do evento foi de -16,3%, insinuando uma certa aprendizagem da parte do mercado face a esse tipo de evento. Observou-se também que a segunda tragédia afetou fortemente as operações da Vale, pois as paradas de produção resultaram na redução significativa de receitas da Vale. O aumento de custos, e sobretudo as despesas arcadas pela mineradora para mitigar os impactos do rompimento fizeram com que a empresa encerrasse o seu exercício do ano de 2019 com prejuízo. O presente trabalho proporcionou uma compreensão melhor sobre o impacto do risco operacional (rompimento de barragens) no valor da ação da Vale, pois as repercussões de ambos os rompimentos foram prejudiciais na esfera social, ambiental e como também no mercado.

Palavras-chave: Mineração; rompimento; barragens, mercado; valor; vale; impacto.

ABSTRACT

The pursuit of profit in a highly competitive sector has led many mining companies to intensify their productivity and reduce their costs to the detriment of environmentally and socially responsible practices. The collapse of mining tailings dams are events that generate various reactions in the financial market, as such occurrences can significantly affect the responsible company and shake investor confidence, knowing that they are in search of information that enables the evaluation and monitoring of the performance of acquired assets for decision-making purposes. Based on the event study methodology, an analysis was conducted on how the collapse of the Fundão dam (2015) in Mariana and Dam 1 of the Córrego do Feijão mine (2019) in Brumadinho affected Vale's stock. With the results obtained, it was found that both events had a notable impact on Vale's stock value, thus leading to negative cumulative abnormal returns. However, when comparing the two dam collapses, it is evident that the first event caused a cumulative abnormal return (CAR) of -24.12% during the event window, meaning that the impact was greater and more prolonged. This can be explained by the element of surprise given the magnitude of the event. In contrast, during the second collapse, the impact was noticeable only over a short period — Vale's stock experienced a sharp decline on the day of the disaster but remained stable throughout the subsequent period. The cumulative return during this event window was -16.3%, suggesting a certain degree of market learning in response to this type of event. It was also observed that the second tragedy considerably affected Vale's operations, as the production stoppages resulted in reduced revenues. The increase in costs, and especially the expenses borne by the mining company to mitigate the impacts of the collapse, led the company to close its 2019 fiscal year with a loss. This study provided a better understanding of the impact of operational risk (dam collapses) on the value of Vale's shares, as the consequences of both collapses were significant in the social, environmental, and also market spheres.

Keywords: Mining; collapse; dams; market; value; Vale; impact.

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – Retorno acumulado da ação da Vale, evento 1	39
GRÁFICO 2 - Retorno acumulado da ação da Vale, evento 2	40
GRÁFICO 3 - Receita operacional líquida da Vale S.A. (2014-2023)	42
GRÁFICO 4 - Lucro líquido da Vale S.A. (2014-2023)	43
GRÁFICO 5 - Custos da Vale S.A. (2014-2023)	44

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Resultado do rompimento da barragem do Fundão	23
FIGURA 2 - Resultado do rompimento da barragem de Brumadinho	24

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Novo acordo de reparação Mariana	35
QUADRO 2 - Acordo judicial de reparação - Brumadinho	35

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

NEPA	National Environmental Policy Act
AIA	Avaliação dos impactos ambientais
ANN	Agência Nacional de Mineração
COPAM	Conselho Estadual de Política Ambiental
CVM	Comissão de Valores Mobiliários
CVRD	Companhia Vale do Rio Doce
FEAM	Fundação Estadual do meio ambiente
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LI	Licença de instalação
LO	Licença de Operação
LP	Licença prévia
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SNISB	Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens
PND	Programa Nacional de Desestatização

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1	COMPETITIVIDADE E MINERAÇÃO	15
2.2	PROBLEMAS AMBIENTAIS	16
2.3	RESPONSABILIDADE AMBIENTAL DAS EMPRESAS	19
2.4	VALE S.A.	20
3	DESCRIÇÃO DE EVENTOS	22
3.1	ROMPIMENTO DA BARRAGEM FUNDÃO	22
3.2	ROMPIMENTO DA BARRAGEM 1 DA MINA Córrego de Feijão	23
3.3	EFICIÊNCIA DO MERCADO	28
3.3.1	ESTUDO DE EVENTOS	31
4	METODOLOGIA.....	34
4.1	ANÁLISE DE EVENTOS	37
5	DISCUSSÃO E RESULTADOS	39
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
7	REFERÊNCIAS.....	48

1 INTRODUÇÃO

A mineração é um ramo de extrema importância para o avanço de um país. Por meio dela, é possível obter matéria-prima para bens de capital, assim como para produtos de consumo. Essa atividade consiste na extração das minas subterrâneas com o propósito de fornecer matéria-prima para inúmeros empreendimentos e indústrias. Atualmente, os materiais que derivam dessa atividade estão sendo utilizados em muitas esferas de indústrias, tais como: setores siderúrgicos, petroquímicas, metalurgia, entre outros (FERREIRA; RODRIGUES, 2017).

Segundo o Instituto Brasileiro de Mineração (2018), entende-se que o setor mineiro é uma das fontes sólidas da economia brasileira, contribuindo com 4% do PIB nacional e com uma participação no saldo comercial brasileiro proporcional a 25%. Essa é uma das áreas que mais têm impacto considerável na geração de empregos no país, proporcionando cerca 180 mil trabalhos diretos e 2,2 milhões de trabalho indiretos.

No Brasil, a mineração remete à própria história de colonização e à ampla riqueza do solo brasileiro. O ramo desempenha um papel fundamental no equilíbrio socioeconômico e, atualmente, o país se encontra no ranking dos maiores exportadores de ferro do mundo. Em 2021, atingiu um superávit de US\$ 41,2 bilhões. Vale ainda destacar o quanto esse setor tem demonstrado sua utilidade na vida cotidiana a partir da fabricação dos produtos advindos dessas matérias-primas, favorecendo, assim, o progresso da sociedade.

Apesar de todos os benefícios que a mineração trouxe para a sociedade e a economia, essa atividade pode suscitar diversos impactos no meio ambiente, pois a exploração de minérios provoca alterações na natureza. Por essa razão, a atividade deve ser executada conforme determinadas normas e regulamentos previamente preestabelecidos, a fim de amenizar danos causados pela exploração de minérios, assegurando, portanto, a conservação e proteção do ecossistema (SOUZA, 2023).

Ao se realizar uma das atividades da mineração, como a lavra de minérios, torna-se fundamental separar recursos minerais de interesse daqueles materiais que são imprescindíveis para a indústria. Os itens descartados muitas vezes são minérios pobres, lama, rejeitos, rochas etc. Essa purificação precisa ser feita sem alterar as propriedades químicas dos minérios, e o jeito mais recorrente e simples de proceder é por meio do beneficiamento, que representa o uso de água na separação de

minérios úteis dos elementos supérfluos. Os resíduos decorrentes desse mecanismo são retidos a partir da construção de barragens.

Percebe-se que, frequentemente, que as empresas optam por esse tipo de beneficiamento pelo fato de ser uma técnica simples e antiga e, com isso, as organizações visam reduzir despesas, contudo, quando o foco está em cortar ao máximo os custos, ações importantes podem passar despercebidas ou até mesmo ser ignoradas levando a empresa a menosprezar medidas que, em um curto espaço de tempo, não estão diretamente atreladas a possíveis aumentos de receita. E isso pode ser um fator determinante para comprometer a segurança de barragens (RIBEIRO *et. al*, 2017).

Percebe-se que o aumento da concorrência dentro do mercado e as exigências que decorrem dele são capazes de interferir nas decisões de muitas organizações, fazendo com que elas se tornem um pouco mais agressivas a ponto de fazer com que parâmetros de proteção extra venham em segundo lugar por acarretar prováveis gastos aditivos (POTT; ESTRELA, 2017).

Diante dessas realidades, entende-se que, quando uma empresa reduz custos além do que deveria, no intuito de apresentar os melhores resultados possíveis, corre o risco de que essa redução forçada de gastos resulte, algumas vezes, em riscos operacionais, os quais podem vir a causar rompimentos de barragens. Tais acontecimentos podem impactar a empresa e seu valor, levando à reflexão sobre se realmente compensou o lucro obtido anteriormente. Com base nisso, este trabalho visa responder à seguinte pergunta: “Como os rompimentos da barragem do Fundão e da mina 1 do córrego de feijão afetaram o valor da mineradora Vale S. A.?”

Para atender à pergunta de pesquisa, foi definido como objetivo principal: “Identificar o efeito dos rompimentos da barragem do Fundão e da mina 1 do córrego de feijão no valor da Vale S. A.” Para corroborar com o problema central da pesquisa, desenvolve-se a seguinte trajetória, através dos seguintes objetivos específicos delineados:

- a) levantar os rompimentos de barragens provocados pela mineradora Vale;
- b) identificar as estimativas de danos decorrentes dos rompimentos de barragens da mineradora;
- c) avaliar o impacto financeiro decorrente da ruptura dessas barragens.

- d) Mensurar como os dois rompimentos impactaram os retornos das ações da Vale.

Com a metodologia do estudo de eventos, examinamos o impacto provocado pelo rompimento das barragens da Vale na sua ação, os resultados obtidos evidenciaram a relevância econômica dos dois eventos e suas implicações no valor da ação da Vale. O primeiro rompimento que é da barragem de Fundão em 2015, chegou a impactar o retorno da ação da Vale de uma maneira severa e isso por um período prolongado, comparando com a ruptura da barragem 1 da Mina Córrego de Feijão, em que o evento afetou fortemente a ação da empresa no dia do rompimento, sem efeito duradouro. Rompimento de barragens são riscos operacionais com impactos negativos socioeconômicos.

A relevância desse estudo se dá no entendimento de que o rompimento de barragens no setor de mineração causa grandes impactos negativos e não devem ser atrelados somente a fatores casuais, pois certas práticas operacionais ao passar do tempo, podem levar a esse tipo de risco, sem volta. Por isso, faz-se necessário analisar a dimensão organizacional para melhor compreensão do que tem provocado esses eventos e o efeito deles no valor da empresa responsável. O estudo proposto visa contribuir para a literatura acadêmica existente sobre o tema, entendendo a relevância das questões ambientais relacionadas à atividade de extração de minérios atualmente.

O presente trabalho está apresentado da seguinte maneira: após essa introdução, o próximo capítulo que compõe o referencial teórico tratará de competitividade e da mineração, a sua importância no desenvolvimento de um país como também os riscos ligados a ela, o terceiro capítulo irá descrever os eventos que são os rompimentos das barragens da Vale, e na sequência abordaremos a eficiência de mercado e o estudo de eventos. O quarto capítulo está relacionado a parte metodológica, coleta de dados, e no último capítulo serão apresentados os resultados da pesquisa e bem como sugestões para trabalhos futuros.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Nesta seção são delineados os principais conceitos que contextualizam esta pesquisa. Inicialmente, será abordado o contexto da competitividade e mineração. Em seguida, serão levantados os principais conceitos relacionados aos problemas ambientais. Na sequência, os conceitos de responsabilidade ambiental das empresas e a eficiência do mercado. Por fim, a organização estudada nesta pesquisa será apresentada.

2.1 COMPETITIVIDADE E MINERAÇÃO

A alta competitividade atual em um mercado globalizado tem contribuído no aumento significativo de produção de mineradoras na busca incessante de lucro e, por vezes, sem se atentar às consequências inerentes à atividade extrativa mineral. Muitas companhias de mineração, com investimentos expandidos a nível global, têm utilizado os setores da economia numa dinâmica de exploração, que busca obter maior produtividade, associada a elevados índices de lucratividade. Em suas atividades, estão constantemente procurando atender ao mercado interno e externo, fazendo assim parte do mercado internacional (SILVA; GO; MOREIRA, 2021).

Diversos acontecimentos trágicos no universo empresarial são vistos e informados como acidentes, que significam eventos casuais que não poderiam ser evitados ou antecipados. Essa percepção ocorre porque determinadas organizações buscam se eximir da responsabilidade por tragédias decorrentes de suas decisões, estratégias ou até mesmo *modus operandi*, preservando, assim, a sua boa reputação (WOHLEMBERG; STRASSBURG, 2023). Em busca da preservação da imagem organizacional, muitas tragédias-crimes ou, mais precisamente, inúmeros crimes corporativos acabam sendo difundidos como meras fatalidades, diante das quais todos devem se resignar, por se tratar de organizações consideradas importantes para a sociedade.

Nas últimas décadas, os problemas com barragens de rejeitos têm se intensificado. Uma das explicações apontadas pela literatura refere-se à exploração excessiva de minérios por parte das mineradoras, concomitante à alocação insuficiente de recursos na manutenção de suas barragens. Como consequência, observa-se um aumento anual no número de acidentes envolvendo barragens, além

da interdição frequente de estruturas de contenção de rejeitos, em virtude dos elevados riscos que passaram a representar (BOTELHO *et al.* 2023; SANTOS; BRITO; MOREIRA, 2022; FOGAÇA; RAEDER; MARQUES, 2023).

A análise de desastres deve considerar suas causas mais profundas. Muitos acidentes têm origem em fatores organizacionais, como decisões gerenciais ou procedimentos operacionais, que podem constituir o ponto de partida para uma eventual tragédia. Segundo Silva e Andrade (2018), “a não ocorrência de um acidente grave e boas performances podem esconder uma realidade mais inquietante, porque a catástrofe pode ser lenta”. Dessa forma, ao investigar as causas desses eventos, é fundamental ir além da identificação de erros humanos ou falhas técnicas, incorporando também a análise da dimensão organizacional (SILVA; ANDRADE, 2018).

2.2 PROBLEMAS AMBIENTAIS

Ao se analisar a gênese das questões ambientais, remete-se particularmente a meados do século XVIII, quando, com a Revolução Industrial, ocorreu uma transição significativa do trabalho braçal para o uso de máquinas (FERREIRA; FIORILLO, 2019). A Revolução Industrial trouxe inúmeras mudanças no sistema de produção, que conseqüentemente, com os avanços tecnológicos e a expansão econômica, fizeram com que as questões ambientais fossem ignoradas por um longo período. O surgimento das indústrias e todas as transformações decorrentes dessa transição refletiram-se não apenas na estrutura organizacional, mas também na sociedade, promovendo muitos avanços. No entanto, a produção acelerada e em massa também provocou diversos impactos no meio ambiente (SILVA; ANDRADE, 2017).

Nesse cenário, o foco principal estava no crescimento da economia, o que fez com que fossem ignoradas as consequências do aumento de produção, a utilização de máquinas a vapor no local em que as pessoas estavam inseridas. A poluição e os impactos ambientais do desenvolvimento desordenado eram visíveis, mas os benefícios proporcionados pelo progresso eram justificados como um mal necessário, algo com que deveríamos nos resignar (MMA, 2009).

Foi apenas a partir da década de 1960 que cientistas, políticos e representantes da indústria, reunidos no Clube de Roma, iniciaram debates voltados

às questões ambientais. Percebeu-se, à época, que os empreendimentos em desenvolvimento consideravam exclusivamente os benefícios econômicos que poderiam gerar, desconsiderando as possíveis repercussões dessas atividades sobre o meio ambiente. Ou seja, a análise e a seleção de projetos baseavam-se unicamente em critérios econômicos, sem levar em conta os impactos socioambientais que poderiam decorrer dessas decisões.

A expressão “meio ambiente” passou a ser mencionada de forma mais explícita durante os encontros do Clube de Roma, especialmente no contexto das discussões sobre a reconstrução dos países afetados pela guerra. A partir desse período, começaram a surgir instituições e iniciativas voltadas às questões ambientais, muitas delas associadas a protestos contra determinadas práticas institucionais (MMA, 2009). Em 1969, foi criada, nos Estados Unidos, a *National Environmental Policy Act* (NEPA), que introduziu oficialmente a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) como uma ferramenta central da política ambiental do país.

No Brasil, as questões ambientais passaram a receber maior atenção a partir da pressão exercida por instituições financeiras internacionais. Um dos principais requisitos para a concessão de financiamento a projetos governamentais era a apresentação de uma análise que identificasse os possíveis impactos ambientais da iniciativa, bem como a descrição das medidas preventivas a serem adotadas. Somente após essa avaliação, os empréstimos poderiam ser concedidos (FERREIRA; FIORILLO, 2019).

Com o tempo, fez-se necessário empregar alguns procedimentos para empreendimentos cujas consequências poderiam causar impactos degenerativos no ecossistema da natureza. Diante toda essa mobilização por parte da sociedade e das exigências oriundas de órgãos internacionais, na década de 1980 o governo aprovou a Lei nº 6.938, que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente e criou o SISNAMA, o Sistema Nacional do Meio Ambiente (FREITAS; SILVA; MENEZES, 2016).

Desde então, os problemas ambientais continuam sendo motivo de preocupação. Embora fenômenos naturais possam afetar o ecossistema, diversas atividades humanas apresentam potencial para provocar agressões significativas ao meio ambiente, muitas vezes resultando em impactos irreversíveis (VIEIRA; REZENDE, 2015; FABRICIO et al., 2021). Ressalta-se que, apesar da existência de

normas e regulamentos previamente estabelecidos para a execução de empreendimentos com potencial impacto ambiental, ainda é comum observar que muitas empresas priorizam seus próprios interesses. Em um cenário competitivo, decisões são frequentemente tomadas em detrimento da preservação ambiental (SILVA; ANDRADE, 2017).

O Brasil conta com órgãos responsáveis por buscar o equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a proteção do meio ambiente. O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, comumente chamado de IBAMA, foi fundado no dia 22 de fevereiro de 1989 através da Lei nº 7.735 e está diretamente relacionado ao Ministério do Meio Ambiente e Mudança climática atuando como organismo encarregado pelo cumprimento da Política Nacional do Meio Ambiente abrangendo várias ações no intuito de preservar patrimônio natural, nisso ele exerce o papel de agente fiscalizador no tocante ao aproveitamento desses recursos ambientais (FREITAS *et al.*, 2019)

Vale ressaltar que o IBAMA é responsável pela liberação do licenciamento ambiental para a realização de atividades que podem potencialmente alterar o ecossistema, ou seja, é preciso de um licenciamento ambiental prévio da parte desse órgão antes de iniciar com qualquer atividade ou empreendimento de tendência a modificar a natureza (OLIVEIRA; SERRA, 2010).

O licenciamento ambiental constitui uma ferramenta da Política Nacional de Meio Ambiente, com o objetivo de promover o equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e social e a preservação ambiental, e “ao exigir licenciamento ambiental para determinadas atividades ou empreendimentos, busca-se estabelecer mecanismos de controle ambiental nas intervenções setoriais que possam vir a comprometer a qualidade ambiental” (MMA, 2009, p. 9). O licenciamento ambiental foi instituído não apenas como um instrumento restritivo, que determina o que não deve ser feito, mas também como uma diretriz orientadora, capaz de nortear empresas e organizações sobre as medidas que devem ser adotadas para minimizar os impactos ambientais.

De acordo com Silva (2017), o licenciamento ambiental compreende três diferentes fases, a saber:

- a) a Licença Prévia (LP): diz respeito ao licenciamento providenciado inicialmente após análise do plano de um empreendimento, considerando o impacto que a realização dessa atividade terá na esfera ambiental;
- b) a Licença de instalação (LI): nessa etapa a empresa recebe a autorização para proceder a implementação do estabelecimento; seguindo sempre o plano apresentado na fase de delineamento/apresentação do projeto (SILVA; KRAVETZ, 2017);
- c) a Licença de Operação (LO) é concedida após a verificação de que o empreendimento foi corretamente instalado. Essa licença permite que a empresa inicie suas atividades. No entanto, dependendo do tipo e das especificidades do projeto, outros tipos de licenças podem ser exigidos para a realização da atividade.

2.3 RESPONSABILIDADE AMBIENTAL DAS EMPRESAS

Após grandes tragédias envolvendo o setor da Mineração no Brasil, fez-se necessário reavaliar a forma estrutural de minas e analisar melhor a sua configuração. De acordo com o Relatório de 2018 da Fundação Estadual do meio ambiente (FEAM), o Estado de Minas Gerais é uma região do Brasil onde há várias construções de barragens com características das precedentes barragens que se romperam. Neste território encontram-se cerca de 400 minas descuidadas, sem monitoramento ambiental, ou seja, minas paralisadas (FREITAS CARLOS *et. al*, 2019)

Após o diagnóstico, observou-se que várias minas deixaram de seguir seus projetos iniciais. Esse fator indica que elas não operavam mais de acordo com o modelo previamente acordado para a construção de suas barragens, muitas foram ampliadas e aumentaram tanto em produção quanto em dimensão.

As barragens podem sofrer modificações por diversas razões, mas essas alterações devem ter como base o plano original de construção, o qual contempla análises geológicas, a estruturação da barragem e os diferentes materiais e equipamentos previstos para sua execução. Todos esses elementos, entre outros compõem o projeto avaliado pela Agência Nacional de Mineração (ANM) (SANTOS, 2022).

Considerando riscos operacionais relacionados à mineração, o armazenamento de rejeitos, ainda que seja uma das etapas finais do processo de

extração e envolva materiais de baixo valor econômico, não deve ser realizado de forma negligente. Mesmo em caso de modificações nas barragens, as empresas devem apresentar aos órgãos fiscalizadores o projeto original ou o plano inicial da estrutura (ARAUJO; SOARES; ABREU, 2018).

A Secretaria do Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais é encarregada pela fiscalização das barragens. Já a Fundação Estadual do Meio Ambiente, atua como suporte (órgão apoiador) do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM).

De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB), as barragens de mineração se classificam em categoria de risco e dano potencial. Quando se trata da categoria de risco é possível identificar as barragens de baixo, médio e alto risco e, em relação ao dano potencial temos os níveis baixos, médio e alto. Eventualmente, uma barragem que se encontra na categoria de risco alto terá também o potencial de dano alto, todavia existem barragens com nível de risco baixo, mas que apresentam um potencial de dano ou estrago bem elevado e vice-versa.

O Estado de Minas Gerais abriga barragens consideradas pela Agência Nacional de Mineração com potencial alto dano a elas ligado (SILVA; ANDRADE, 2017), tais como: Barragens Mina Engenho e Barragem II Mina Engenho, da Mineradora Mundo Mineração LTDA que explora minério de Ouro primário; a barragem B1 e IPÊ da Emicon Mineração e Terraplanagem LTDA, tendo como principal minério o ferro; Barragem Plana da Promética Mineração LTDA – Minério de Zinco. Barragem Ca02 propriedade da Metalmig Mineração Indústria e Comércio LTDA – minério de areia e Barragem Minar da Minar Mineração Aredes LTDA com minério de ferro.

2.4 VALE S.A.

A Vale S.A., conhecida antigamente como Companhia Vale do Rio Doce (CVRD), é uma mineradora multinacional brasileira, que foi criada como uma empresa estatal durante o governo Vargas, no dia 1 de junho de 1942, na cidade de Itabira no Estado de Minas Gerais. Ao longo do tempo, a CVRD tornou-se privatizada no governo do presidente Fernando Henrique Cardoso, em 1997, a partir do Programa Nacional de Desestatização (PND), iniciativa do Fernando Collor, ex-presidente do

Brasil. Atualmente, a mineradora multinacional é considerada como uma das maiores a nível mundial ocupando a terceira posição, liderando na produção de minério de ferro, pelotas e níquel, como também produz outros minérios (VALE, 2024).

A Vale S.A. atua principalmente no setor da mineração e nas áreas de logística e energia, sendo assim responsável por 54% do seu consumo energético. Atualmente, conta com aproximadamente 120 mil empregados e terceiros espalhados no mundo inteiro e está presente em 20 países. A Vale S.A. é uma companhia de capital aberto com ações cotadas na B3, em São Paulo, na NYSE, Bolsa de valores de Nova York, na LATIBEX bolsa de valores de Madrid (ARAUJO; SOARES; ABREU, 2018).

De acordo com o Steel Statistical Yearbook (2018), entre os cinco países fundamentais de exportação de minério de ferro destacam-se a China, com 1.229 milhões de toneladas em 2018, a Austrália com 883 milhões de toneladas métricas e o Brasil, que exportou 435 milhões de toneladas.

O Brasil e a Austrália fazem parte do ranking dos países com grandes empresas de produção mineral, e a empresa Vale S.A. entra na categoria das maiores produtoras de ferro, o que corresponde a 10% da produção mundial de ferro e representa 10,6% da composição da Ibovespa. Já na Austrália, o Rio Tinto Group e BHP Billiton (uma *joint venture*) contempla uma produção mundial equivalente a aproximadamente 21% de ferro, totalizando assim cerca 8,5% do Produto Interno Bruto da Austrália (PIB) (STEEL STATISTICAL YEARBOOK, 2018).

Barbosa (2020) aponta que, a partir da década de 1940 até ano de 2010, ocorreram cerca de 67 graves desastres envolvendo barragens de mineração, sendo que 33 destes aconteceram de 1990 em diante e os dois últimos grandes desastres ambientais, que se passaram com os rompimentos da barragem de Fundão em 2015 e a da Mina córrego de Feijão em 2019, ambas da mineradora Vale S.A, figuram na lista dos maiores incidentes globais voltados à mineração ocorridos nos últimos 10 anos.

3 DESCRIÇÃO DE EVENTOS

Apesar das informações citadas sobre a mineradora, não se pode negar que a sua história foi marcada principalmente por essas duas grandes tragédias referentes ao rompimento das suas barragens no estado de Minas Gerais (SANTOS, 2022). Os dois rompimentos das barragens da Vale S.A., são eventos ambientais que mexeram principalmente com o Brasil nos últimos 10 anos. Nesta seção, serão abordados com mais detalhes os dois desastres como também, os danos ocasionados por eles.

3.1 ROMPIMENTO DA BARRAGEM FUNDÃO

A barragem do Fundão/Mariana-MG, situa-se na região Sudeste do Brasil, considerada como o sol mais rico do Brasil devido a toda riqueza de minérios que possui, desde a época colonial com a exploração de *commodities* minerais (BORGES, 2018). A barragem do Fundão é parte da empresa de mineração Samarco, existente há mais de 45 anos, uma mineradora atrelada a duas grandes empresas mundiais do setor da mineração: a Vale S.A. e a BHP Billiton, mineradora Anglo-australiana, em que ambas possuem 50% de ações.

De acordo com o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA, 2016), a barragem do Fundão rompeu-se no dia 5 de novembro de 2015, evacuando assim uma corrente de lama de rejeitos de minérios que se espalhou de forma tão rápida, que afetou aproximadamente 47 municípios do Estado de Minas Gerais e ocasionando mortes no total de 18 indivíduos, com um indivíduo desaparecido. A Figura 1 apresenta a imagem resultante da corrente de lama.

FIGURA 1 – Resultado do rompimento da barragem do Fundão



Fonte: Corpo de Bombeiros-MG (2015).

Conforme destacam os autores Passos, Coelho e Dias (2017), a ruptura da barragem do Fundão, é conhecida mundialmente como um dos maiores acidentes ambientais devido a quantidade de lama de rejeitos que se espalharam. O rompimento da barragem do Fundão resultou em inúmeros impactos sociais, ambientais e econômicos. No que tange ao meio ambiente, os resíduos de ferro liberados com o rompimento foram de mais de 56 milhões de m³, que atingiram o Rio Doce e, com isso, a flora e a fauna do Rio doce foram impactadas na distância de 660 km entre Minas Gerais e Espírito Santo e depois do ocorrido retirou-se 11 toneladas de peixes mortos.

3.2 ROMPIMENTO DA BARRAGEM 1 DA MINA CÓRREGO DE FEIJÃO

Segundo o IBGE (2016), o município de Brumadinho está localizado na região metropolitana de Belo Horizonte, Capital de Minas Gerais e foi fundado no dia 17 de dezembro de 1938. A cidade de Brumadinho conta com um número de aproximadamente 40.000 moradores, e é chamada também de quadrilátero ferrífero e considerado como um dos lugares mais ricos do mundo pela importância da riqueza em recursos minerais. Nesta província, a extração mineral tem sido uma das

atividades econômicas fundamentais, considerando também seu potencial, esta é a província mais importante de minérios no Brasil. É uma zona ou território que é expandido no centro sul de Minas Gerais, entre Ouro preto e Belo Horizonte, incluindo algumas cidades que a compõem: Santa Bárbara, Rio Piracicaba, Congonhas, Mariana, Caeté e Itaúna etc.

O rompimento da barragem 1 da mina do Córrego do Feijão aconteceu na tarde do dia 25 de janeiro do ano 2019, em Brumadinho. Essa tragédia causou a morte de centenas de pessoas, entre elas 179 óbitos e cerca de 129 indivíduos desaparecidos, contabilizando um total 308 vítimas (IBAMA, 2019).

O rompimento da barragem do Córrego do Feijão liberou um intenso fluxo de lama de rejeitos, que atingiu a área administrativa da própria mineradora, incluindo o refeitório. O desastre destruiu estabelecimentos, danificou ruas, vias, obras e pontes, além de comprometer uma parte considerável da vegetação local (VANESSA et al., 2024), conforme ilustrado na Figura 2.

FIGURA 2 - Resultado do rompimento da barragem de Brumadinho



Fonte: Ambipar Compliance Solutions (2019).

Com essa ruptura, espalhou-se também uma porção de aproximadamente 11,7 milhões de metros cúbicos de resíduos que chegaram até o Rio Paraopeba, que é uma das correntes fundamentais do Rio São Francisco. Do ponto de vista hidrográfico do Brasil, é conhecido como um dos mais influentes da bacia (de drenagem) brasileiro e, ao ser contaminado, afeta a vida de quem faz o seu uso (THOMPSON *et al.*, 2019).

Miranda *et. al* (2017) adiciona que o espalhamento de resíduos matou diversos animais e plantas.

Após esse desastre, a polícia do Estado de Minas Gerais bloqueou uma quantia de 5 bilhões de reais da mineradora para custear gastos ambientais. O pedido foi realizado pelo procurador geral do Ministério Público Estadual, Antônio Sérgio Tonet. No dia 25 de janeiro do mesmo ano, também foi bloqueado o valor de 1 bilhão de reais para amparar as pessoas vítimas e tentar amenizar certas repercussões (FREITAS, *et al.*, 2021).

Após investigação sobre fatores que ocasionaram o rompimento da barragem 1 da mina Córrego de Feijão, descobriu-se que o rompimento poderia ser evitado se houvesse uma boa fiscalização por parte dos órgãos ambientais, como também se as empresas aceitassem arcar com certos custos financeiros em prol de boa manutenção da barragem. De acordo com o Ibama, (2019) no caso da barragem de córrego do Feijão, algum tempo antes da tragédia o engenheiro noticiou a empresa de uma possível ocorrência de rompimento. No entanto este fato foi negligenciado e poderia ter evitado a tragédia.

A companhia Vale S.A. tem se destacado no mercado global pela atuação na extração de ferro. Atualmente, participa de um cenário de alta competitividade e realiza investimentos em nível internacional. Em busca de valorizar suas ações na bolsa de valores e manter-se em posição de destaque, a empresa tende a assumir riscos elevados, adotando determinados métodos e procedimentos estratégicos em suas operações. No entanto, tais práticas podem aumentar a probabilidade de ocorrência de eventos similares aos dois últimos rompimentos de barragens (BOTELHO *et al.*, 2023).

Percebe-se que os problemas relacionados à barragem 1 da Mina do Córrego do Feijão ocorreram em função do aumento do volume e do valor do minério de ferro exportado após 2010. Com a queda nos preços das commodities minerais e o aumento da produção, a barragem passou a receber uma quantidade maior de rejeitos do que anteriormente. Conforme Wanderley (2017, p. 3): “No pós-boom, o minério de ferro teve uma forte retração em seu preço, obrigando as mineradoras a mudarem suas estratégias, dentre elas a redução de custos operacionais e o aumento da produtividade.”

A ausência de vistorias adequadas e a falta de análise das possíveis consequências da acumulação de rejeitos expuseram a barragem a riscos irreversíveis. Vale destacar ainda que houve uma redução significativa nos investimentos voltados à manutenção de barragens: entre 2014 e 2017, os recursos aplicados pela empresa caíram de 4 bilhões para 2 bilhões de dólares (MINISTÉRIO DA ECONOMIA, 2019).

Esses danos muitas vezes são irreparáveis, pois pessoas que perderam entes queridos, bens, entre outros, ficam com marcas que talvez nunca sejam apagadas ou até mesmo marcas que levaram anos para serem saradas (CARVALHO *et al.*, 2017), "Quanto Vale(m) vidas? Quanto Vale a natureza e o ecossistema? Quanto Vale a água? Quanto Vale o trabalho? Quanto Vale o lucro?" (TEIXEIRA, *et al.*, 2020, p. 376). Da tragédia de Mariana à tragédia de Brumadinho, percebe-se que enquanto muitas famílias estavam ainda nos processos judiciais contra a empresa Vale S.A. e se recuperando de uma das maiores tragédias ambientais que já ocorreram, deparam-se com outro acidente, tanto da mesma natureza quanto da mesma companhia. Ou seja, mesmo após uma grande tragédia, houve negligência na fiscalização e ou manutenção das demais barragens (BOTELHO, *et al.*, 2021).

Comparando os dois rompimentos, observa-se que a barragem de Fundão, em Mariana, liberou uma quantidade de lama aproximadamente cinco vezes maior do que o volume liberado no rompimento da barragem do Córrego do Feijão. Ainda assim, no caso de Mariana, nenhuma pessoa ou empresa foi presa pela tragédia. Por outro lado, os órgãos ambientais aplicaram multas às companhias responsáveis, no valor aproximado de R\$ 610 milhões dos quais apenas R\$ 41 milhões foram efetivamente pagos.

Já no caso do rompimento da barragem do Córrego do Feijão, a mineradora foi multada em R\$ 499 milhões, e cinco engenheiros foram condenados por terem atestado que a barragem estava segura (MINISTÉRIO DA ECONOMIA, 2019).

Ao examinar possíveis causas desses rompimentos, percebe-se que é decorrente de vários elementos. Com o passar do tempo, a atividade mineral vem se tornando cada vez mais um motivo de preocupação quando se trata de atividade que gera grandes impactos ambientais, com todas as implicações que ela tem causado, sobretudo com a utilização de certos mecanismos na criação de barragens que são

de baixo custo e ao mesmo tempo menos eficaz (JUNIOR; ALVARENGA; GARCIA, 2018).

Ainda que o setor da mineração seja uma das bases mais sólidas da economia brasileira, é fundamental que se priorize a segurança na realização desse processo. Observa-se, no entanto, uma preocupação predominante com o crescimento econômico do país, em detrimento da proteção dos ambientes onde essas operações ocorrem (REZENDE; SILVA, 2019).

É evidente que a atividade mineradora tem se tornado motivo de crescente preocupação, especialmente considerando que em menos de cinco anos, o Brasil enfrentou duas grandes tragédias. Destaca-se ainda que os próprios mecanismos utilizados na exploração de minérios representam, por si só, riscos e uma ameaça significativa ao meio ambiente. Essa ameaça precisa ser minimizada por meio de ações que reduzam os impactos futuros e garantam a segurança. Além disso, por se tratar de uma atividade com elevado potencial de prejuízo e degradação ambiental, a mineração exige maior cuidado e, sobretudo, maior rigor por parte dos órgãos responsáveis pelo licenciamento e fiscalização.

De acordo com Pereira et al. (2023), eventos como esses, especialmente as rupturas envolvendo as barragens da Vale S.A. não devem ser vistos como meros acidentes. Conforme os autores, acidentes são eventos aleatórios, ou seja, não podem ser previstos ou evitados, no entanto, nos dois últimos desastres ocorridos no Brasil, houve diversos fatores que contribuíram para os rompimentos, mais precisamente, sinais de alerta que foram ignorados.

Silva, Go e Moreira (2021) destacam que a Vale S.A. possui um Conselho de Administração com cinco comitês de assessoramento, entre os quais se encontram o Comitê de Governança, Conformidade e Riscos, e o Comitê de Auditoria. Dessa forma, o Conselho de Administração não poderia alegar desconhecimento sobre os problemas relacionados aos riscos. Ou seja, a empresa não poderia deixar de divulgar informações sobre as condições e/ou vulnerabilidades a que estava exposta.

As causas desses rompimentos não são monofatoriais, mas resultam da combinação de diversos elementos que, a curto e longo prazo (sendo muitas vezes ao longo do tempo), contribuem para esse tipo de desastre. Esses fatores envolvem desde falhas no processo de concessão do licenciamento ambiental, passando pela

responsabilidade das empresas mineradoras, até deficiências na fiscalização e, sobretudo, pela falta de rigor na punição de crimes ambientais.

Assim como as causas do rompimento de barragens são diversas, suas consequências costumam ser grandiosas e, muitas vezes, imensuráveis. O colapso de uma barragem de mineração não apenas causa severa degradação ambiental, mas também afeta profundamente a sociedade, a economia local, as dinâmicas políticas e o próprio mercado no qual a empresa está inserida.

3.3 EFICIÊNCIA DO MERCADO

Os mercados de capitais têm papel fundamental na expansão econômica de um país, ao viabilizar a alocação eficiente de recursos (FAMA, 1991). Nesse sentido, funcionam como importantes intermediadores financeiros, aproximando os tomadores, ou seja, agentes que buscam captar recursos para financiar projetos ou realizar determinadas atividades dos investidores, que dispõem desses recursos e desejam aplicá-los de forma estratégica.

Muitos investidores têm buscado alocar seus recursos em empresas que são ambientalmente responsáveis, isso porque, com o passar do tempo, a sustentabilidade tornou-se um dos critérios fundamentais de avaliação de uma empresa por parte de *stakeholders* e *shareholders* antes de tomar a decisão de investir nela.

Conforme mencionado anteriormente, os rompimentos de barragens geram inúmeras consequências. Esse tipo de tragédia provoca repercussões simultâneas em diversas áreas, inclusive no mercado financeiro, que tende a reagir de forma complexa diante dessas ocorrências. A própria empresa responsável pode ser penalizada, inclusive com a desvalorização de suas ações, como foi o caso da Vale S.A. Logo após a divulgação do rompimento da barragem de Fundão, operada pela Samarco, suas ações sofreram uma queda de preços de aproximadamente 30%. Os papéis, que estavam sendo cotados a R\$ 15,00, passaram a valer R\$ 10,38 no dia 8 de dezembro daquele mesmo ano (BARBOSA, 2020).

Cabe ressaltar que, com os avanços tecnológicos, as mídias sociais e demasiadas fontes de informações, uma notícia que antigamente poderia levar horas para ser espalhada, é agora difundida em questão de segundos/minutos. Tais eventos têm impacto direto na reputação da empresa causadora e pode atingir

desfavoravelmente a imagem de uma companhia. Sendo assim, muitas empresas têm buscado oportunidades para agregar a pauta de sustentabilidade em suas operações, pois “os impactos ambientais geram repercussões que abalam a confiança dos investidores, acionistas, consumidores e outros grupos sociais, acarretando prejuízos às empresas” (NOGUEIRA; ANGOTTI, 2011, p.70).

Além disso, investidores buscam por informações que lhe permitam avaliar e acompanhar a evolução de seu(s) ativo(s), que se apropriaram no mercado e essas informações abrangem e variam desde informações políticas e econômicas às informações sociais e ambientais para tomada de decisão relativas a determinado investimento. Os mercados de capitais oferecem sinais pertinentes para a precificação dos títulos, que por sua vez tem que transmitir as informações presentes no sistema econômico em todo momento (BARBOSA; BARROS, 2021).

Do ponto de vista da Teoria Moderna das Finanças, observa-se que, à medida que novas informações surgem no mercado e dependendo da relevância e natureza do evento que as originou, os investidores tendem a utilizá-las para otimizar seus rendimentos. Por serem considerados agentes racionais, esses investidores se valem dessas informações para tomar decisões mais acertadas, contribuindo para que o mercado atinja um nível de eficiência em que os preços se ajustam rapidamente ao novo equilíbrio (STRASSBURG; WOHLEMBERG, 2023).

Em contrapartida, pela ótica das finanças comportamentais, percebe-se que nem sempre as informações fornecidas no mercado farão com que esses investidores tomem decisões assertivas, isso porque o comportamento do investidor pode ser impulsionado por vieses cognitivos, fruto de suas emoções e podendo tendenciar-lo a tomar decisões que podem comprometer a eficiência no mercado, produzindo certas anomalias.

Em relação à eficiência dos mercados, Fama (1970) afirma que ela pode se manifestar de três formas: fraca, semiforte e forte. A eficiência em sua forma fraca ocorre quando os preços atuais dos ativos já incorporam todas as informações contidas nos preços passados. Dessa forma, torna-se impossível aos investidores obterem lucros anormais com base apenas na análise histórica dos preços (NOGUEIRA; ANGOTTI, 2011).

Já a eficiência de mercado em sua forma forte pressupõe que os preços dos títulos incorporam todas as informações disponíveis no mercado, inclusive aquelas

consideradas privilegiadas. Assim, se o mercado for eficiente nesse nível, mesmo os *insiders* que possuem acesso a informações confidenciais não conseguirão obter lucros extraordinários com base nelas, uma vez que se presume que todos os participantes do mercado já dispõem das mesmas informações.

A eficiência dos mercados na forma semiforte pressupõe que os preços correntes dos ativos refletem todas as informações publicamente disponíveis. Isso inclui as séries históricas de preços, as demonstrações contábeis, comunicados oficiais e demais divulgações que possam impactar o valor de mercado dos títulos. Assim, quando novas informações relevantes são divulgadas, os usuários não podem lucrar mais utilizando essas informações disponíveis, pois presume-se que o mercado já os incorpora de forma imediata.

De acordo com Cardoso e Martins (2008), o comportamento dos mercados financeiros se manifesta, predominantemente, de acordo com a forma semiforte de eficiência. Essa forma é considerada a que mais se aproxima da realidade do mercado, sendo amplamente respaldada por diversos estudos empíricos. Entretanto, também se observa que a velocidade com que uma informação se reflete nos preços pode variar: algumas reagem de maneira quase imediata, enquanto outras demoram mais tempo para serem absorvidas.

Wohleberg e Strassburg (2023) explicam que, em um mercado racional, novas informações provenientes de eventos relevantes tendem a ser rapidamente incorporadas aos preços dos ativos. Por outro lado, mercados com menor racionalidade apresentam maior lentidão nesse processo. Ou seja, a velocidade de assimilação das informações está diretamente relacionada ao grau de racionalidade dos agentes que compõem o mercado.

Fama (1970) propôs testes específicos para verificar a validade de cada um dos três níveis de eficiência de mercado. Para a forma fraca, o teste sugerido é o da previsibilidade dos retornos, o qual avalia se os retornos passados têm capacidade de prever os retornos futuros. Para a forma forte, aplica-se o teste de informações privadas, com o objetivo de identificar se existem informações privilegiadas não refletidas nos preços das ações e que podem favorecer determinados investidores.

Para testes de eficiência de mercado no seu grau semiforte, em que se presume que a precificação das ações é reflexo de informações publicamente disponíveis, emprega-se o estudo de eventos na busca de averiguar a interferência

de eventos específicos no desempenho da empresa. Na subseção a seguir será aprofundado mais sobre o estudo de eventos, a sua origem e como ele pode ser aplicado no campo de estudo de finanças.

3.3.1 ESTUDO DE EVENTOS

De acordo com Campbell, Lo e Mackinlay (1997), o estudo de eventos iniciou por volta dos anos de 1933 a partir do trabalho realizado por Dolley, onde ele examinou os efeitos provocados por splits nos preços das ações, o autor analisou o comportamento de preços nominais das ações no momento do desdobramento (Splits).

Ainda sobre a gênese do estudo de eventos e sua popularização, a pesquisa realizada por Kothari e Warner em (2004) demonstrou o crescimento considerável na adoção dessa abordagem. Os autores identificaram cerca de 665 trabalhos reportando a essa análise e publicados em cinco periódicos de destaque entre 1974 e 2000, além de constatarem que na década 80 houve um volume crescente de publicações de trabalhos com uso da metodologia de estudo de eventos.

O estudo de eventos trata-se de uma abordagem empírica amplamente utilizada em pesquisas nas áreas de finanças, economia e contabilidade, com o objetivo de mensurar o efeito de um ou mais eventos econômicos no valor de uma empresa (ARAÚJO; SOARES; ABREU, 2018). No campo da economia o estudo de eventos é comumente utilizado para medir o efeito que um determinado evento econômico exerce sobre o valor de uma empresa.

Presume-se que o efeito de um evento será prontamente incorporado nos preços de ações, considerando a racionalidade de mercado. (CAMPBELL, LO E MACKINLAY, 1997), ou seja, com aplicação de estudo de eventos analisa-se o quanto rápido o evento-informação se refletiu no preço de ações, pois essa metodologia foi introduzida para testar a eficiência de mercado na sua forma semiforte, partindo do pressuposto que informações públicas vão se refletir na precificação dos ativos.

Não existe uma estrutura exclusiva a ser adotada para se fazer o estudo de eventos, no entanto, Campbell, Lo e Mackinlay (1997) sugerem sete passos a serem seguidos para uma boa estruturação de estudo de eventos:

- (1) Em primeiro lugar, é preciso definir o evento de interesse e identificar o intervalo de tempo em que os preços de ativos de empresas envolvidas serão

avaliados, isso é a janela do evento, (2) na sequência, determina-se os critérios de seleção na qual serão estabelecidos os critérios de inclusão de empresa ou empresas que serão analisadas. Após essa etapa, (3) parte-se para os cálculos dos retornos normais e anormais, com isso é avaliado o efeito que o evento exerceu sobre a ação. O cálculo do retorno anormal é feito por meio da subtração do retorno real ex post (na janela do evento) com o retorno normal esperado, se o evento não tivesse acontecido.

Após a escolha do modelo de retorno normal, (4) são estimados os parâmetros do modelo, considerando uma janela anterior ao evento, e esse período é chamado de janela de estimação, contudo, a janela de evento não pode ser incluída no período utilizado para estimação dos parâmetros, evitando assim a influência do evento sobre os parâmetros do modelo selecionado.

Com o retorno anormal calculado, (5) procede para a realização de teste estatístico para averiguar a hipótese nula e ou a hipótese alternativa de que o evento produziu efeito e em seguida (6) são apresentados os principais achados através do desenho econométrico escolhido, como também recomenda-se acrescentar diagnóstico pois ele pode interferir na validade das conclusões. Por último, (7) é feita a interpretação e conclusão, através da análise de dados empíricos, consegue-se obter uma melhor compreensão acerca do impacto provocado pelo evento nos preços dos ativos na amostra estudada.

Fogaça *et al.* (2023) aplicaram o estudo de eventos para analisar os impactos dos rompimentos das barragens de Mariana e Brumadinho nos preços das ações da mineradora Vale S.A. Para isso, definiram janelas distintas: no caso do rompimento em Mariana, foi adotada uma janela de 200 dias antes e depois do acidente; já para Brumadinho, optou-se por uma janela de 100 dias anteriores e posteriores à tragédia. Os resultados indicaram que ambos os desastres ambientais tiveram impactos negativos nas ações da Vale no mercado de capitais brasileiro. No entanto, o segundo evento (Brumadinho) provocou uma queda mais acentuada nos preços dos títulos, em comparação ao primeiro.

Rocha e Vasconcelos (2023) também analisaram os efeitos dos rompimentos das barragens de Mariana e Brumadinho sobre o preço das ações da Vale, utilizando a metodologia do estudo de evento. Concluíram que o primeiro desastre teve uma repercussão mais prolongada no período pós-acidente. Já no caso de Brumadinho, os investidores reagiram de forma imediata, precificando rapidamente os danos

esperados. Assim, o preço das ações foi impactado apenas no dia do acontecimento, mantendo-se relativamente estável nos dias seguintes, sem grandes efeitos residuais.

Nogueira e Angotti (2011) investigaram os efeitos da divulgação de impactos ambientais em companhias do setor petrolífero, com foco nos vazamentos de petróleo. Foram analisadas quatro empresas globais: Petrobras, British Petroleum, Chevron e Shell, no período de 2000 a 2010. Através do estudo de evento, os autores examinaram o comportamento dos preços das ações após a divulgação de incidentes ambientais. Os resultados revelaram que, embora os efeitos levem alguns dias para se refletir totalmente nos preços, os eventos ambientais dessa natureza provocam impactos negativos significativos nos retornos e na valorização das ações.

Santos *et al.* (2021), por sua vez, investigaram o impacto do anúncio do confinamento total (*lockdown*) durante a pandemia de COVID-19 nos preços das ações ordinárias de empresas brasileiras do setor agroindustrial. Os autores observaram, por meio do estudo de evento, uma queda nos preços das ações na janela do evento, evidenciando o impacto negativo imediato causado por incertezas e restrições impostas naquele contexto.

4 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste estudo foi feita uma pesquisa descritiva, visto que, com esse tipo de metodologia busca-se relacionar variáveis que estão sendo exploradas visando assim estabelecer a sua natureza. A pesquisa descritiva “objetiva descrever as características de uma população ou um fenômeno, além de identificar se há relação entre as variáveis analisadas.” (MASCARENHAS; SIDNEI; AUGUSTO, 2012, p.47).

No que tange esta pesquisa, o intuito foi vincular dois eventos marcantes da história da Mineradora Vale S.A., que envolvem o rompimento da barragem Fundão, em 2015, e a ruptura da barragem Mina I do córrego do Feijão, em 2019. Com base nisso, avaliar como os preços das ações da empresa foram afetados, assim como levantar impactos financeiros resultantes desses rompimentos.

Aplicou-se a metodologia do estudo de eventos para examinar a maneira como os acionistas da VALE3 racionalizaram face aos anúncios dos eventos de Mariana e Brumadinho, isso através dos impactos provocados pelos dois rompimentos nas ações da empresa; listada na B3, averiguando assim se cada evento ocasionou retornos anormais.

Para avaliar os impactos financeiros dessas tragédias, fez-se necessário analisar a evolução dos balanços da Vale S.A., comparamos as receitas, custos e lucros da Vale entre o ano de 2014 a 2023. Para comparação das receitas, foram considerados o volume de vendas (em toneladas) e o preço médio por tonelada dos principais produtos da Vale que são o minério de ferro fino, pelotas, níquel e carvão, os quais representam a maior porcentagem do total das receitas da companhia. Para análise dos custos, foram consideradas as despesas diretamente relacionadas aos eventos das tragédias.

A coleta de dados foi realizada por meio do site oficial da Vale S.A., na seção de Relações com Investidores, com base na análise dos relatórios financeiros trimestrais, demonstrações contábeis, notas explicativas e comunicados da empresa. Para avaliar os danos ambientais e as obrigações financeiras resultantes dos rompimentos, no caso da barragem do Fundão, utilizou-se o acordo firmado com o Poder Público brasileiro para a reparação integral do desastre causado pela Samarco.

Quanto ao rompimento da barragem da Mina Córrego do Feijão foi considerada a análise do Acordo Judicial de Reparação Integral, homologado em 4 de fevereiro de

2021 e atualizado em 2 de outubro de 2024 pela Justiça de Minas Gerais. Por meio desses acordos, foram examinadas as ações adotadas e em andamento, os critérios utilizados para a estimativa dos danos e o valor das multas impostas por diferentes órgãos reguladores. As fontes utilizadas incluíram os sites do Governo de Minas Gerais, ANBIMA, Samarco, Vale S.A., além de veículos de notícias. O quadro 1 apresenta novo acordo de reparação de Mariana.

QUADRO 1 - Novo acordo de reparação Mariana

Valores	Principais linhas de obrigações
R\$ 100 bilhões	Pagamentos parcelados ao longo de 20 anos ao Governo Federal, aos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo e aos municípios para financiar programas e ações compensatórias vinculadas a políticas públicas.
R\$ 32 bilhões	Obrigações a fazer da Samarco, incluindo iniciativas de indenização individual, reassentamento e recuperação ambiental.
R\$ 38 bilhões	Valores já investido em medidas de remediação e compensação
R\$ 170 bilhões no total	

FONTE: Adaptado de Samarco (2024).

Conforme demonstrado no quadro 1, nove anos após o rompimento da barragem de Fundão, foi firmado um novo acordo referente à reparação dos danos causados pelo desastre de Mariana. Após a formalização desse acordo, a mineradora Vale S.A. divulgou um comunicado reafirmando seu compromisso com a Samarco, comprometendo-se a arcar com até 50% dos custos de reparação, conforme previamente acordado entre os acionistas (VALE, 2024).

Presume-se que a demora na definição desse acordo, em comparação com o de Brumadinho, esteja relacionada aos diversos problemas e à falta de transparência identificados na atuação da Fundação Renova, entidade criada especificamente para conduzir as ações de reparação decorrentes do rompimento da barragem de Fundão. Já no quadro 2, é possível visualizar o acordo judicial de Brumadinho:

QUADRO 2 - Acordo judicial de reparação – Brumadinho

ACORDO JUDICIAL DE REPARAÇÃO	
Acordo Judicial de Reparação R\$ milhões	Valor Nominal

Projetos das comunidades atingidas	3.000.000.000,00
Programa de mobilidade	4.950.000.000,00
Programa de transferência de renda a população atingida	4.400.000.000,00
Recuperação socioambiental	5.000.000.000,00
Projeto de compensação ambiental	1.550.000.000,00
Projetos para Brumadinho	1.500.000.000,00
Projetos de Segurança Hídrica	2.050.000.000,00
Programa de Fortalecimento do serviço público	3.650.000.000,00
Projetos para bacia do Rio Paraopeba	2.500.000.000,00
Biofábrica FUNED	135.000.000,00
Ressarcimentos e Despesas Públicas	310.000.000,00
Estruturas de Apoio	700.000.000,00
TAC Bombeiro e TAC Defesa Civil	167.660.134,00
Total R\$ 29.912.660.134	
Valores executados antes do acordo	
Pré-acordo antecipação Covid	1.500.000.000,00
Pré-acordo despesas com reparação	4.392.583.672,00
Pré-acordo auxílio emergencial	1.774.471.573,00
Pré-acordo ressarcimento ao Estado	110.051.950,00
Total R\$ 7.777.107.195,00	
Valor total do acordo R\$ 37.689.767.329,00	

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

O valor definido no acordo judicial de reparação de Brumadinho foi quatro vezes menor do que o acordado para a reparação da tragédia de Mariana. Essa diferença está relacionada à natureza dos danos causados por cada evento, à extensão das ações necessárias para mitigar suas consequências e às condições específicas em que os acordos foram estabelecidos.

Cabe destacar que, embora o rompimento da barragem da Mina Córrego do Feijão tenha resultado na perda de muitas vidas, os danos ambientais provocados por esse evento foram relativamente menores quando comparados aos da ruptura da

barragem de Fundão, esta última causou impactos ambientais de grande magnitude, atingindo amplamente a bacia hidrográfica do Rio doce e seus afluentes.

4.1 ANÁLISE DE EVENTOS

Conforme apontam Bruni e Fama (1998), há dois motivos pelos quais têm se usado a metodologia de estudo de eventos em muitas pesquisas, faz-se essa abordagem para testar i) a hipótese nula que aponta que o mercado agrega as informações, como também para ii) analisar a implicação que um evento tem sobre a riqueza dos *stakeholders* de alguma empresa. O estudo de eventos pressupõe que o evento ambiental que teve um efeito direto sobre uma determinada firma ocasionará uma transmissão de informações para os demais, ou seja, haverá no mercado uma variação no preço de ações. Rocha e Vasconcelos (2023)

Por meio do estudo de eventos, feito a partir da linguagem R, examinou-se os impactos provocados pelos eventos de Mariana e Brumadinho nas ações da mineradora Vale, empresa listada na B3, analisando se respectivos eventos provocaram retornos anormais. Utilizou-se os dados da Vale e do Ibovespa e baseando-se no modelo de estrutura proposto por Campbell, Lo e Mackinlay (1997), foram seguidos determinados passos para a análise dos dois eventos:

Para o primeiro rompimento, estabeleceu-se a própria data do dia 05 de novembro de 2015, como a data do evento (evento 1) e no que diz respeito ao segundo rompimento, definiu-se o dia 28 de janeiro de 2019 como o dia de evento, visto que a tragédia ocorreu na sexta-feira, 25 de janeiro de 2019, data em que a Bolsa de valores não operou devido ao feriado do aniversário da cidade de São Paulo, a reação do mercado só foi registrada no pregão da segunda-feira seguinte, dia 28 de janeiro (evento 2).

Quanto às janelas de análise, considerou-se para os dois rompimentos: 20 dias antes do evento e 20 dias depois o ocorrido, somando no total 41 dias úteis para formar **a janela de evento** e para **a janela de estimação**, o corte foi de 250° até 20° dias úteis que antecederam a data do evento, ou seja, para janela de estimação utilizou-se 230 dias úteis antes do rompimento.

Os cálculos para os retornos e procedimento de testes foram feitos a partir da linguagem R. Foram usadas cotações diárias da ação (VALE3) e do índice de

referência (IBOV), e após a obtenção de preços de fechamento ajustado da ação da Vale e do índice Ibovespa foram calculados os retornos diários, e tendo já definido a janela de estimação, foi empregado o modelo de mercado para os cálculos os retornos esperados. Para estimar os retornos anormais (AR) fizemos a diferença entre os retornos reais e os retornos esperados. E para mensurar o efeito de cada evento durante a janela definida, utilizou-se a metodologia de Retorno Anormal acumulado (CAR), proporcionando a captação do impacto gerado pelo evento-informação no valor da ação da VALE3 e em seguida procedeu-se para teste t para determinar a significância estatística da amostra utilizada.

Esses resultados sugerem que, embora o retorno anormal acumulado (CAR) tenha sido expressivamente negativo após o desastre de Mariana, a média diária dos retornos anormais durante a janela de evento não foi estatisticamente diferente de zero. O que pode indicar que o impacto negativo foi pontual e concentrado em apenas alguns dias específicos, mas não suficientemente persistente ou sistemático ao longo de toda a janela para que a média se afastasse significativamente de zero. Ainda assim, a magnitude do CAR observado evidência a relevância econômica do evento, mesmo que a significância estatística média não tenha sido atingida.

O gráfico a seguir apresenta o retorno acumulado das ações da Vale referente ao segundo desastre, o rompimento da barragem de Brumadinho, considerando uma janela de 41 dias, o que equivale a 20 dias anteriores e 20 dias posteriores ao evento, incluindo o dia da tragédia.

GRÁFICO 2: CAR – Retorno acumulado da ação da Vale, evento 2.

Janela de evento: 20 dias antes e 20 dias após o evento de Brumadinho



FONTE: A autora (2025).

Para avaliar o impacto do desastre de Brumadinho, ocorrido em 25 de janeiro de 2019, também foi aplicado um estudo de evento com base na metodologia do Retorno Anormal Acumulado (CAR) e o CAR resultou em -16,3% no final do período analisado. O modelo de mercado estimado a partir de uma janela de estimação anterior ao evento permitiu calcular os retornos esperados para as ações da Vale durante a janela de evento. A diferença entre os retornos reais e esperados produziu

os retornos anormais diários, que foram então acumulados ao longo do período analisado.

Para verificar se a média dos retornos anormais foi estatisticamente diferente de zero, realizou-se um teste t para uma amostra. O resultado do teste apresentou um valor de $t = -0,44$, com 26 graus de liberdade e um p-valor de 0,66, indicando que não há evidência estatística de que a média dos retornos anormais durante a janela do evento seja diferente de zero. A média observada foi de -0,35%, com intervalo de confiança de 95% entre -1,98% e +1,28%. Isso sugere que, embora o evento tenha provocado quedas acentuadas em dias específicos, notadamente em 28 de janeiro de 2019, com retorno anormal de -17,7%, os efeitos médios ao longo da janela não foram estatisticamente significativos, o que pode indicar uma reação pontual seguida de uma absorção mais rápida pelo mercado.

A partir da análise dos dois eventos, Mariana (2015) e Brumadinho (2019), constatou-se que os dois rompimentos ocasionaram retornos anormais acumulados negativos nas ações da Vale, refletindo perdas de valor de mercado associadas às tragédias. Todavia, o impacto de Mariana gerou um CAR mínimo de aproximadamente -24,12%, enquanto Brumadinho alcançou um CAR mínimo de -16,3%, sugerindo que Mariana teve um efeito mais severo e persistente ao longo do tempo.

Ainda que os testes t não tenham identificado significância estatística na média dos retornos anormais em nenhum dos eventos, os valores acumulados apontam que o mercado reagiu de forma mais duradoura ao primeiro desastre. Isso pode estar relacionado ao fator surpresa, à percepção inicial de risco ambiental e reputacional da Vale e à menor preparação institucional para eventos desse tipo em 2015. Em contraste, Brumadinho, embora muito grave, ocorreu em um contexto em que o mercado já estava mais ciente dos riscos associados à empresa, podendo ter ajustado as expectativas de forma mais rápida. Portanto, os dois eventos foram graves do ponto de vista econômico, no entanto, Mariana apresentou maior impacto acumulado nos retornos das ações.

5.2 IMPACTOS FINANCEIROS.

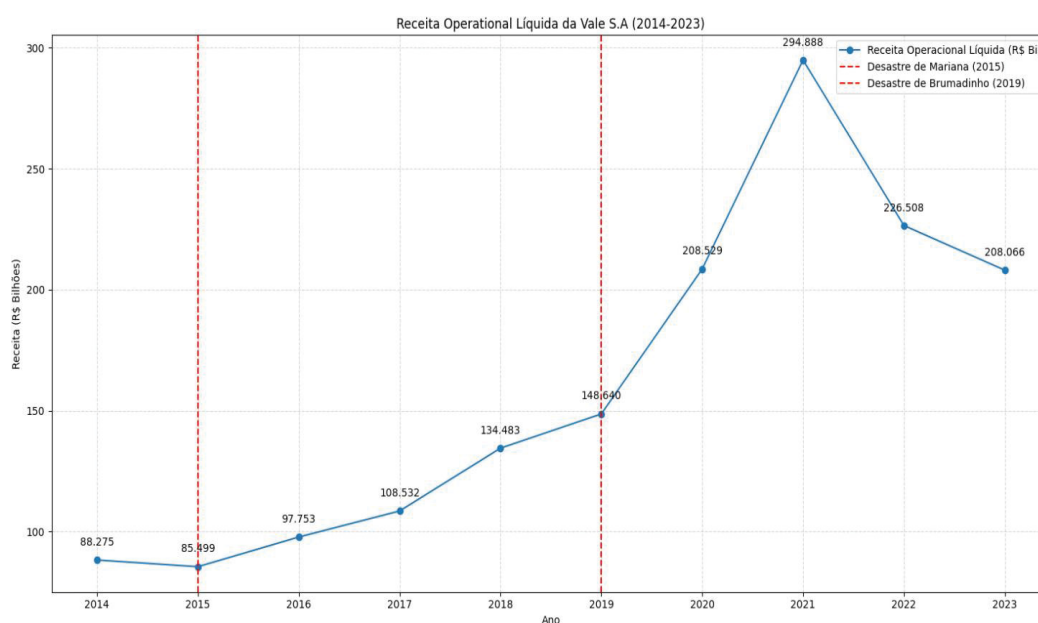
No ano da ocorrência da primeira tragédia, a receita operacional líquida da Vale S.A. foi de R\$ 85.499 bilhões, ou seja, 3% a menos em relação ao ano anterior, pois a Vale S.A. obteve R\$ 88.275 bilhões na sua receita líquida em 2014. Essa

redução teve influência dos menores preços na venda de *commodities*, o minério de ferro-fino que sofreu queda 41,28%, o preço do níquel, que sofreu uma redução de 28,87%, e pelotas de 37,36%, o que foram compensados pelo maior volume de venda de ferro. No mesmo ano, a Vale S.A. registrou um prejuízo de R\$ 34.219 bilhões no 4T15 (período em que ocorreu a tragédia de Mariana) e um prejuízo anual de R\$ 45.997 bilhões contra um lucro líquido anual de R\$ 219 bilhões em 2018, no entanto as razões desse grande prejuízo não estão diretamente relacionadas ao rompimento da barragem Fundão, mas sim ao menor EBITDA, perdas em oscilações cambiais e monetárias como também maior *impairment* em ativos.

Já quando analisamos o valor das receitas da Vale S.A., no trimestre em que ocorreu o rompimento da barragem Mina 1 do Córrego de Feijão, observa-se que a receita líquida da Vale caiu 17,36% em comparação com o 4T18.(GRÁFICO 3).

O Gráfico 3 apresenta a receita operacional líquida da Vale, em R\$ bilhões, no período de 2014 a 2023, considerando o impacto dos rompimentos das barragens de Mariana (2015) e Brumadinho (2019).

GRÁFICO 3 - Receita operacional líquida da Vale S.A. (2014-2023)



FONTE: Adaptado da Vale (2025).

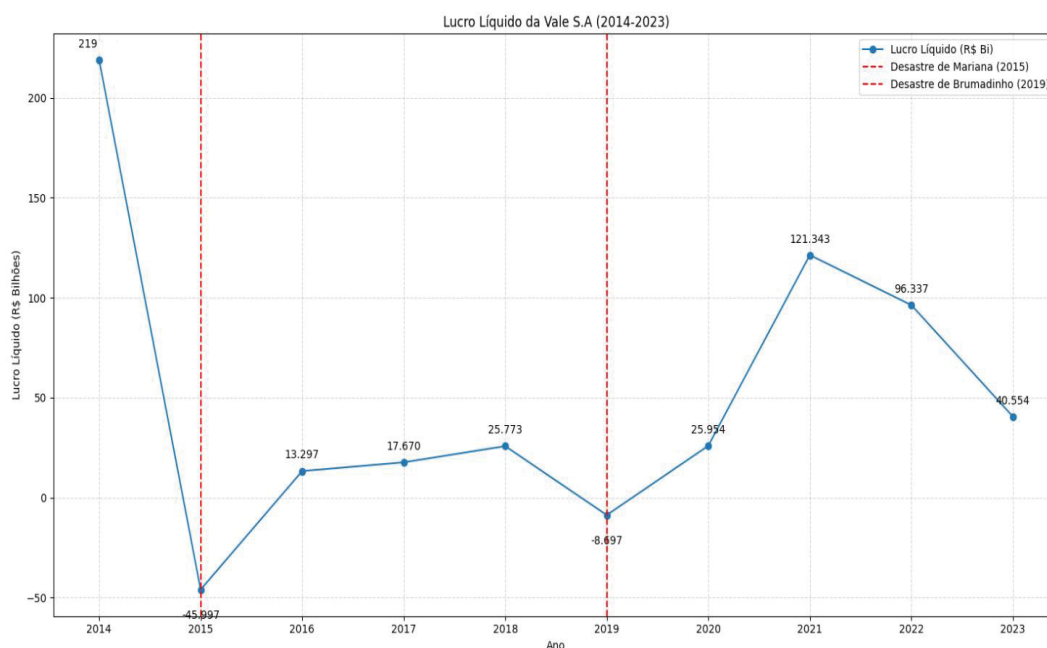
Por mais que a maioria dos principais produtos da empresa tenha apresentado preços mais elevados, o volume de vendas sofreu quedas significativas.

Por exemplo, as vendas de minério de ferro-fino caíram 31,17% em comparação ao trimestre anterior; as de pelotas, 22,97%; níquel, 16,7%; e carvão, 20,27%. Essa redução impactou negativamente as receitas da Vale, evidenciando que a ruptura da barragem da Mina 1, no Córrego do Feijão, gerou um impacto financeiro expressivo.

O desastre levou à paralisação de diversas operações como Brucutu, Vargem Grande, Alegria, Timbopeba e Fábrica, o que afetou diretamente o volume de produção. Além disso, a empresa teve um aumento considerável de despesas relacionadas à descaracterização de barragens, ações de remediação, assistência às vítimas e outras obrigações operacionais e legais. O Gráfico 4 apresenta o lucro líquido da Vale S.A., nos anos de 2014 a 2023.

O Gráfico 4 apresenta a evolução do lucro líquido da Vale, em R\$ bilhões, no período de 2014 a 2023, mostrando o impacto dos rompimentos das barragens de Mariana (2015) e Brumadinho (2019) sobre o desempenho financeiro da mineradora.

GRÁFICO 4 - Lucro Líquido da Vale S.A. (2014-2023)



FONTE: Adaptado da Vale (2025).

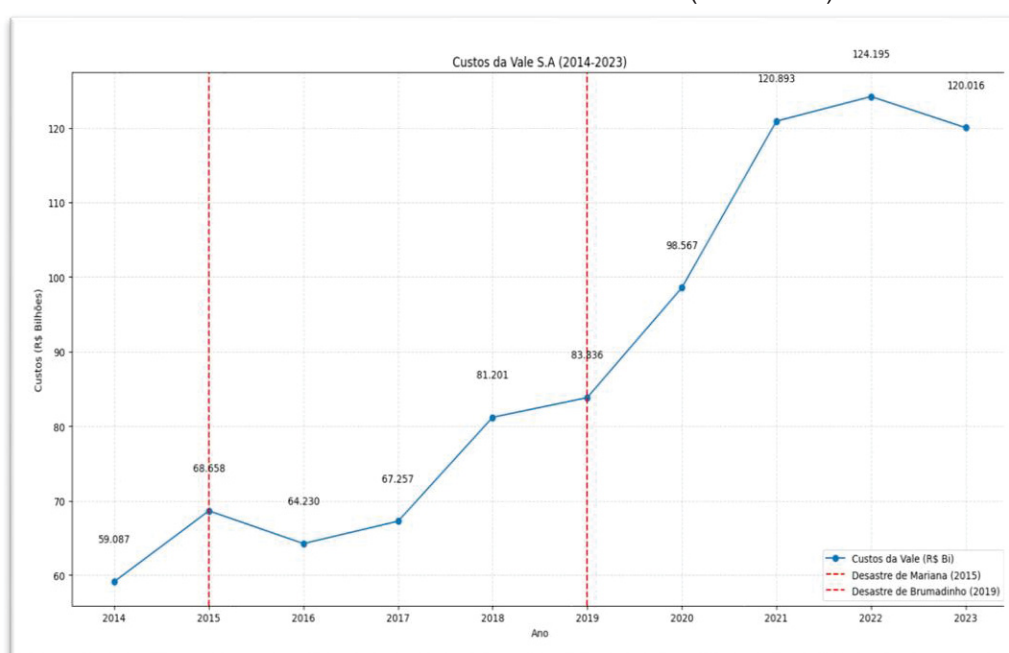
Quanto ao seu lucro líquido, obteve um prejuízo de 145% ou melhor, no 4T18 ela tinha registrado um lucro de R\$ 14.660 bilhões e já no 1T19 baixou para R\$ - 6.546 bilhões, uma redução de R\$ 21.206 bilhões ocasionada pelas provisões em relação

ao rompimento da barragem de Brumadinho (MG) e os volumes de vendas que foram menores.

Ao observar o ano de 2019, percebe-se que apesar do desastre ter acontecido no início do ano, o impacto financeiro decorrente da tragédia de Brumadinho se estendeu ao longo do ano todo no desempenho financeiro da empresa. Em 2019, a empresa fechou com um prejuízo anual de R\$ (8.697) bilhões de reais, o que corresponde a uma redução de 134% em comparação ao ano 2018 em que a Vale S.A. fechou com R\$ 25.773 bilhões.

O Gráfico 5 apresenta a evolução dos custos da Vale, em R\$ bilhões, no período de 2014 a 2023, evidenciando o impacto dos rompimentos das barragens de Mariana (2015) e Brumadinho (2019) sobre os custos da companhia.

GRÁFICO 5 - Custos da Vale S.A. (2014-2023)



FONTE: Adaptado da Vale (2025).

A última sessão está apresentando as considerações finais do nosso trabalho, que teve foco na análise do impacto dos rompimentos da barragem de Mariana e Brumadinho nos retornos das ações da Vale, como também apresentamos sugestões para pesquisas futuras no campo acadêmico.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em pleno século XXI, em um cenário marcado pela alta competitividade que levou muitas organizações a operarem no limite de suas capacidades em busca de maiores resultados, infelizmente há muitos riscos operacionais associados à atividade de mineração, por esse motivo analisou-se o impacto dos rompimentos da barragem Fundão (em 2015) e da Mina 1 do córrego do Feijão (em 2019) no valor da mineradora Vale.

Através do estudo de eventos, examinamos o impacto desses rompimentos nos preços das ações da mineradora, e concluímos que ambas as ocorrências foram relevantes do ponto de vista econômico afetando negativamente o valor da ação da Vale S.A., e os retornos anormais acumulados nos períodos observados foram significativamente negativos, tanto no primeiro evento quanto no segundo. Todavia, na ruptura da barragem do Fundão, os efeitos se deram de forma contínua, ao passo que, no segundo evento, houve uma reação imediata: logo após o anúncio do rompimento, os papéis da Vale sofreram quedas expressivas, no entanto, esse impacto revelou-se de curto prazo.

Esses achados estão em consonância com os estudos de Rocha e Vasconcelos (2023) que chegaram também à conclusão de que houve um impacto significativo nos preços da ação da Vale. O rompimento da barragem Fundão, por ser o primeiro teve um impacto um pouco mais estendido, insinuando a aversão dos investidores em relação a Vale, uma vez que no segundo rompimento estes últimos logo conseguiram estimar danos relacionados ao evento, por isso o impacto foi fortemente notável somente no dia de evento. Em razão da magnitude do desastre humano, das consequências operacionais e legais, e das decisões judiciais decorrentes desses eventos, algumas instituições, como Jefferies, HSBC, BMO e Macquarie, entre outras, desincentivaram o investimento na Vale S.A. (SANTOS et al., 2022).

Considerando o impacto financeiro dos rompimentos a partir da análise de relatórios financeiros da Vale, observou-se que, com a paralisação das atividades provocada pela ruptura da barragem de Mina 1 do córrego de Feijão, a receita da Vale diminuiu de 17,36% em comparação com o ano de 2018 e no caso da tragédia de Fundão, as receitas diminuiriam apenas 3% em relação ao ano anterior.

A mineradora Vale S.A., por ser uma das maiores do mundo, atua sob constante pressão para atender às demandas em nível internacional. O rompimento da barragem da Mina 1 do Córrego do Feijão ocorreu, em parte, porque a estrutura passou a receber uma quantidade de resíduos superior à prevista. Os achados desta pesquisa demonstram que os rompimentos de barragens geram impactos significativos para toda a sociedade, afetando diretamente a imagem institucional da empresa responsável pelo desastre.

Além disso, causam prejuízos incalculáveis à sociedade, especialmente pela perda de dezenas e até centenas de vidas humanas, entre as quais estavam trabalhadores da própria Vale, moradores da região e outras vítimas atingidas pelas tragédias. Através da pesquisa foi possível compreender que uma característica comum entre essas barragens é que de certa maneira contribuiu para seus rompimentos foi o método de beneficiamento adotado: o alçamento a montante. Este é considerado o método menos custoso, porém também o mais arriscado, uma vez que sua estrutura apresenta menor estabilidade.

Infelizmente, esse tipo de dano não pode ser reparado ou melhor, não existem mecanismos ou ações capazes de revertê-lo. Além disso, o meio ambiente, no qual os indivíduos estão inseridos, sofre uma degradação cujos efeitos, muitas vezes, só podem ser revertidos gradativamente. Particularmente no caso de Brumadinho, uma cidade histórica e turística, a tragédia destruiu parte significativa do município, dificultando o turismo por um longo período, sendo este uma das principais fontes de renda da região.

Um desastre ambiental pode ser resultado de fenômenos naturais ou de falha operacional, entre diversos outros fatores. No entanto, independentemente da causa, esses eventos acarretam destruição muitas vezes irreparáveis a curto prazo. A reparação pode levar anos, ou até mesmo décadas, como no caso da barragem de Mariana, cujo acordo de reparação só foi formalizado quase uma década após o ocorrido. Diante disso, as mineradoras devem atuar com uma visão de longo prazo, conscientes de que os resultados, sejam positivos ou negativos, são fruto de decisões passadas. Minimizar detalhes importantes, pode custar caro para a organização e, ainda mais, para a sociedade.

Recomenda-se a ampliação deste estudo por meio da análise de outros rompimentos de barragens de mineração ocorridos nos últimos anos. Com a identificação desses eventos em escala global e a avaliação do impacto que provocaram no valor de mercado das mineradoras responsáveis, situadas em diferentes continentes.

Sugere-se também para futuros trabalhos, estudo sobre análise e o aprimoramento das políticas públicas relacionadas à reparação de danos socioambientais provocados pela mineração no Brasil, tendo como ênfase na desburocratização dos processos de indenização às vítimas através de modelos de mediação pública transparente e acessível.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, F. S. M.; SOARES, R. A.; ABREU, M. C. S. de. **Avaliação das reações do Mercado de Capitais no Brasil e na Austrália após o acidente ambiental da Mineradora Samarco**. Revista Catarinense da Ciência Contábil, [S. l.], v. 17, n. 52, 2018. DOI: 10.16930/2237-7662/rccc.v17n52.2659. Disponível em: <https://revista.crcsc.org.br/index.php/CRCSC/article/view/2659>. Acesso em: 12 maio. 2024.

Barbosa, Sarah Cecília. **Reação do mercado acionário frente às catástrofes envolvendo a mineradora Vale S.A.** Um estudo de evento. 2020. Disponível em: <http://www.monografias.ufop.br/handle/35400000/2821>

Ball, Ray, Fama, Fisher, Jensen e Roll (1969): Comentários Retrospectivos (9 de janeiro de 2015). Disponível em SSRN: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2396585>

BARBOSA, Sarah Cecília e BARROS, Thiago de Sousa. **Qual a reação dos acionistas em face dos desastres ambientais envolvendo a Mineradora Vale S.A?: Um estudo de evento**. RC&C: Revista Contabilidade e Controladoria, v. 13, n. 2, p. 64-94 mai./ago. 2021, 2021Tradução. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/rcc.v13i2.78954>. Acesso em: 13 maio. 2024.

BOTELHO, M. R. et al.. **A insegurança das barragens da Vale em Minas Gerais, Brasil: aplicação da teoria da atividade à análise de desastres**. Saúde e Sociedade, v. 32, n. 2, p. e220510pt, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-12902023220510pt>

Botelho, Marcos Ribeiro et al. Rompimento das barragens de Fundão e da Mina do Córrego do Feijão em Minas Gerais, Brasil: decisões organizacionais não tomadas e lições não aprendidas. Revista Brasileira de Saúde Ocupacional [online]. 2021, v. 46 [Acessado 18 Abril 2024], e16. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/2317-6369000018519>>. Epub 06 Dez 2021. ISSN 2317-6369. <https://doi.org/10.1590/2317-6369000018519>.

Borges, Sérgio. (2018). **O desastre da barragem de rejeitos em Mariana, Minas Gerais: aspectos socioambientais e de gestão na exploração de recursos minerais**. Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía.10.15446/rcdg.v27n2. 6300827.Disponível em: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-215X2018000200301. Acesso em: 18 agosto. 2024

BRASIL. Ministério da economia. Rompimento da barragem B I da Vale S.A. em Brumadinho/MG em 25/01/2019. Disponível em: https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/inspecao-do-trabalho/seguranca-e-saude-no-trabalho/acidentes-de-trabalho-informacoes-1/relatorio_analise_acidentes_brumadinho.pdf

BRUNI, A. L.; FAMÁ, R. Mercados eficientes, CAPM e anomalias: uma análise das ações negociadas na BOVESPA (1988-1996). In: SEMEAD, III, 1998, São Paulo.

Anais eletrônicos - Seminários em Administração... São Paulo: FEA/USP, 1998.
Acesso em: 28 nov. 2024

BRUNO DA SILVA, A. A.; GO, A.; PESSOA MOREIRA, R. . O desastre ambiental de Brumadinho: por uma nova composição de forças para a defesa ambiental . **Revista Brasileira de Estudos Políticos**, v. 123, p. 49-83, 31 dez. 2021. DOI: <https://doi.org/10.9732/2021.v123.925>. Disponível em: <https://pos.direito.ufmg.br/rbep/index.php/rbep/article/view/925>

CAMPBELL, J.Y.; LO A.W; MacKinlay A.C. The Econometrics of Financial Markets. 2 . ed. Princeton: Princeton University Press, 1997. Disponível em: https://pub.deadnet.se/Books_and_manuals_on_various_stuff/Science/Economics/Campbell%2C%20The%20Econometrics%20of%20Financial%20Markets%20%5Bbadscan%5D.pdf. Acesso em: 12 jul. 2025.

CAPANEMA DE SOUZA FOGAÇA, P. A.; TEIXEIRA RAEDER, F.; VEIGA DA COSTA MARQUES, J. A. **Análise dos Impactos dos Acidentes Ambientais de Mariana e Brumadinho nas Ações da Mineradora Vale**. REUNIR Revista de Administração Contabilidade e Sustentabilidade, [S. l.], v. 13, n. 2, p. 1-18, 2023. DOI: 10.18696/reunir.v13i2.1426. Disponível em: <https://www.reunir.revistas.ufcg.edu.br/index.php/uacc/article/view/1426>. Acesso em: 7 set. 2024.

CARDOSO, Ricardo Lopes; MARTINS, Vinícius Aversari. **Hipótese de mercado eficiente e modelo de precificação de ativos financeiros**. In: ÍUDICIBUS, Sérgio de e LOPES, Alexsandro Broedel (Coord.). Teoria avançada da contabilidade. São Paulo: Atlas, 2008.

CARVALHO, M. S.; RIBEIRO, K. D.; MOREIRA, R. M.; ALMEIDA, A. M. Concentration of metals in the Doce river in Mariana, Minas Gerais, Brazil. Acta Brasiliensis, v. 1, n. 3, p. 37-41. Patos: 2017.

FABRÍCIO, S. A.; FERREIRA, D. D. M.; BORBA, J. A. A PANORAMA OF MARIANA AND BRUMADINHO DISASTERS: WHAT DO WE KNOW SO FAR? **REAd. Revista Eletrônica de Administração (Porto Alegre)**, v. 27, n. 1, p. 128–152, jan. 2021.

FAMA, E. (1970) “Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work”, **Journal of Finance**, vol. 25, nº 2: 383-417

FAMA, E. (1991) “Efficient Capital Markets II”, *Journal of Finance*, 46: 1.575-1.617

FERREIRA, Renata & FIORILLO, Celso. (2019). **RESPONSABILIDADE AMBIENTAL DAS EMPRESAS DE MINERAÇÃO E SUAS OBRIGAÇÕES EM FACE DA POLÍTICA NACIONAL DE SEGURANÇA DE BARRAGENS**. Revista Juridica. 4. 466. 10.21902/revistajur.2316-753X.v4i57.3783. Disponível em: <http://revista.unicuritiba.edu.br/index.php/RevJur/article/view/3783>

FREITAS, C. M. DE. et al. **Da Samarco em Mariana à Vale em Brumadinho: desastres em barragens de mineração e Saúde Coletiva**. Cadernos de Saúde

Pública, v. 35, n. 5, p. e00052519, 2019. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00052519>

FREITAS, S. M. C. F.; GUIMARÃES, H. O. R. G.; PEREIRA, D. M.; MÂNGIA, A. A. M. **Brumadinho: Muito mais que um desastre tecnológico**. Revista da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, v. 27, n. 2, p. 332–355, 2021. DOI: [10.35699/2316-770X.2020.21649](https://doi.org/10.35699/2316-770X.2020.21649). Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/revistadaufmg/article/view/21649>. Acesso em: 18 maio. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO – IBRAM. Economia Mineral do Brasil. 2018.

KOTHARI, S. P.; WARNER, Jerold B. **The econometrics of event studies**. 20 out. 2004. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=608601>. Acesso em: 29 jul. 2025.

MASCARENHAS, Sidnei Augusto. **Metodologia científica**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2012.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Caderno De Licenciamento Ambiental. Brasília, 2009. Disponível em: <https://www.bibliotecaagptea.org.br/administracao/educacao/livros/CADERNO%20DE%20LICENCIAMENTO%20AMBIENTAL%20MINISTERIO%20DO%20MEIO%20AMBIENTE.pdf> . Acesso em

NOGUEIRA, Kenia Genaro de Freitas; ANGOTTI, Marcello. Os efeitos da divulgação de impactos ambientais: um estudo de eventos em companhias petrolíferas

DOI:10.5007/2175-8069.2011v8n16p65. Revista Contemporânea de Contabilidade, [S. l.], v. 8, n. 16, p. 65–88, 2011. DOI: 10.5007/2175-8069.2011v8n16p65. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/contabilidade/article/view/2175-8069.2011v8n16p65>. Acesso em: 30 de julho 2024

OLIVEIRA, O. J. DE.; SERRA, J. R.. Benefícios e dificuldades da gestão ambiental com base na ISO 14001 em empresas industriais de São Paulo. **Production**, v. 20, n. 3, p. 429–438, jul. 2010. <https://doi.org/10.1590/S0103-65132010005000013>

PEREIRA, Flávia Gama Nunes; DUARTE, Daniela Gonçalves; CARVALHO, Pedro Jardim de; SANTOS, Ana Clara Brígido; FERREIRA, Letícia Lopes; MELO, Isabela Campos. A CARTOGRAFIA CONTANDO HISTÓRIA: UMA ANÁLISE DE BRUMADINHO/MG. Revista Tamoios, [S. l.], v. 19, n. 1, 2023. DOI: 10.12957/tamoios.2023.71567. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/tamoios/article/view/71567>. Acesso em: 18 abr. 2024.

POTT, C. M.; ESTRELA, C. C.. **Histórico ambiental: desastres ambientais e o despertar de um novo pensamento**. Estudos Avançados, v. 31, n. 89, p. 271–283, jan. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-40142017.31890021>. Acesso em: 23.08.2023

REZENDE, E.; SILVA, V. V. C. E. De Mariana a Brumadinho: a efetividade da responsabilidade civil ambiental para a adoção das medidas de evacuação. *Revista do Direito*, n. 57, p. 160-181, 8 jan. 2019.

<https://doi.org/10.17058/rdunisc.v1i57.13569>

ROCHA, Carlos Henrique; VASCONCELOS, José Guilherme. BARRAGENS DE MARIANA E BRUMADINHO E PREÇO DA AÇÃO DA VALE: UM ESTUDO DE EVENTO. *Revista Estudos e Pesquisas em Administração*, [S. l.], v. 7, n. 1, 2023. DOI: [10.30781/repad.v7i1.14785](https://doi.org/10.30781/repad.v7i1.14785). Disponível em:

<https://www.periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/repad/article/view/14785>.

Acesso em:

SANTOS, Allisson Silva dos; BRITO, Anderson Dias; MOREIRA, Caritsa Scartaty. **O BARATO PODE CUSTAR CARO: DESASTRES AMBIENTAIS ENVOLVENDO A VALE S.A. E RELAÇÕES COM RISCOS EMPRESARIAIS.** *Revista Gestão em Análise*, Fortaleza, v. 11, n. 3, p. 169–182, 2022. DOI: [10.12662/2359-618xregea.v11i3.p169-182.2022](https://doi.org/10.12662/2359-618xregea.v11i3.p169-182.2022). Disponível em:

<https://periodicos.unichristus.edu.br/gestao/article/view/4240>. Acesso em:

SILVA, da Lima Marina & Andrade, Kravetz Cristiane Márcia. **Os impactos ambientais da atividade mineradora.** *Caderno Meio Ambiente e Sustentabilidade* - v. 11 n.6 - 2017. Disponível

em: [file:///C:/Users/admpr/Downloads/apelanda,+OK+Ray+-+4-OS+IMPACTOS+AMBIENTAIS+DA+ATIVIDADE+MINERADORA%20\(9\).pdf](file:///C:/Users/admpr/Downloads/apelanda,+OK+Ray+-+4-OS+IMPACTOS+AMBIENTAIS+DA+ATIVIDADE+MINERADORA%20(9).pdf)

SILVA JUNIOR, L. D.; ALVARENGA, M. I. N.; GARCIA, S. R.. QUALITY EVALUATION OS ENVIRONMENTAL LICENSING PROCESSES OF MININ ENTERPRISES IN MINAS GERAIS. *Ambiente & Sociedade*, v. 21, p. e01102, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc170110r2vu18L1AQ>

SOUZA, N. de C. e. **Mineração responsável: benefícios e limitações do compliance.** *Revista FAPAD - Revista da Faculdade Pan-Americana de Administração e Direito*, Curitiba (PR), v. 3, p. e86, 2023. Disponível em:

<https://periodicosfapad.emnuvens.com.br/gtp/article/view/86>. Acesso em: 25 maio. 2024.

Thompson F, Oliveira BC, Cordeiro MC, et al. Severe impacts of the Brumadinho dam failure (Minas Gerais, Brazil) on the water quality of the Paraopeba River. *Sci Total Environ*. 2020 Feb;25;705:135914. doi: [10.1016/j.scitotenv.2019.135914](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135914). Epub 2019 Dec 5. PMID: 31838417.

TEIXEIRA, Et.al. **Crime & Castigo: Narrativas sobre o rompimento da barragem da Vale em Brumadinho.** *Revista Brasileira de Estudos Organizacionais* – v. 7, n. 3, p. 374- 405, setembro-Dezembro/2020 DOI: [10.21583/2447-485183/2447-4851.rbeo.2020.v7n1.272](https://doi.org/10.21583/2447-485183/2447-4851.rbeo.2020.v7n1.272)

VALE. **Relatórios e demonstrações financeiras.** Rio de Janeiro: Vale, 2014-2023. Acesso em: <https://vale.com/pt/informacoes-para-o-mercado>

VANESSA DE OLIVEIRA GAUDERETO, PAULO MARIA GENOVA DE CASTRO, MARIA LETIZIA PETESSE, CLAUDIA MARIS FERREIRA. **Mining disaster in Brumadinho (Brazil): Social vulnerability from the perspective of the fisherman community**. International Journal of Disaster Risk Reduction, Volume 112, 2024, 104814, SSN 2212-4209. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2024.104814>.

VIEIRA, E. G.; REZENDE, E. N. **MINERAÇÃO DE AREIA E MEIO AMBIENTE: É POSSÍVEL HARMONIZAR?**. Revista do Direito Público, [S. 1.], v. 10, n. 3, p.181-212, 2015. DOI: 10.5433/1980-511X.2015v10n3p181. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/direitopub/article/view/2>. Acesso em: 18 abr. 2024.

WANDERLEY L. J. de M. **Do boom ao pós-boom das commodities: o comportamento do setor mineral no Brasil**. Versos - Textos para discussão PoEMAS, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, 2017. Disponível em: <https://www2.ufjf.br/poemas/wp-content/uploads/sites/513/2017/04/Wanderley-2017-Do-Boom-ao-P%C3%B3s-Boom-das-commodities-versos.pdf>

WOHLEMBERG, T. R.; STRASSBURG, U. **Retornos anormais no mercado de capitais – como os eventos impactam os preços?**. Revista de Gestão e Secretariado, [S. l.], v. 14, n. 10, p. 18635–18654, 2023. DOI: 10.7769/gesec.v14i10.2440. Disponível em: <https://ojs.revistagesec.org.br/secretariado/article/view/2440>.