



Universidade Federal de Ouro Preto
Instituto de Ciências Sociais Aplicadas
Departamento de Ciências Econômicas



Monografia

REAÇÃO DO MERCADO ACIONÁRIO FRENTE ÀS CATÁSTROFES ENVOLVENDO A MINERADORA VALE S.A: Um Estudo de Evento

Sarah Cecília Barbosa

**Mariana, MG
2020**

Sarah Cecília Barbosa

**REAÇÃO DO MERCADO ACIONÁRIO FRENTE ÀS CATÁSTROFES
ENVOLVENDO A MINERADORA VALE S.A: Um Estudo de Evento**

Monografia apresentada ao Curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Ouro Preto, no Instituto de Ciências Sociais Aplicadas, como requisito parcial a obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Áreas de concentração: Finanças.

Orientador: Prof. Dr. Thiago de Sousa Barros

**Mariana, MG
2020**

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

B238r Barbosa, Sarah Cecilia .
Reação do Mercado Acionário Frente às Catástrofes Envolvendo a
Mineradora Vale [manuscrito]: um estudo de evento. / Sarah Cecilia
Barbosa. - 2020.
55 f.: il.: , gráf., tab..

Orientador: Prof. Dr. Thiago de Sousa Barros.
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto.
Instituto de Ciências Sociais Aplicadas. Graduação em Ciências
Econômicas .

1. Companhia Vale do Rio Doce. 2. Degradação ambiental. 3.
Desenvolvimento econômico - Aspectos ambientais. 4. Economia do
mercado. 5. Pesquisa de mercado. I. Barros, Thiago de Sousa. II.
Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 330.342.146



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
REITORIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E APLICADAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS



FOLHA DE APROVAÇÃO

Sarah Cecília Barbosa

Reação do Mercado Acionário Frente às Catástrofes Envolvendo a Mineradora Vale S.A: Um Estudo de Evento

Monografia apresentada ao Curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Ciências Econômicas

Aprovada em 14 de dezembro de 2020.

Membros da banca

Dr. Thiago de Sousa Barros - Orientador - Universidade Federal de Ouro Preto
Dr. Chrystian Soares Mendes - Universidade Federal de Ouro Preto
Dr. Marcelo Aparecido Cabral Nogueira - Universidade Federal de Ouro Preto

[Digite o nome do orientador (apenas a primeira letra de cada nome maiúscula)], orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em XX/XX/XXXX



Documento assinado eletronicamente por **Thiago de Sousa Barros, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 14/12/2020, às 18:19, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0115339** e o código CRC **BB9616BE**.

Referência: Caso responda este documento, indicar expressamente o Processo nº 23109.009747/2020-72

SEI nº 0115339

R. Diogo de Vasconcelos, 122, - Bairro Pilar Ouro Preto/MG, CEP 35400-000
Telefone: - www.ufop.br

AGRADECIMENTOS

Agradeço e dedico esse trabalho a mulher mais fantástica de todo mundo, mãe nós conseguimos! Diante de tantas adversidades e momentos em que pareceu ser impossível chegar até aqui, a senhora esteve ao meu lado e despendeu todos os seus esforços para que desse certo. Me faltam palavras para expressar a admiração, respeito e amor que tenho pela senhora.

Um enorme “obrigada” também à República Gomorra, que ressignificou o meu conceito de lar, com vocês eu vivi os melhores anos da minha vida e tenho todos guardados com muito carinho.

À Hariane, que foi o meu grande encontro nessa caminhada. Agradeço por ter me oferecido suporte pessoal e profissional, nos momentos em que mais precisei. À Maria Luiza, obrigada pelos momentos compartilhados. Juntas nós somos uma dupla imbatível!

Ao professor Júlio por ter me auxiliado a dar os primeiros passos nesse trabalho. Um profissional exemplar, dedicado e complacente em tudo o que se propõe a fazer.

Ao meu orientador Thiago, por ter aceitado dar continuidade na construção da monografia e ter me apresentado as ferramentas essenciais.

Por fim, agradeço a Universidade Federal de Ouro Preto pelo ensino público e de qualidade. Reconheço como privilégio a chance de conquistar um diploma de ensino superior, sendo mulher, criada no interior e tendo estudado integralmente em escola pública. Torço para que mais pessoas com raízes como as minhas tenham oportunidades semelhantes, contrariando todas as estatísticas e provando que é possível.

RESUMO

A Hipótese de Eficiência do Mercado (HME) desenvolvida por Fama (1970, 1991) afirma que em sua forma semiforte, os preços se ajustam instantaneamente a qualquer informação relevante divulgada publicamente. Partindo deste pressuposto, o estudo teve como finalidade verificar o comportamento dos acionistas da Vale S.A, frente aos rompimentos das barragens de rejeitos, motivados por irregularidades da empresa. O primeiro evento ocorreu em 05 de novembro 2015, na cidade de Mariana (MG), e o segundo evento em 25 de janeiro de 2019, na cidade de Brumadinho (MG). O objetivo principal é investigar se as catástrofes causaram impactos negativos e significativos nos retornos da ação preferencial da Vale S.A, imediatamente após os eventos, buscando identificar se o mercado de capitais apresentou a eficiência informacional na forma semiforte. Para este efeito, foi utilizada a metodologia de estudo de evento, a qual avalia os retornos anormais dos ativos em relação ao índice de referência do mercado. A coleta dos dados deu-se por meio das séries históricas disponibilizadas no site Economatica. As análises dos retornos nos períodos analisados (60 dias antes e após) mostraram-se significativas apenas para o segundo rompimento. Tais resultados trazem contribuições para um melhor nível de compreensão acerca das reações dos investidores ante tais tragédias ambientais e sociais, permitindo entender o nível de eficiência do mercado de capitais brasileiro.

Palavras-chave: Hipótese de Eficiência do Mercado; Estudo de Eventos; Acidentes Ambientais.

ABSTRACT

The Market Efficiency Hypothesis (MEH) developed by Fama (1970, 1991) states that in its semi-strong form, prices adjust instantly to any relevant information publicly disclosed. Based on this assumption, the study aimed to verify the behavior of Vale S.A shareholders in the face of the tailings dam ruptures, motivated by company irregularities. The first event took place on November 5th, 2015 in the city of Mariana (MG) and the second event on January 25th, 2019 in the city of Brumadinho (MG). The main objective is to investigate whether the catastrophes had a negative and significant impact on the returns of Vale SA's preferred stock immediately after the events. We sought to identify whether the capital market presented informational efficiency in a semi-strong form. The event study methodology was used, which assesses the abnormal returns of assets in relation to the market index. Data collection took place through the historical series available on the Economatica website. The analysis of returns in the analyzed periods (60 days before and after) proved to be significant only for the second break. Such results bring contributions to a better level of understanding about the reactions of investors to such environmental and social tragedies, allowing to understand the level of efficiency of the Brazilian capital market.

Keywords: Market Efficiency Hypothesis; Study of Events; Environmental Accidents.

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 10 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO..... | 13 |
| 2.1 O SETOR DA MINERAÇÃO E A PREPONDERÂNCIA DA VALE S.A..... | 13 |
| 2.2 ATIVIDADE MINERÁRIA: AS RELAÇÕES EMPRESAS-ESTADO E O ARCABOUÇO | |
| LEGAL | 16 |
| 2.3 DESASTRES ENVOLVENDO BARRAGENS DE REJEITOS: O IMPACTO SOCIAL, | |
| AMBIENTAL E ECONÔMICO | 19 |
| 2.4 DESASTRES AMBIENTAIS E COMPORTAMENTO DE MERCADO | 22 |
| 2.4.1 Teoria dos Mercados Eficientes e Estudo de Eventos | 23 |
| 3 METODOLOGIA..... | 26 |
| 3.1 AMOSTRAS E DADOS | 27 |
| 3.1 RETORNOS ANORMAIS E RETORNOS ANORMAIS ACUMULADOS | 29 |
| 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DO RESULTADOS | 31 |
| 4.1 ESTATÍSTICA DESCRITIVA | 31 |
| 4.2 RETORNOS OBSERVADOS | 32 |
| 4.3 RETORNOS ANORMAIS (ARs)..... | 37 |
| 4.4 RETORNOS ANORMAIS ACUMULADOS (CARs) | 40 |
| 4.5 TESTES DE NORMALIDADE | 44 |
| 4.6 TESTES NÃO PARAMÉTRICOS | 45 |
| 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 48 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 50 |

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadros

| | |
|---|----|
| Quadro 1 - Os 5 maiores acidentes do mundo envolvendo barragens | 20 |
|---|----|

Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Metodologia de Estudo de Eventos | 27 |
| Figura 2 - Janela de estimação, Dia do Evento e Janela de Comparação..... | 28 |

Gráficos

| | |
|---|----|
| Gráfico 1 - Produção Mundial de Minério de Ferro | 13 |
| Gráfico 2 - Evolução dos Empregos Diretos Gerados Pela Mineração..... | 17 |
| Gráfico 3 - Retornos reais observados (Evento I) | 35 |
| Gráfico 4 - Retornos reais observados (Evento II)..... | 36 |
| Gráfico 5 - Retornos Anormais – ARs (Evento I)..... | 39 |
| Gráfico 6 - Retornos Anormais – ARs (Evento II)..... | 40 |
| Gráfico 7 - Retornos Anormais Acumulados – CARs (Evento I)..... | 42 |
| Gráfico 8 - Retornos Anormais Acumulados – CARs (Evento II)..... | 43 |

Tabelas

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Análise descritiva das variáveis objetos de estudo (VALE3 e IBOV)..... | 31 |
| Tabela 2 – Retornos Reais Observados para VALE3 (Evento I) | 33 |
| Tabela 3 – Retornos Reais Observados para VALE3 (Evento II)..... | 33 |
| Tabela 4 – Retornos Reais Observados para IBOV (Evento I) | 34 |
| Tabela 5 – Retornos Reais Observados para IBOV (Evento II)..... | 34 |
| Tabela 6 – Retornos Anormais (Evento I)..... | 37 |
| Tabela 7 – Retornos Anormais – ARs (Evento II) | 38 |
| Tabela 8 – Retornos Anormais Acumulados – CARs (Evento I)..... | 40 |
| Tabela 9 – Retornos Anormais Acumulados – CARs (Evento II) | 41 |
| Tabela 10 - Teste de normalidade Shapiro-Wilk dos ARs para a amostra total..... | 45 |
| Tabela 11 - Teste de normalidade Shapiro-Wilk dos CARs para a amostra total | 45 |
| Tabela 12 - Teste de Wilcoxon dos ARs nas janelas de evento e comparação (+60 -60)..... | 45 |
| Tabela 13 -Teste de Wilcoxon dos CARs nas janelas de evento e comparação (+60 -60) | 46 |

1. INTRODUÇÃO

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O Setor da Mineração e a Preponderância da Vale S.A

De acordo com o *Steel Statistical Yearbook 2018*, publicado pela *World Steel Association*, os três principais exportadores de minério de ferro são a Austrália (872 milhões de toneladas), o Brasil (383 milhões de toneladas) e a África do Sul (66 milhões de toneladas), responsáveis por 94,4% das exportações de minério de ferro do grupo top 5, em 2018. Por sua vez, os três maiores produtores de minério de ferro, China (1229 milhões de toneladas), Austrália (883 milhões de métricas toneladas) e o Brasil (435 milhões de toneladas) correspondem a 89,9% da produção no mesmo ano, no respectivo ranking.

O Gráfico 1 representa a evolução da produção mundial de minério de ferro. Observando os dados temporais, constata-se que a parcela da participação brasileira foi crescente e cada vez mais significativa a partir do ano de 1970.

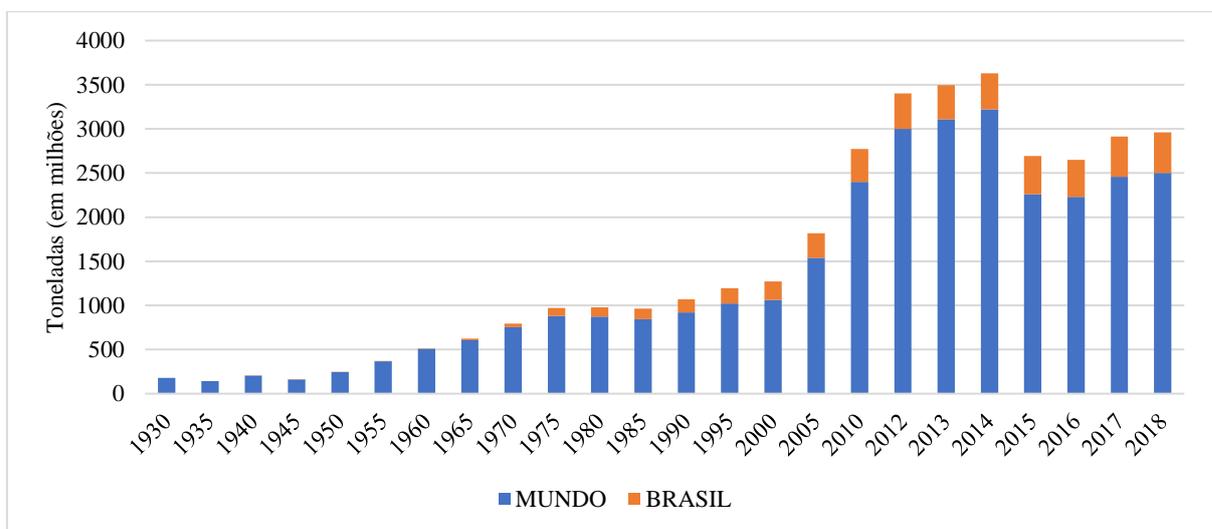


GRÁFICO 1 – Produção Mundial de Minério de Ferro

Fonte: Adaptado do Boletim do Setor Mineral, 2020.

As maiores empresas produtoras de minério do mundo estão no Brasil (Vale) e na Austrália (Rio Tinto Group e BHP Billiton). A Vale corresponde por 10% da produção mundial de minério de ferro e constitui 10,6% da composição do Ibovespa, o índice de referência do mercado acionário brasileiro. A empresa australiana produz 21% do minério de ferro do mundo e compõe, aproximadamente, 8,5% do PIB australiano (*STEEL STATISTICAL YEARBOOK*, 2018).

Esses dados reforçam que a comercialização da *commodity* mineral tem grande participação na economia mundial, principalmente com o crescimento da industrialização nos países em desenvolvimento, que gerou um aumento considerável da demanda de recursos esgotáveis. Os preços da *commodity* mineral podem seguir diferentes condicionantes. Pessoa (2006) explica que as variáveis que influenciam na formação do preço são: concentração, o custo de lavra e o tratamento. Outros fatores são o poder de decisão do comprador – países que compram maiores volumes de minério possuem maior poder de barganha junto ao vendedor –, o tipo de transação, as condições de mercado na época da transação e o transporte do minério.

No presente estudo, o índice utilizado é a cotação da ação preferencial VALE3, que é formado por variáveis e indexadores, que projetam a expectativa do mercado sobre o futuro da empresa, do setor em que ela atua e da economia em geral (Galdi e Lopes, 2007). A variação de preços é baseada nos resultados de uma empresa e na sua expectativa futura, sendo de curto e longo prazo. Um dos condicionantes a essa formação de valor são os eventos ligados diretamente à empresa, tanto os positivos quanto os negativos. Dessa forma, quanto melhor a construção da credibilidade, melhores as expectativas dos *stakeholders*. Em outras palavras, é importante reduzir as externalidades e aumentar a evidenciação das boas práticas para angariar recursos e reter acionistas.

A companhia brasileira Vale S.A., empresa de capital aberto com ações negociadas nas bolsas de valores de São Paulo, Nova York e Madrid, foi fundada em 1942 como uma empresa estatal e privatizada em maio de 1997, durante o governo de Fernando Henrique Cardoso. É uma empresa aberta desde outubro de 1943, quando começou a negociar suas ações na bolsa de valores do Rio de Janeiro. Em abril de 1968, suas ações começaram a ser negociadas também na bolsa de São Paulo. Em junho de 2000, estreou na bolsa de valores de Nova York e, em julho de 2008, na Euronext em Paris. Suas ações e seus ADRs encontram-se em mãos de milhares de investidores nacionais e estrangeiros. Em 12 de novembro de 2020, cerca de 47,25% de seu capital era detido por investidores estrangeiros (COMPANHIA VALE DO RIO DOCE, 2020).

Essa expansão dos acionistas a nível global acompanhou o crescimento da globalização e da internacionalização do capital. Silva (2002) salienta que quando isso ocorre, cada vez mais os mercados tendem a estar integrados e a se mover em conjunto. Assim, diante de um evento de grande importância ou mesmo um fato relevante, se mercados de países distintos estão integrados, impactaria o mercado por todos os lados, pois ambos fariam parte de um grupo de ativos de mesmo risco.

Notícias relevantes, como eventos inesperados e catastróficos, afetam o mercado financeiro, por provocarem alterações nas expectativas dos fluxos de caixa futuro, considerando que o mercado é eficiente e que os preços refletem rapidamente as informações disponíveis, em função do ajuste das expectativas dos investidores quanto ao risco e retorno dos títulos (FAMA, 1970). Esse efeito pode causar um movimento de desinvestimento em massa por parte dos acionistas, como se verifica – em um primeiro momento – na ação preferencial VALE3 após os dois rompimentos das barragens. De antemão, não há dúvidas quanto à solidez, robusta estruturação e importância dos ativos da Vale, prova disso foi a rápida recuperação mesmo após os ocorridos.

Considerado um dos acidentes com maior impacto ambiental no país, o rompimento da barragem do Fundão em Mariana (MG), rendeu uma queda de 30% nas ações de Vale. Segundo dados da plataforma de investimentos Economática, antes do rompimento em Mariana os papéis estavam cotados em R\$ 15. Após o acidente, entraram em tendência de queda e chegaram à mínima do ano em 8 de dezembro de 2015, aos R\$ 10,38 (ECONOMÁTICA, 2020).

Ao final, a empresa fechou o ano valendo R\$ 61 bilhões, uma perda de R\$ 20 bilhões em valor de mercado em menos de dois meses. Contudo, a trajetória de queda não durou muito e, em 2016, a Vale voltou a crescer. Entre Mariana e Brumadinho o valor de mercado da Vale saltou 254%, passando de R\$ 81 bilhões para R\$ 287 bilhões (EINVESTIDOR, 2020).

Em 25 de janeiro de 2019, o rompimento da barragem de rejeitos da mina Córrego de Feijão da Vale, em Brumadinho (MG), provocou danos ainda maiores. Os papéis da empresa chegaram cair 24,5% no pregão seguinte ao dia do acidente, fechando em R\$ 42,38 (ECONOMÁTICA, 2020). A queda no preço das ações representou uma perda de cerca R\$ 70 bilhões em valor de mercado em um único dia, de R\$ 287 bilhões para R\$ 217 bilhões.

Para a Vale, no entanto, o maior impacto chegou no dia 07 de fevereiro, quando as ações alcançaram à cotação mínima de 2019, aos R\$ 40,51. Ainda no final daquele ano, a companhia retomou parte do valor de mercado. No dia 31 de dezembro de 2019, a mineradora valia R\$ 273 bilhões e as ações estavam cotadas em R\$ 53. Atualmente, o valor da empresa está em R\$ 322 bilhões e as ações estão cotadas em R\$ 61,05 (ECONOMÁTICA, 2020).

Na prática, o conjunto de táticas discursivas empregadas para absorver os impactos causados pelos rompimentos, foi bem sucedido da perspectiva do valor de mercado da corporação. A recuperação do valor da companhia no período dependeu, em grande medida, da

habilidade da Vale em implementar uma estratégia corporativa, além da alta dos preços do minério, a demanda aquecida da China e a produção a baixo custo da mineradora. Fatores que colaboram para explicar por quê foi possível abrandar rapidamente os efeitos dos desastres.

2.2 Atividade Minerária: As Relações Empresas-Estado e o Arcabouço Legal

O setor minerário brasileiro foi construído sob uma perspectiva estratégica de desenvolvimento nacional, formada a partir de uma política e legislação fomentadora (BARRETO, 2001). Quando gerida de forma segura e adequada, a mineração pode criar empregos, estimular a inovação, além de trazer investimentos e infraestrutura em uma escala de mudanças de longo prazo (PNUD, 2017).

As mineradoras ganharam espaço e legitimidade no cenário empresarial, e muitas regiões acabaram se tornando dependentes dos recursos advindos desta atividade. Com a capacidade de movimentar um grande volume de recursos, essas firmas passaram a exercer influência na política e até mesmo na legislação. Isso contribuiu para a construção de regras mais flexíveis e menos efetivas no sentido social, principalmente no caso de países subdesenvolvidos. Por essa razão, estar de acordo com a legislação não significa exercer práticas ambientais e sociais totalmente eficientes (HILSON e MURK, 2000).

A Teoria de Dependência dos Recursos contribui para explicar, dentre outros fatores, o comportamento e as mudanças nas organizações, uma vez que o ambiente externo, ou seu efeito, gera uma ação comportamental da organização, como forma de resposta ao meio ambiente competitivo na qual se insere (NIENHÜSER, 2008; PFEFFER; SALANCIK, 1978; HILLMAN et al., 2009). Essa teoria possui como premissa de que a organização precisa recorrer ao meio externo para desenvolver seu processo organizacional e, como forma de obter esses recursos e informações, é necessário elencar um ponto de equilíbrio entre as partes interessadas. Essa relação fica evidenciada no caso do setor extrativo mineral, pois as empresas buscam benefícios nas conexões com o Estado, enquanto o meio político também almeja vantagens com esses vínculos.

Se por um lado a mineração é vista como uma atividade danosa ao meio ambiente e comunitário, principalmente por conta das regulamentações mais fracas, por outro ela é vista como uma atividade econômica essencial para a economia, principalmente nessas regiões muito

dependentes. Esse é um debate que ficou ainda mais evidenciado após as catástrofes envolvendo mineradoras (DOS SANTOS, 2020; WANDERLEY, 2016; DE CASTRO, 2019)

No estudo da relação entre corporações mineradoras e instituições públicas no Estado de Minas Gerais, é possível perceber a adoção das dimensões por parte do setor extrativo mineral. Um dos motivos é o papel desse setor na receita nacional. Considerando apenas o valor da Compensação Financeira pela Extração Mineral (CFEM) em 2019, ele contribuiu com R\$ 4 bilhões para os cofres públicos, sendo R\$ 124 milhões só no estado de Minas Gerais (AGÊNCIA NACIONAL DA MINERAÇÃO, 2020). De acordo ainda com o Instituto Brasileiro de Mineração (2020), atualmente o setor é responsável por 2,1 milhões de empregos no Brasil, sendo Minas Gerais o maior gerador de postos de trabalho, com 31,6% do total. A evolução desse dado, de 2008 a 2017, pode ser verificado no Gráfico 2, a seguir.

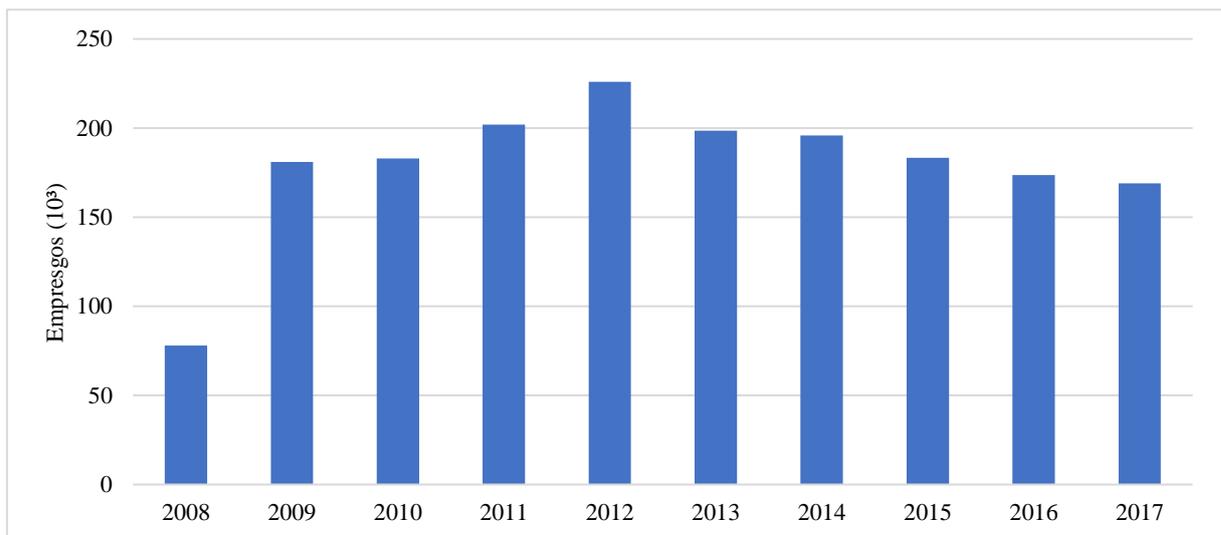


GRÁFICO 2 – Evolução dos Empregos Diretos Gerados Pela Mineração

Fonte: Adaptado do Boletim do Setor Mineral, 2020.

No que diz respeito à regulamentação do setor propriamente dita, a atividade de mineração é controlada pela Constituição Federal de 1988, pelo Código de Mineração e leis específicas, além de atos normativos do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), Ministério de Minas e Energia (MME) e Ministério do Meio Ambiente (MMA). O Código de Mineração está regulamentado pelo Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, que estabelece regras voltadas à indústria de produção mineral.

O Código foi sendo alterado por uma série de leis e normas subsequentes, todas a serem interpretadas em conformidade ao que se estabeleceu na Constituição Federal de 1988 sobre o setor e sobre a garantia do direito ao meio ambiente saudável e de qualidade para as gerações atuais e futuras, devendo as atividades econômicas cumprir portanto uma função ambiental (BARROS, 2017) .

Em 2013, tramitou no Congresso Nacional o Projeto de Lei nº 5.807 que tratava das mudanças do marco regulatório da mineração, mas não foi levado a frente. No ano de 2018, o presidente Michel Temer assinou um decreto que alterou o Código de Mineração e outro que trouxe novas regras para a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM), espécie de royalties do setor.

Pela Constituição, as jazidas e os depósitos minerais são bens da União. A atividade de mineração é autorizada sob o regime de concessão pública. Em contrapartida, as empresas que exploram os minérios têm que pagar a Compensação Financeira pela Extração Mineral, a CFEM (AGÊNCIA BRASIL, 2018).

O decreto Nº 9.406, de 12 de junho de 2018 que trata da compensação estabeleceu que os municípios “não produtores”, mas que sofrem impacto da atividade de mineração, recebam 15% da CFEM. Transporte, embarque e presença de instalações industriais no território são exemplos de impactos que dão direito a receber parte da CFEM (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2018).

O decreto que atualiza do Código de Mineração, de acordo o Ministério de Minas e Energia (MME), trouxe exigências ambientais mais rígidas, como a previsão expressa da responsabilidade da mineradora de recuperar áreas degradadas. Outro ponto do decreto prevê que a Agência Nacional de Mineração (ANM) discipline, por meio de resolução, o aproveitamento de rejeitos e resíduos da atividade mineradora (AGÊNCIA BRASIL, 2018). Além disso, por se tratar da exploração de um recurso finito passou a ser obrigatório a execução adequada de um plano de fechamento de mina.

A sustentabilidade socioeconômica e ambiental é uma imposição constitucional e legal, mas antes de tudo ética. Lott (2019) defende a ideia de que os empreendimentos minerários, antes de mais nada, devem ostentar viabilidade econômica, social e ambiental, a partir de uma atividade de planejamento que contemple as três vertentes. Devendo o licenciamento ambiental, acompanhado da formulação de políticas públicas, impor condicionantes à concessão de

licenças de lavra. É necessário ainda analisar a aplicação e controle dos recursos arrecadadas, sendo importante conhecer qual a destinação dada pelos órgãos públicos para essa receita arrecadada e qual o grau de transparência na gestão.

O que se pode afirmar, é que entre as estratégias de exercício de poder por parte das mineradoras, aquelas de caráter instrumental têm se mostrado as mais complexas como objeto de estudo. A relação construída entre mineradoras e instituições governamentais se mostra muito próxima e complexa, a tal ponto que abre a possibilidade para que empresas exerçam seu poder e influencie as decisões políticas (MILANEZ et. al, 2019).

Morgan, Gomes e Perez-Aleman (2016) sustentam que o acidente da Samarco pode ser resultado de uma falha institucional. Na ausência de uma regulação ambiental e uma fiscalização eficiente, empresas multinacionais operam sem monitoramento adequado de suas atividades produtivas, o que coloca em risco a segurança e saúde dos empregados, das comunidades vizinhas e do meio ambiental. Essa pressão por aumento da produção, acrescida às incertezas sobre a capacidade de armazenamento dos resíduos e um ineficiente monitoramento operacional levaram ao rompimento da barragem de rejeitos.

Jennings e Zandbergen (1995) evidenciaram a influência do ambiente institucional na adoção de práticas ambientais, em especial após a ocorrência de desastres ambientais. A força coercitiva oriunda de aparatos legais e regulatórios é a principal motivação para a adoção de práticas sustentáveis. Alpaslan, Green e Mitroff (2009) mostraram como “situações de crise” podem afetar a dinâmica de controle dos *stakeholders* por parte dos gestores de uma empresa. “Crise” é, portanto, definida como eventos com baixa probabilidade de ocorrência, elevado impacto e visto como uma ameaça à viabilidade da organização.

2.3 Desastres Envolvendo Barragens de Rejeitos: O Impacto Social, Ambiental e Econômico

Desde 2010, a mineração provocou 36 vazamentos em diferentes países, o que representa, pelo menos, 93,77 milhões de m³ de rejeitos e substâncias tóxicas (WISE URANIUM PROJECT, 2020). Os registros envolvem países como: México, Austrália, Peru, China, Estados Unidos, Mianmar, Canadá, Rússia, entre outros. Vale ressaltar que 33 dos 67 acidentes graves com barragens entre 1940 e 2010 ocorreram da década de 1990 em diante.

O Quadro 1 representa os cinco maiores acidentes ambientais nos últimos 10 anos. Destaca-se que entre eles, estão os dois eventos centrais desse estudo, reforçando a importância de se entender as causalidades e as temporalidades que levaram aos acontecimentos.

Quadro 1 - Os 5 maiores acidentes do mundo envolvendo barragens

| Data | Local/País | Mineradora | Volume de Rejeitos | Número de Mortes |
|-------------|-----------------------------------|----------------------|---------------------------|-------------------------|
| 19/07/1985 | Barragem em Val di Stava (Itália) | Prealpi Mineraria | 180 mil m ³ | 268 |
| 01/07/1889 | Pennsylvania (Estados Unidos) | Cambria Iron Company | 20 milhões m ³ | 2.209 |
| 08/09/2008 | Linfen (China) | Tashan | 290 mil m ³ | 254 |
| 05/11/2015 | Mariana (Brasil) | BHP/Vale/Samarco | 62 milhões m ³ | 19 |
| 25/01/2019 | Brumadinho (Brasil) | Vale | 12 milhões m ³ | 272 até o momento |

Fonte: Adaptado de Wise Uranium Project (2020)

As tragédias nas duas cidades de Minas Gerais aconteceram devido a mesma razão: o rompimento das barragens de contenção de resíduos e detritos fruto da elaboração e refino do minério de ferro.

A barragem de Mariana se rompeu em 05 de novembro de 2015, destruiu o distrito de Bento Rodrigues e gerou 19 mortes entre moradores da região e trabalhadores da Vale. Com mais de 300 anos de existência, Bento Rodrigues foi um importante centro de mineração durante o século XVIII, fazendo parte da conhecida rota da Estrada Real (Silva, 2020). A barragem pertencia à Samarco, mas essa era controlada pela Vale e BHP. O rompimento gerou o assoreamento de uma grande área, deixando-a completamente infértil, além de atingir o Rio Doce nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo.

A Vale foi condenada pelo Ministério Público Federal e indiciada criminalmente pelo atentado à vida da população e pelo crime ambiental. Ao menos 400 famílias deveriam ser indenizadas, além da responsabilidade social com a reconstrução do vilarejo e do meio ao redor.

A Samarco foi multada em R\$ 610 milhões por órgãos ambientais, R\$ 346 milhões pelo Ibama, e R\$ 370 milhões pela Secretaria do Meio Ambiente de Minas Gerais (PRETEL et al., 2020).

Pouco mais de três anos depois, dia 25 de janeiro de 2019, um acidente muito maior e com muito mais vítimas atingiu a cidade de Brumadinho. Os rejeitos atingiram a área administrativa da Vale, bem como o distrito e diversos bairros. O rompimento vitimou mais de 270 pessoas, desabrigou cerca de 400 famílias e deixou desaparecidos, além de afetar fortemente a economia local. É o segundo maior desastre ambiental do século, ficando apenas atrás do acidente nuclear de Fukushima, no Japão em 2011. Além de ser o maior acidente de trabalho da história do Brasil (PRETEL et al., 2020)

No caso de Brumadinho, a Vale também acumulou multas: R\$ 250 milhões pelo Ibama, R\$ 99 milhões pelo governo de Minas Gerais, R\$ 100 milhões pela prefeitura de Brumadinho e R\$ 50 milhões pela Prefeitura de Juatuba, pela contaminação do Rio Paraopeba. Os números, no entanto, são baixos em comparação com os rendimentos da Vale (AGÊNCIA BRASIL, 2020).

Para além dos danos sociais e ambientais, um efeito econômico importante para a economia do estado se junta à enorme tragédia humana. Apesar da significativa tradição mineradora de Minas Gerais, a ausência de redes institucionais e de políticas públicas robustas para pensar, planejar e capturar localmente os efeitos positivos da atividade, tais como a geração de renda, limitou o desenvolvimento das províncias minerais. O que se observou na última década foi o aprofundamento da dependência da mineração e o empobrecimento tecnológico da estrutura produtiva dessas localidades (DOMINGUES et al., 2019).

A chamada “doença holandesa”¹ é uma das vertentes de estudos acerca do desenvolvimento econômico e os problemas resultantes da falta de diversificação produtiva. A teoria relaciona a existência de recursos naturais em abundância com a carência de industrialização e diversificação econômica do local. Bresser e Marconi (2009) definem que esse é um fenômeno decorrente da existência de recursos naturais abundantes que geram vantagens comparativas ao país que os possui e, segundo os mecanismos de mercado, podem

¹ De acordo com Bresser e Marconi (2009) a crise econômica enfrentada pela Holanda nos anos 1960, deu origem à expressão “doença holandesa”, quando compreenderam que enfrentavam uma doença econômica ao descobrir e explorar o gás de petróleo nos anos 1960.

levá-lo a se especializar na produção destes bens e não se industrializar ou terminar se desindustrializando, o que inibiria o processo de desenvolvimento e diversificação econômica.

A situação fiscal do governo de Minas Gerais, e do próprio governo federal, lançam dúvidas sobre a capacidade de estes atuarem no socorro econômico/financeiro aos municípios mineradores com a paralisação da produção e os efeitos das catástrofes. Em termos econômicos, para estes municípios, a volta da atividade mineradora em um padrão adequado de segurança é uma necessidade.

Sinomato et al. (2017) projetaram os possíveis impactos regionais com a paralisação das atividades da Vale em Mariana após o desastre. Foi verificado que a queda brusca da principal atividade econômica da cidade teria profundo reflexo sobre o PIB do município, apresentando uma queda de cerca de 50% em 2020. Sendo assim, os autores concluíram a necessidade de se encontrar o denominador comum entre o ônus inerente à atividade minerária, do qual desastres ambientais e seus impactos é apenas uma parte, e o proveito das regiões com relação à capacidade da atividade na geração de divisas, emprego, e outros benefícios, especialmente em economias fortemente atreladas à exploração mineral, como é o caso de Minas Gerais.

2.4 Desastres Ambientais e Comportamento de Mercado

Aspectos econômicos têm importante papel não somente na análise pós-desastre, envolvendo a projeção das perdas, impactos financeiros e redefinição da alocação adequada dos recursos, como também para se entender o comportamento dos mercados e dos acionistas e, de qual forma estes reagem a um grande evento. Jenkins e Yakovleva (2006) ressaltam que os investidores estão cada vez mais interessados em investigar as dimensões social, ambiental e ética de uma empresa antes de investir nela.

Há vários estudos que comprovam que há uma correlação entre eventos ambientais e indicadores financeiros (DIAMOND e VERRECCHIA, 2011; RUSSO e FOURTS 1997; FERNANDES, 2012). Magness (2000) estudou o coeficiente beta diante da ocorrência de eventos relevantes. O autor concluiu que o declínio no coeficiente beta está relacionado parcialmente a um “choque” nos investidores ocasionado pelo acidente, acarretando em um desajuste no preço das ações, enquanto estes investidores assimilam o evento, suas intercorrências e efeitos permanentes.

Brito (2005) utilizou a metodologia de estudo de eventos para examinar a reação do mercado acionário brasileiro quanto a eventos ambientais. Foram estudadas empresas de setores com grande potencial de impacto ambiental tais como, papel e celulose, petróleo e gás, indústria química, mineração e siderurgia, com capital aberto negociados na B3. Foram encontrados resultados significativos quanto a notícias ambientais negativas. Ademais, o autor chegou às hipóteses de que fatores ambientais negativos tendem a afetar o fluxo de caixa da empresa e que o mercado reage lentamente a fatores positivos, pois a construção da imagem da empresa é gradual.

O estudo de Magness (2008), investigou eventos em um contexto semelhante aos sucedidos com a Vale. O autor partiu de dois acidentes ambientais ocorridos com duas empresas do setor minerário canadense, foi observado que há uma diferença significativa no comportamento dos investidores apenas após a ocorrência do segundo acidente. O autor observa que, devido ao pouco conhecimento sobre o funcionamento da empresa e suas operações, os investidores enxergam o primeiro acidente como uma fatalidade. Entretanto, quando outro acidente ocorre, a percepção dos investidores muda, e eles passam a exibir um novo comportamento, penalizando as empresas do setor envolvido no acidente.

Bansal e Clelland (2009) explicam essa reação dos investidores através de uma abordagem diferente. Os autores defendem que a legitimidade ambiental de uma empresa é vista de forma individual por todos os seus *stakeholders*, cada um considerando sua especificidade e ligação com a empresa. Como exemplo, explicam que a contaminação de uma fonte de água gera na comunidade vizinha uma preocupação com relação à saúde, enquanto para um acionista, a sua preocupação é uma possível multa que possa ser aplicada à empresa.

2.4.1 Teoria dos Mercados Eficientes e o Estudo de Eventos

A Hipótese dos Mercados Eficientes (HME), desenvolvida por Fama (1970), preconiza que os mercados de capitais têm capacidade de alocar poupança e investimentos, contribuindo para a precificação dos títulos que, por sua vez, devem contemplar as informações existentes no sistema econômico a qualquer tempo. O autor desenvolveu a hipótese, pautada da Moderna Teoria de Finanças, pressupondo que as informações relevantes são incorporadas de forma imediata aos preços dos ativos financeiros, implicando dessa forma, na inexistência de oportunidades de arbitragem e na simetria informacional.

A HME considera que um mercado seja eficiente quando seus *stakeholders* precificam ativos baseados em toda a informação disponível sobre eventos que possam influenciar o retorno do ativo negociado no mercado. Com base no comportamento do mercado, Fama (1970) evidencia as três formas de eficiência: Fraca, Semiforte e Forte. A forma fraca demonstra que os preços dos títulos refletem toda a informação contida no registro dos preços passados. De acordo com a segunda forma de eficiência, a semiforte, os preços refletem não só o seu comportamento passado, como também o restante da informação publicada, tais como notícias específicas e anúncios sobre distribuição de lucros, dividendos e outras. Em relação à última forma de eficiência, a forte, os preços refletem as informações públicas e privadas que podem ser obtidas, inclusive, mediante informações privilegiadas (MUSSA, 2008).

Brealey e Myers (1995) também reforçaram essa ideia. Os autores definiram os mercados eficientes como aqueles em que os agentes formam expectativas em relação aos preços, tendo como base toda a informação disponível sobre os eventos que possam influenciar os preços das ações negociadas. A eficiência de mercado também pode ser entendida pelo momento em que os preços são determinados de forma a igualar as taxas marginais de retorno ajustado ao risco entre os tomadores e poupadores, utilizando todas os dados disponíveis (COPELAND, WESTON e SHASTRI, 2005).

Jensen (1978) já dizia que um mercado é eficiente quando um agente não consegue obter lucro com as informações disponíveis. Dessa forma, a eficiência dos mercados é que delimita os preços, já que o preço estipulado é reflexo de todas as informações importantes. Segundo Damodaran (2002) algumas informações estão subentendidas na Hipótese de Mercado Eficiente, os preços podem ser maiores ou menores uns que outros. Se não forem de forma aleatória e não tendenciosa, essas diferenças de preço não podem estar relacionadas a nenhuma variável observada. Dessa forma, nenhum investidor consegue nenhuma vantagem sobre o outro.

Haugen (1995) criticou a eficiência de mercado de Fama (1970), baseado em evidências que contrariam a HME. Para o autor, os preços das ações não reagem instantaneamente, pois as reações dos investidores ocorrem de forma atrasada. Ainda segundo Haugen (2001), a forma semiforte significa que um investidor profissional não tem valor de mercado, já que nenhuma forma de procurar ou processar informação produzirá consistentemente retornos superiores.

Em 1991, Fama considerou que os conceitos das formas de eficiência poderiam ser aperfeiçoados e propôs outras denominações. Para os testes da forma semiforte que considera que os anúncios públicos refletem na formação dos preços das ações, propôs os Estudos de Evento. Esse é um método que consiste, basicamente, na verificação da influência de eventos específicos na performance das empresas, através da investigação dos efeitos de tais eventos nos valores de mercado dos títulos das empresas (FAMA, 1991).

O termo “estudo de evento”, segundo Paxson e Wood (1998), descreve um desenho de pesquisa empírica largamente utilizada nas áreas de Finanças e Contabilidade, em que se estuda os impactos de eventos econômicos ou financeiros específicos no comportamento dos mercados de títulos. O evento é utilizado como critério de amostragem e o objetivo da pesquisa é a identificação de fluxos de informação e comportamento do mercado, tanto antes quanto depois do evento. Baseado na identificação dos movimentos dos títulos, pode-se inferir sobre a influência do evento nos mesmos.

Essa é uma metodologia conveniente para capturar possíveis retornos anormais advindos de um grande acontecimento em um recorte específico no tempo. Foi partindo desse entendimento que o Estudo de Evento foi delimitado como metodologia para desenvolver essa investigação e identificar os ganhos ou perdas, gerados pelas operações com a VALE3 nos períodos antecedentes e posteriores aos acidentes, conforme a seção apresentada a seguir.

3. METODOLOGIA

A abordagem metodológica empregada neste estudo é eminentemente quantitativa e descritiva. Como citado anteriormente, foi aplicado o método do Estudo de Eventos, muito utilizado para testar a hipótese de eficiência semiforte (FAMA, 1991). O objetivo geral é analisar como os acionistas da VALE3 racionalizaram frente às notícias dos rompimentos e como isso impactou os retornos das ações.

De acordo com Binder (1998), o estudo de evento tem sido utilizado para duas principais razões: testar a hipótese nula de que o mercado eficientemente incorpora informações e examinar o impacto de um determinado evento na riqueza dos acionistas de uma determinada empresa, mantendo a hipótese de mercado eficiente referente à informação pública.

Como orientação básica para o processo investigativo e consequente resposta ao problema de pesquisa, é proposta a primeira hipótese:

Hipótese 1 — Houve um impacto negativo e significativo sobre o retorno das ações imediatamente após os acidentes da Vale.

Como *proxy* para o mercado acionário brasileiro foi escolhido o índice divulgado pela Bolsa de Valores de São Paulo (IBOVESPA). Caracteriza-se como a média de mercado ideal para aplicação nesse estudo, por ser a referência para a análise do comportamento dos preços de determinada ação, o que viabiliza o complexo processo decisório de investimentos. De acordo com Leite e Sanvicente (1994), o valor absoluto deste índice corresponde ao valor monetário de uma carteira selecionada de ações negociadas naquela bolsa em determinada data. Sua variação é, portanto, a taxa de retorno que seria auferida pelo investidor que mantivesse essa carteira de ações durante o período.

Ainda de acordo com Ramos (2007) o IBOV possui importante papel como referência para a análise macroeconômica. Por meio de suas variações periódicas, é possível distinguir certos ciclos que caracterizam o funcionamento da economia, formando as expectativas dos investidores com relação a seu comportamento esperado.

Sob esse enfoque e tendo em vista a relevância dos ativos da Vale na composição do índice, espera-se que ambos estejam intimamente associados. Partindo disso, sugere-se a segunda hipótese:

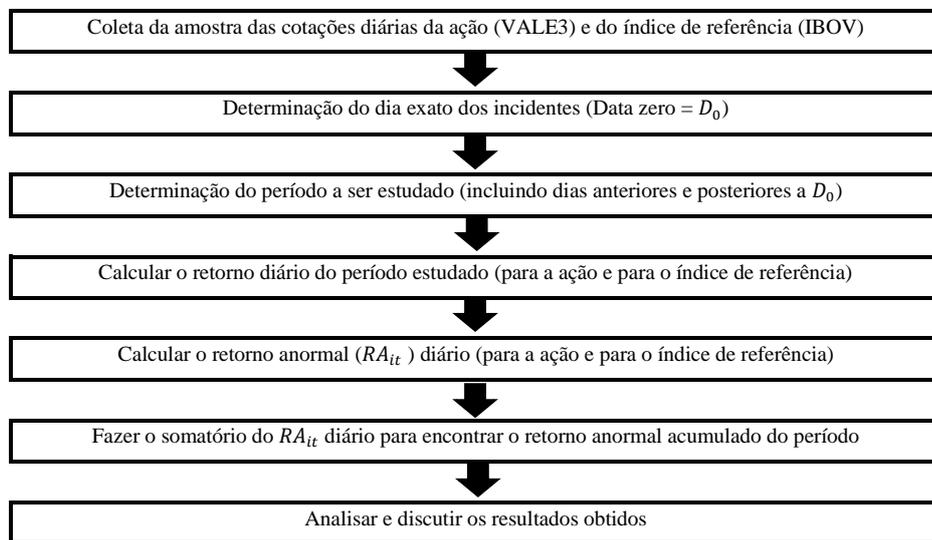
Hipótese 2 — O impacto negativo imediato na VALE3 foi significativamente superior ao retorno da média de mercado (IBOV).

Normalmente, o senso comum entende que quando ocorre um primeiro evento, este é considerado como uma adversidade, já se a mesma falha vier a acontecer em momento posterior, é esperado que sejam aplicadas características punitivas, acreditando que medidas preventivas deveriam ter sido tomadas a fim de evitá-lo (MAGNESS, 2008). Tendo como substrato essa ideia, foi formulada a terceira hipótese do trabalho:

Hipótese 3 — Existem diferenças no impacto dos retornos verificados entre os dois eventos.

Tendo definidas as hipóteses da pesquisa, a metodologia é padronizada seguindo os passos descritos na Figura 1.

Figura 1 - Metodologia de Estudo de Eventos



Fonte: Adaptado de Elton et al. (2003) Mackinlay (1997)

3.1 Amostra e Dados

Nesta pesquisa, serão utilizados os dados da cotação de fechamento diária da VALE3 negociada na B3 e o índice de referência de mercado representado pelo IBOV. Ressalta-se que, a escolha da ação preferencial se deve pelo fato de esta ser a mais negociada. Ambos os índices foram extraídos da base de dados Economatica. Para os cálculos dos retornos e operacionalização dos testes estatísticos foram utilizados os *softwares* Excel (2019) e o Stata 16.

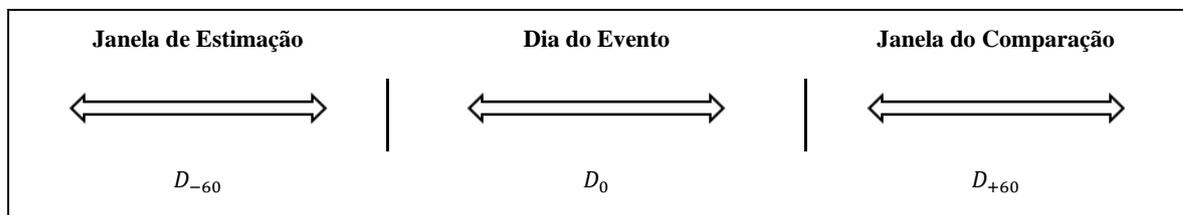
Como o estudo analisa dois períodos diferentes, as datas zero (D_0) são definidas abaixo:

i) O dia do primeiro evento é 05 de novembro de 2015, data em que ocorreu o rompimento da barragem de rejeitos em Mariana e que corresponde ao primeiro pregão pós-acidente. Doravante “Evento I”.

ii) O segundo evento, o rompimento da barragem de rejeitos em Brumadinho, ocorreu no dia 25 de janeiro de 2019. Ressalta-se que o incidente se deu em uma sexta-feira de feriado nacional, portanto, um dia em que não houve operações no mercado de ações. Por essa razão, foi considerado como data zero o pregão seguinte, que corresponde à segunda-feira dia 28 de janeiro de 2019. Doravante “Evento II”.

Para ambos os estudos, foi definida a janela de evento do período -60 e +60, ou seja, os sessenta dias anteriores ao evento e sessenta dias após o evento, obtendo 121 observações para cada período, contando com a data zero. A Figura 2 ilustra, de maneira geral, as janelas elaboradas para cumprir o objetivo principal desta pesquisa. De acordo com Lucchesi (2005), a janela de estimação é definida de forma subjetiva e arbitrária pelo pesquisador. O importante é buscar eliminar possíveis discrepâncias nos preços e obter uma frequência de retornos que esteja próxima a uma distribuição normal.

Figura 2 - Janela de estimação, Dia do Evento e Janela de Comparação



Fonte: Adaptado de Campbell, Lo e Mackinlay (1997)

Ademais, as séries totais foram seccionadas em subperíodos para examinar em detalhamento a dinâmica do mercado nos dias mais próximos ou distantes do evento. Os intervalos foram definidos em: 5 dias antes e pós ($D_{-5}; D_{+5}$), 15 dias antes e pós ($D_{-15}; D_{+15}$), 30 dias antes e pós ($D_{-30}; D_{+30}$), além da série total ($D_{-60}; D_{+60}$).

A periodicidade dos dados foi diária, pois, como sugerem Brown e Warner (1985), o poder dos estudos de evento aumenta com o conhecimento sobre a precisão de quando um evento ocorre. Desta maneira, o uso de dados diários é potencialmente útil, pois permite extrair vantagem de informações anteriores sobre o dia específico no qual o evento ocorre.

3.2 Retornos Anormais e Retornos Anormais Acumulados

No estudo de eventos, analisa-se o impacto de um evento mediante a subtração entre o retorno real verificado e retorno estimado em um curto período, chamado de retorno anormal. Como o foco da pesquisa está em analisar o retorno anormal dos títulos (RA_{it}) em relação a determinado evento, o modelo [1] foi utilizado para determinar os retornos anormais (CAMPBELL e MACKINLAY, 1997. cap 4).

$$AR_{it} = R_{it} - E(R_{it}|\beta_t) \quad [1]$$

Sendo:

AR_{it} o retorno anormal do ativo i na data t ;

R_{it} o retorno real do ativo i na data t ;

$E(R_{it}|\beta_t)$ o retorno estimado do ativo i na data t , dado o retorno de β_t . Como neste trabalho o modelo de estimação escolhido foi o de mercado, β_t corresponde ao Índice Bovespa (Ibovespa - definido como uma *proxy* do retorno de mercado).

O retorno normal R_{it} foi calculado utilizando o modelo [2] de retornos ajustados ao mercado, que consiste em encontrar a diferença do retorno da ação em relação ao retorno do índice de mercado (Ibovespa) em uma mesma data. A forma logarítmica foi utilizada de forma a obter melhor aderência à distribuição normal dos retornos, premissa dos testes estatísticos paramétricos (SOARES, ROSTAGNO e SOARES, 2002; GALENO et al, 2010).

$$R_{it} = Ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) \quad [2]$$

Sendo:

P_t o preço da ação no dia útil t ;

P_{t-1} o preço da ação no dia útil anterior.

Para o cálculo do retorno do índice Ibovespa, o modelo [3] foi utilizado:

$$X_t = Ln\left(\frac{I_t}{I_{t-1}}\right) \quad [3]$$

Sendo:

I_t o valor do índice no dia útil t ;

I_{t-1} o valor do índice no dia útil anterior.

Após o cálculo do AR_{it} , o próximo passo é calcular os retornos anormais acumulados. Estes foram obtidos utilizando o modelo [4].

$$CAR_t(t_1, t_2) = \sum AR_{it} \quad [4]$$

Este cálculo, por sua vez, é uma expansão do R_{it} , onde se procura conceder maior consistência na análise dos resultados mediante a avaliação dos valores acumulados no período, e não dos valores diários isoladamente (MAXWELL, 2012), conforme assinalado por Campbell, Lo e MacKinlay (1997). Para Brown e Warner (1985) os retornos anormais acumulados tendem a uma distribuição normal, à medida que a amostra aumenta.

Além dos cálculos dos retornos, faz-se necessário examinar a normalidade da amostra, que no caso dessa pesquisa, será feito através do teste de *Shapiro-Wilk*. Em seguida, é preciso identificar a significância estatística da amostra, que se deu pela aplicação do teste não paramétrico de sinais por postos ou simplesmente, teste de *Wilcoxon*, adotado para relacionar se as medidas de duas amostras são iguais para amostras dependentes.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Estatística Descritiva

Primeiramente, foi realizada uma estatística descritiva dos dados, com o objetivo de complementar a análise subsequente, onde serão apresentados os resultados obtidos pelos cálculos explicitados na seção anterior. A Tabela 1 a seguir, apresenta os resultados da estatística descritiva aplicada às séries totais dos dois períodos analisados, que compreende a cotação diária da ação preferencial da Vale e o índice de mercado Ibovespa, utilizado como *proxy* para a média de mercado (referência da pesquisa e seus respectivos retornos observados).

Tabela 1 - Análise descritiva das variáveis objetos de estudo (VALE3 e IBOV)

| Evento | Variáveis | Média | Desvio-Padrão | Máximo | Mínimo |
|-----------|------------------|----------|---------------|---------|----------|
| Evento I | VALE3 (em R\$) | 12,80 | 2,87306 | 17,43 | 7,36 |
| | IBOV (em pontos) | 45081 | 3130 | 49353 | 37497 |
| | Retorno VALE3 | -0,00345 | 0,04405 | 0,20000 | -0,11238 |
| | Retorno IBOV | -0,00166 | 0,01738 | 0,04653 | -0,04988 |
| Evento II | VALE3 (em R\$) | 47,54 | 3,41879 | 53,85 | 38,89 |
| | IBOV (em pontos) | 92579 | 4594 | 99994 | 83064 |
| | Retorno VALE3 | -0,00065 | 0,03411 | 0,08646 | -0,28135 |
| | Retorno IBOV | 0,00122 | 0,01355 | 0,03620 | -0,03810 |

Fonte: Resultados da Pesquisa, 2020.

Como se constata, ao longo do período analisado do Evento I, a média da cotação diária foi de R\$ 12,80, o valor máximo de R\$ 17,43 e o mínimo de R\$ 7,36. Valores bastante discrepantes dos verificados para os sessenta dias analisados do Evento II, que obteve média de R\$ 47,54, valor máximo de R\$ 53,85 e mínimo de R\$ 38,89. Esses resultados reforçam os dados já citados no referencial teórico, sobre a crescimento no valor de mercado da empresa ocorrido no intervalo entre os dois eventos. A variação do valor máximo observado no primeiro período para o segundo, foi de 209,8%. Em consonância, o máximo do índice de referência Ibovespa elevou 102,6% no mesmo intervalo.

Paradoxalmente, ao se comparar os retornos normais da VALE3 para os dois períodos, encontra-se uma variação negativa de -56,77%, enquanto esse mesmo comparativo para o IBOV, apresenta uma variação positiva de 22%.

A interpretação do desvio-padrão sugere que quanto mais próximo de zero, menos os dados medidos variam em torno da média. Como o valor do desvio-padrão aplicado à cotação da VALE3 é menor para o Evento I, se pode concluir que neste período, os preços se mantiveram mais condensados próximos da média do que para o Evento II. No caso dos retornos normais observados na VALE3, a estatística descritiva sugere uma interpretação contrária, uma vez que, o desvio-padrão do Evento II é menor do que no Evento I, a mesma análise se aplica ao desvio padrão dos retornos normais para o IBOV.

4.2 Retornos Observados

Assim como destacado no referencial teórico deste trabalho, um mercado eficiente é definido como aquele que possui agentes racionais maximizadores de lucros competindo ativamente e tentando prever o valor futuro de mercado dos títulos individuais e nos quais informações relevantes estão disponíveis a todos os participantes a um custo próximo de zero (FAMA, 1970). No que tange a forma semiforte defendida por Fama (1970), os preços de quaisquer títulos se ajustam quase que imediatamente às informações significativas disponíveis no mercado. Enquanto a forma fraca demonstra que os preços dos títulos refletem toda a informação contida no registro dos preços passados (FAMA, 1970).

Para efetuar os cálculos dos retornos reais dos ativos em cada período t foi utilizado, conforme o modelo [2] apresentado anteriormente, o logaritmo natural do preço de fechamento da ação do ativo i no tempo t , diminuído do logaritmo natural do preço de fechamento da ação do ativo i no tempo t_{-1} .

A Tabela 2 e a Tabela 3 a seguir, mostram os resultados desses retornos observados nos dois eventos, agregados e subdivididos de acordo com as janelas pré-definidas anteriormente. Ou seja, 5, 15, 30 e 60 dias antes e após os acidentes, confrontando os subperíodos de análise na janela de comparação e janela de estimação.

Tabela 2 – Retornos Reais Observados para VALE3 (Evento I)

| Janela de Estimação | VALE3 | Janela de Comparação | VALE3 |
|---------------------|-----------|----------------------|-----------|
| -5 | 0,022674 | +5 | -0,020370 |
| -15 | -0,078364 | +15 | -0,173984 |
| -30 | -0,118202 | +30 | -0,245296 |
| -60 | 0,005669 | +60 | -0,393946 |

Fonte: Resultados da Pesquisa, 2020.

Comparando os dados agregados da Tabela 2, observa-se que da Janela de Estimação (antes do evento) para a Janela de Comparação (pós evento) houve um impacto negativo em todos os subperíodos dos retornos observados. Destacando essa comparação para o recorte temporal mais próximo do evento (5 dias antes e 5 dias pós), se observa uma diferença no retorno na magnitude de 0,043044, o que representa uma variação de 111,3%, algo que permite avaliar a influência imediata do choque exógeno sobre o preço da ação.

Tabela 3 – Retornos Reais Observados para VALE3 (Evento II)

| Janela de Estimação | VALE3 | Janela de Comparação | VALE3 |
|---------------------|-----------|----------------------|-----------|
| -5 | -0,256283 | +5 | 0,044391 |
| -15 | -0,208214 | +15 | 0,047067 |
| -30 | -0,169338 | +30 | 0,170791 |
| -60 | -0,080900 | +60 | -0,005350 |

Fonte: Resultados da Pesquisa, 2020.

Quanto a Tabela 3, que se refere aos retornos observados para o Evento II, nota-se um comportamento diferente dos dados. Comparando a janela mais próxima do evento, há uma variação positiva dos retornos, no valor de 0,300674, representando um percentual de 117,3% da janela de estimação para a janela de comparação. Isso sugere que já nos primeiros cinco pregões pós-desastre, a cotação começou a se recuperar. Algo que será detalhado de forma instrutiva através de gráficos mais à frente.

Como explicitado na metodologia, após a estimação dos retornos observados, foram calculados os retornos para o índice Ibovespa, seguindo o método da equação [3] para os períodos dos dois eventos. Os resultados obtidos estão descritos na Tabela 4 e Tabela 5 abaixo.

Enquanto para o Evento I, o IBOV, que vinha com retornos positivos no mês anterior ao acidente, teve queda de -0,008583 cinco dias depois, chegando nos 60 dias depois a um

retorno acumulado do período de -0,115954. O mesmo não foi observado para a Tabela 5, uma vez que, cinco dias antes do desastre o retorno médio de mercado apresentava, acumulativamente, um valor de -0,006817, e depois do acidente o retorno médio de mercado foi positivo, seja 5, 15, 30 ou 60 dias após acidente (vide Tabelas 4 e 5).

Tabela 4 – Retornos Reais Observados para IBOV (Evento I)

| Janela de Estimação | IBOV | Janela de Comparação | IBOV |
|---------------------|-----------|----------------------|-----------|
| -5 | 0,027559 | +5 | -0,008583 |
| -15 | 0,028201 | +15 | -0,039075 |
| -30 | 0,037795 | +30 | -0,039075 |
| -60 | -0,064634 | +60 | -0,115954 |

Fonte: Resultados da Pesquisa, 2020.

Tabela 5 – Retornos Reais Observados para IBOV (Evento II)

| Janela de Estimação | IBOV | Janela de Comparação | IBOV |
|---------------------|-----------|----------------------|----------|
| -5 | -0,006817 | +5 | 0,027554 |
| -15 | 0,038482 | +15 | 0,020899 |
| -30 | 0,105183 | +30 | 0,020899 |
| -60 | 0,033749 | +60 | 0,107590 |

Fonte: Resultados da Pesquisa, 2020.

Ao comparar a queda observada nos retornos acumulados da VALE na primeira tragédia ambiental com os retornos médios de mercado (IBOV), nota-se que os ambos apresentaram comportamento negativo. Já no Evento II, os retornos observados, até 30 dias após o acidente, foram positivos para as ações da VALE, bem como para o IBOV. Todavia, 60 dias após o fato catastrófico, as ações começam a apresentar resultados negativos, destoando do IBOV que permanece com retornos positivos.

Os gráficos a seguir constituem os resultados dos cálculos elencados e seccionados por períodos. O objetivo é visualizar o comportamento dos retornos observados para a VALE3 em relação a *proxy* do retorno de mercado, definida pelo IBOV. Os recortes temporais colaboram para entender a dinâmica da reação do mercado.

O Gráfico 3 se refere ao Evento I. O primeiro quadrante compreende o intervalo de $D_{-5}; D_{+5}$. Nota-se que os retornos das duas variáveis tendem a seguir um fluxo semelhante na janela de estimação, com pequenas diferenças. Na data zero há o impacto negativo causado pelas notícias do rompimento da barragem de rejeitos. No entanto, como pode ser observado, já da data D_{+1} os retornos voltam à trajetória de crescimento.

O segundo quadrante compete o intervalo $D_{-15}; D_{+15}$. Percebe-se que, na janela de comparação $D_{+1}; D_{+15}$ os retornos da VALE3 se mantiveram, em grande parcela dos dias, abaixo dos retornos do índice referência, porém em proporções pequenas. Analisando o terceiro quadrante, que se refere ao intervalo $D_{-30}; D_{+30}$ se nota que no dia D_{-17} houve uma queda do retorno observado para a VALE3, mais significativo até do que a observada na data zero.

O último quadrante se refere a série total analisada, ou seja, $D_{-60}; D_{+60}$. Examinando o geral, é visível o quanto os índices tendem a se mover conjuntamente, se distanciando da média da série em poucos pregões. Neste último gráfico percebe-se que a maior diferença nos retornos ocorreu ao final da série, a partir do dia D_{+57} , onde há uma alavancagem dos retornos observados para a ação.

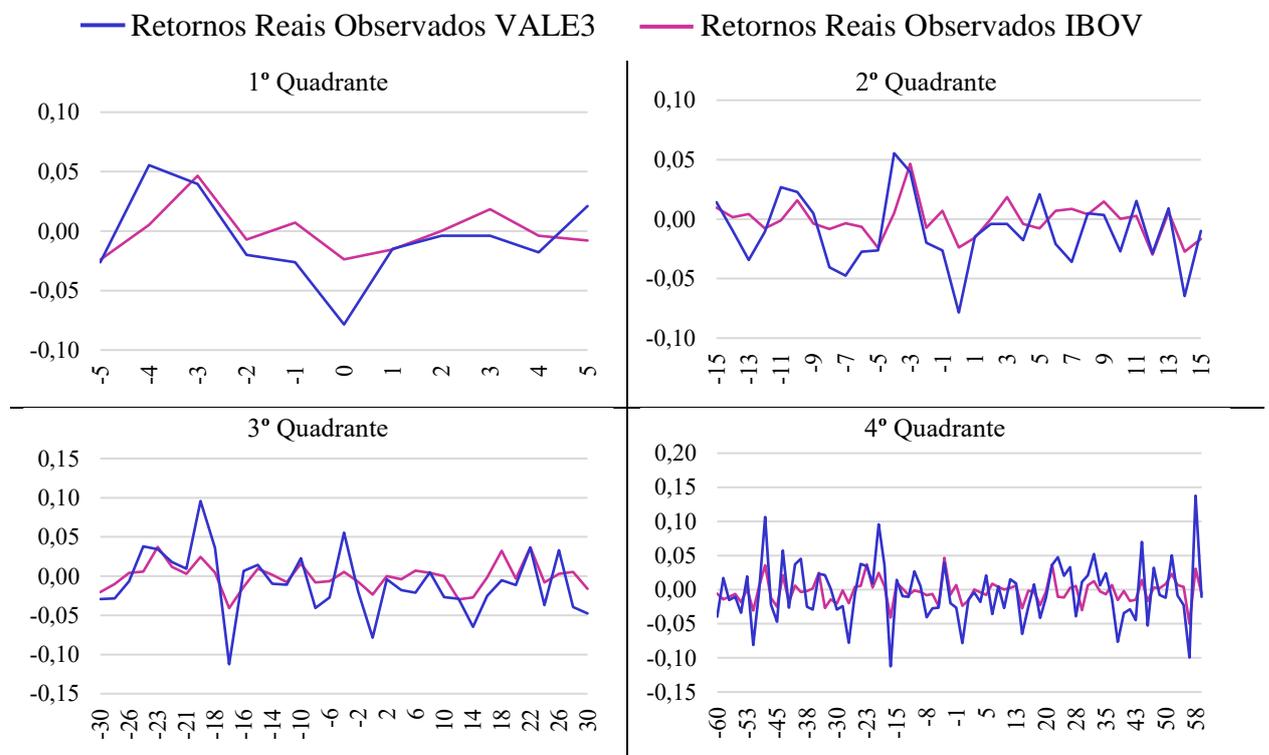


GRÁFICO 3 – Retornos reais observados (Evento I)
 Fonte: Resultados da Pesquisa, 2020.

O Gráfico 4 refere-se à mesma apreciação da análise anterior, porém aplicada ao período analisado do Evento II. O primeiro quadrante, é referente ao intervalo $D_{-5}; D_{+5}$. Nota-se que os retornos da ação se movem de forma eminentemente igualitária ao índice de referência. A divergência entre as séries acontece no momento do choque exógeno causado pelo rompimento da segunda barragem de rejeitos. O retorno do IBOV na data deste pregão esteve em torno de 0, enquanto o retorno da VALE3 chegou a quase -0,30. Esse dado reforça a hipótese semiforte de mercado eficiente, que sugere que as novas informações são absorvidas pelo mercado instantaneamente.

A análise gráfica também mostra que a queda acentuada se aplica somente a este pregão em específico. Já no dia seguinte, há um efeito positivo e que chegou ao máximo em D_{+2} , inclusive acima do observado no índice de referência. A partir do dia D_{+3} ambos os retornos convergem para a média e voltam a se mover paralelamente. Essa interpretação fica clara ao se analisar os outros três quadrantes, que compreendem os intervalos $D_{-15}; D_{+15}$, $D_{-30}; D_{+30}$ e $D_{-60}; D_{+60}$. Tanto na janela de estimação, quanto na janela de comparação, não há nenhuma discrepância acentuada ao longo de toda a banda temporal, ao contrário do que foi encontrado nas análises gráficas relativas ao Evento I.

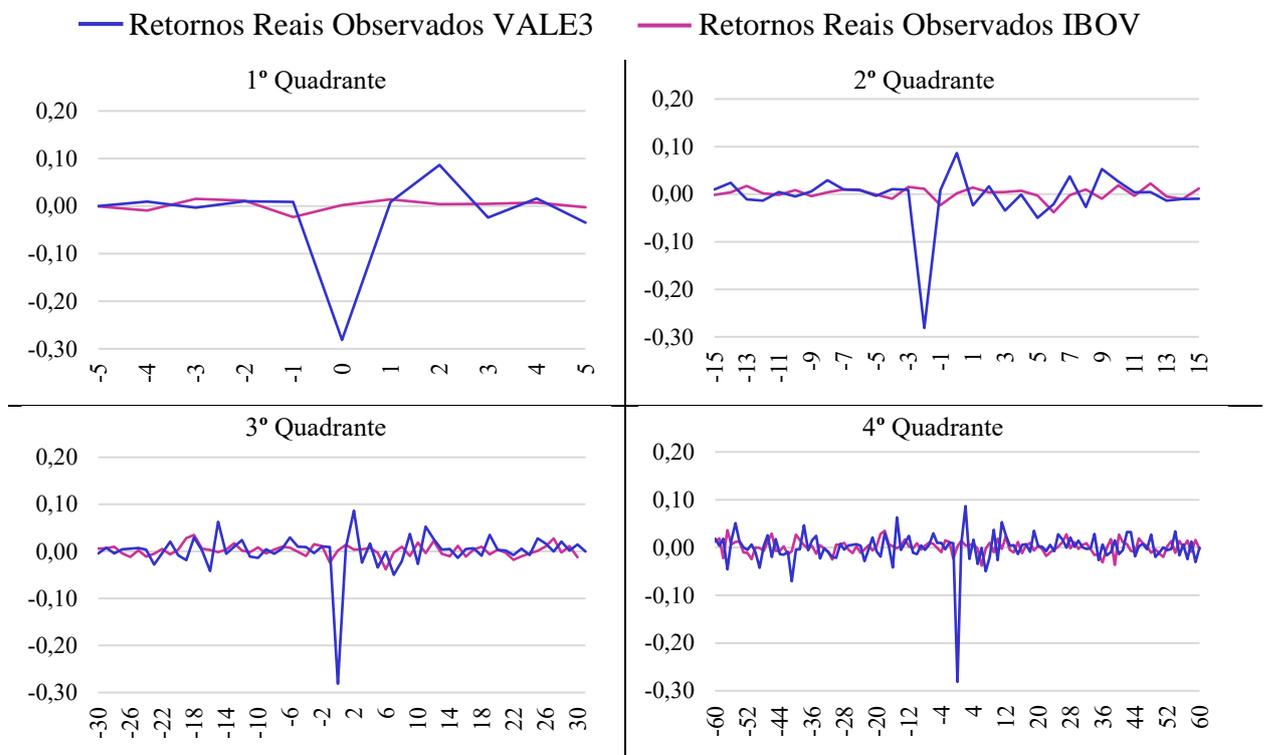


GRÁFICO 4 – Retornos reais observados (Evento II)
Fonte: Resultados da Pesquisa, 2020.

Com base no que foi verificado, é possível avaliar o pressuposto na Hipótese 2 desta pesquisa, que se presta a julgar se o impacto negativo imediato na VALE3 foi significativamente superior ao retorno da média de mercado (IBOV). Como foi o observado, isso se confirma apenas no Evento II, onde há uma discrepância relevante entre as duas séries na data zero. Dessa forma, para o Evento I, a hipótese de que o impacto negativo na VALE3 foi significativamente superior ao retorno da média de mercado, foi rejeitada.

4.3 Retornos Anormais (ARs)

Em conformidade com as análises das variáveis anteriores, os resultados dos retornos anormais obtidos pela equação [1] da metodologia, foram seccionados e agrupados, como demonstrado na Tabela 6 e Tabela 7 abaixo.

Tabela 6 – Retornos Anormais (Evento I)

| Janela de Estimação | VALE3 | Janela de Comparação | VALE3 |
|---------------------|-----------|----------------------|-----------|
| -5 | -0,010747 | +5 | -0,004885 |
| -15 | -0,106565 | +15 | -0,134731 |
| -30 | -0,155997 | +30 | -0,160378 |
| -60 | -0,085694 | +60 | -0,076258 |

Fonte: Resultados da Pesquisa, 2020.

Confrontando os subperíodos da Tabela 6, observa-se que os retornos anormais agregados foram negativos em todas as janelas analisadas. Para o período mais próximo do acidente, $D_{-5}; D_{+5}$, nota-se uma variação relativamente baixa, da magnitude de 54%, um resultado menor do que se pode esperar, dada a relevância do acidente. No período $D_{-15}; D_{+15}$ essa diferença aumenta ainda mais, passando a apenas 26%, ou seja, em poucos dias após o ocorrido, as cotações já se aproximavam da média. Comprovando essa interpretação, ao comparar a janela de estimação total com a janela de comparação total, encontra-se uma diferença na queda dos retornos anormais agregados de apenas 11%.

Tabela 7 – Retornos Anormais – ARs (Evento II)

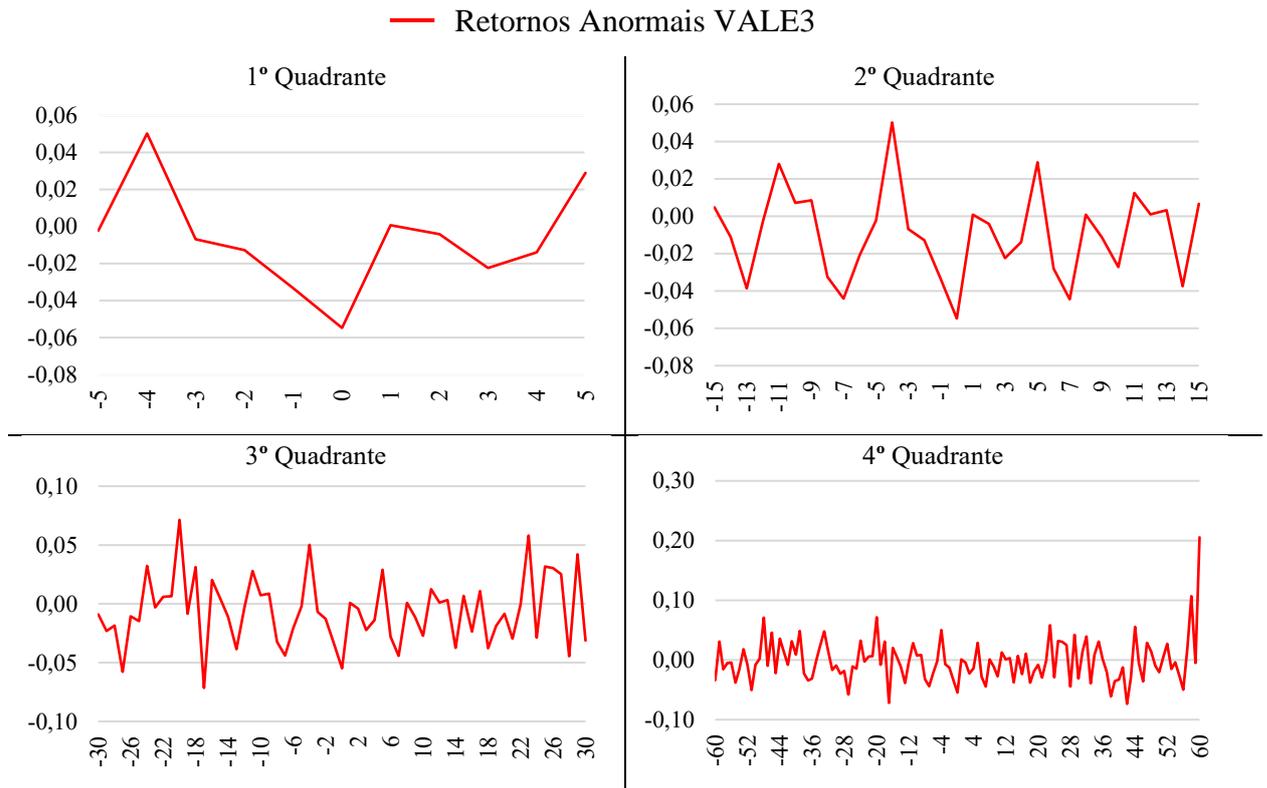
| Janela de Estimação | VALE3 | Janela de Comparação | VALE3 |
|---------------------|-----------|----------------------|----------|
| -5 | -0,249466 | +5 | 0,015941 |
| -15 | -0,246696 | +15 | 0,041458 |
| -30 | -0,274522 | +30 | 0,140453 |
| -60 | -0,389171 | +60 | 0,157246 |

Fonte: Resultados da Pesquisa, 2020.

A Tabela 7 refere-se aos mesmos subperíodos aplicados aos retornos anormais agregados do Evento II. Diferente do que foi encontrado na análise anterior, os retornos na janela de estimação são todos negativos e na janela de comparação todos positivos. No período adjacente ao rompimento da barragem de rejeitos, $D_{-5}; D_{+5}$, há uma diferença bastante significativa, da importância de 106%. Isso revela que ao contrário do que aconteceu no primeiro evento, no caso de Brumadinho, o mercado reagiu imediatamente e com força maior. Essa diferença percentual foi ainda mais relevante nas janelas $D_{-15}; D_{+15}$ e $D_{-30}; D_{+30}$, reduzindo moderadamente ao se comparar a janela total, $D_{-60}; D_{+60}$.

Para complementar a interpretação dos resultados encontrados, faz-se necessária a análise gráfica dos retornos anormais (ARs) seccionados por períodos, como será apresentado a seguir.

O Gráfico 5 se refere ao Evento I. O primeiro quadrante compreende o intervalo de $D_{-5}; D_{+5}$. Nota-se que os retorno já apresentava uma tendência de queda na janela de estimação, chegando ao menor valor em face da ocorrência do evento. Já no pregão seguinte, o retorno produziu um efeito positivo e na data D_{+5} , se encontrada próximo do valor observado no dia D_{-4} . Basta verificar os quadrantes dos intervalos seguintes ($D_{-15}; D_{+15}$, $D_{-30}; D_{+30}$ e , $D_{-60}; D_{+60}$) para notar que os retornos anormais não apresentaram diferenças significativas entre a janela de estimação e a janela de comparação. Com exceção para as observações entre os dias $D_{-17}; D_{-12}$, onde há presença de alta e de queda mais acentuadas, mas que não manifesta relação com o evento objeto de estudo.



O Gráfico 6 diz respeito aos retornos anormais subdivididos do Evento II. No primeiro quadrante, referente ao intervalo $D_{-5}; D_{+5}$, nota-se que os retornos da ação se movem de forma eminentemente constante na janela de estimação, apresentando uma forte queda na data zero, que é seguido de um impacto positivo já no primeiro pregão pós acidente, chegando ao máximo no dia D_{+2} . Como pode ser constatado nas demais subdivisões ($D_{-15}; D_{+15}$, $D_{-30}; D_{+30}$ e $D_{-60}; D_{+60}$) há presença de instabilidade apenas sobre data zero. Essa interpretação sugere que após a eminência do evento, o retorno anormal das ações tende a recuperar à sua normalidade visualizando a eficiência informacional, que trata do impacto causado pela divulgação de determinado evento, ou seja, reflete de forma precisa a reação dos investidores interessados nos fluxos de caixa futuro (MALAQUIAS, CARVALHO E LEMES, 2010).

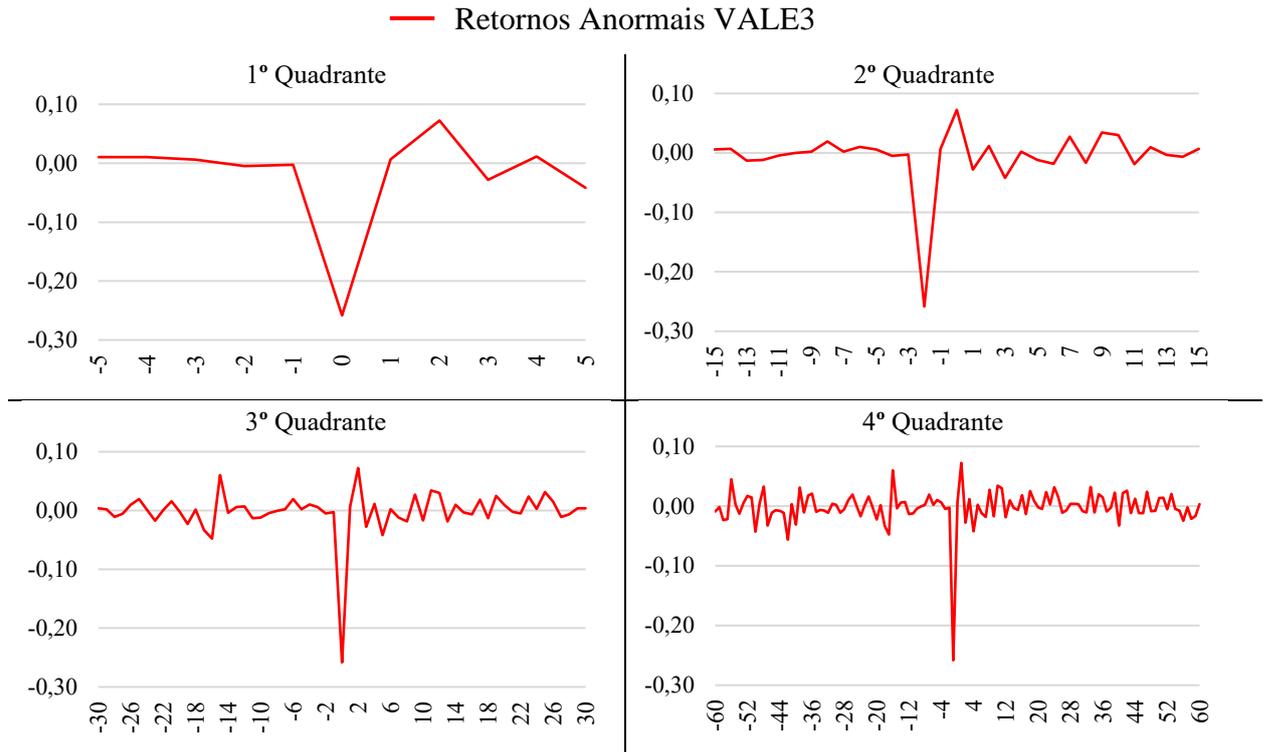


GRÁFICO 6 – Retornos Anormais – ARs (Evento II)
 Fonte: Resultados da Pesquisa, 2020.

4.4 Retornos Anormais Acumulados (CARs)

Camargos e Barbosa (2003) afirmam que as técnicas de agregação temporal dos retornos anormais se tornam necessárias em razão da dificuldade que pode existir em determinar a exata data em que o mercado recebeu as informações do evento. Realizar essa acumulação colabora para uma melhor análise dos efeitos, uma vez que fornece informações acerca da trajetória seguida pelos retornos em um período mais significativo para fins de análise. A variável CAR, pode ser considerada, portanto, como uma das mais importantes para a interpretação de pesquisas que utilizam o estudo de evento como metodologia.

Tabela 8 – Retornos Anormais Acumulados – CARs (Evento I)

| Janela de Estimação | VALE3 | Janela de Comparação | VALE3 |
|---------------------|-----------|----------------------|------------|
| -5 | -0,146715 | +5 | -0,654149 |
| -15 | -0,183267 | +15 | -3,002775 |
| -30 | -0,145795 | +30 | -7,821847 |
| -60 | -0,573195 | +60 | -19,761374 |

Fonte: Resultados da Pesquisa, 2020.

A Tabela 8 refere-se aos retornos anormais acumulados (CARs) agregados e divididos por subperíodos. Verifica-se valores negativos e decrescentes ao longo de todos os intervalos, isso demonstra que quanto maior o número de observações, maior a variação dos retornos quando se compara o efeito ex-ante com o ex-post. Como se vê, nos períodos da janela de estimação, os CARs agregados variaram entre -0,145795 (D_{-30}) e -0,573195 (D_{-60}), enquanto na janela de comparação houve variação de -0,654149 (D_{+5}) a -19,761374 (D_{+60}). Essa diferença significativa na janela de comparação, revela indícios de uma reação substancialmente negativa do mercado.

Tabela 9 – Retornos Anormais Acumulados – CARs (Evento II)

| Janela de Estimação | VALE3 | Janela de Comparação | VALE3 |
|---------------------|-----------|----------------------|------------|
| -5 | -0,146715 | +5 | -1,700972 |
| -15 | -2,100874 | +15 | -5,257128 |
| -30 | -3,957663 | +30 | -9,431360 |
| -60 | -5,665964 | +60 | -15,436615 |

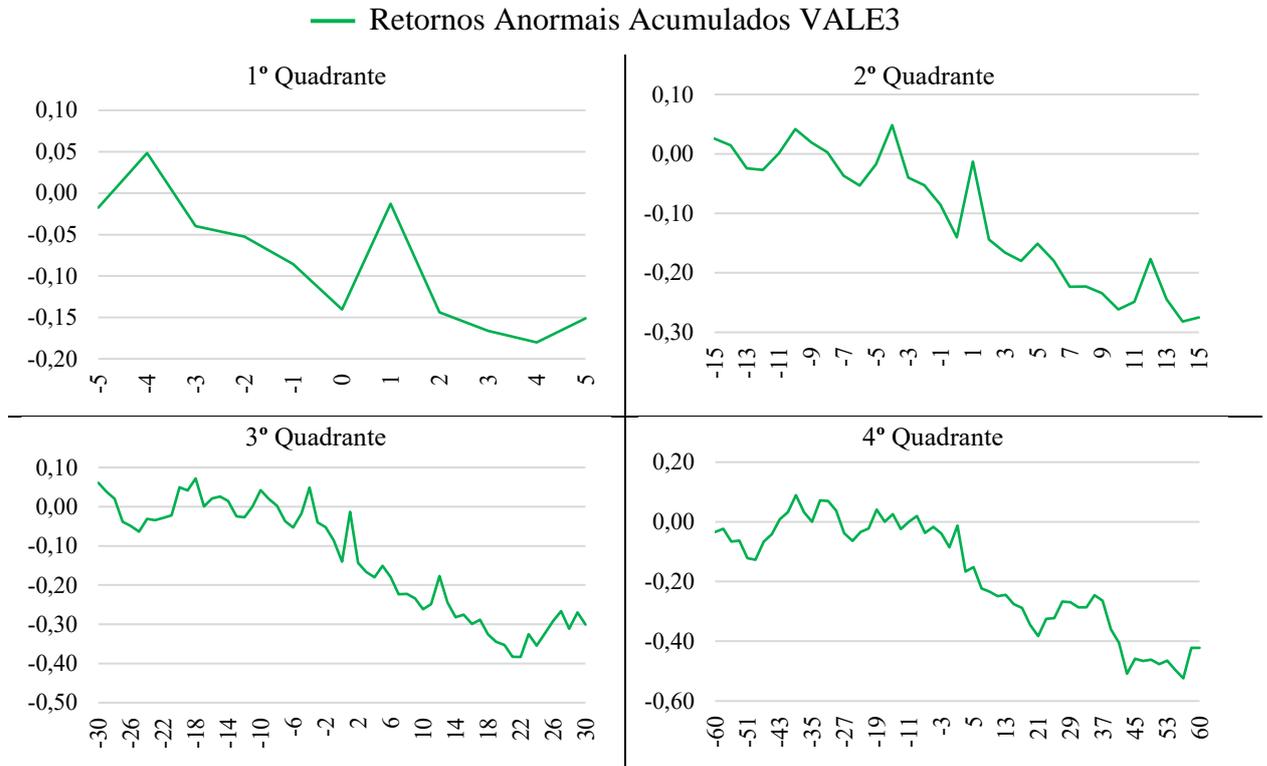
Fonte: Resultados da Pesquisa, 2020.

Assim como constatado na análise anterior, a Tabela 9, que diz respeito aos retornos anormais acumulados (CARs) do Evento II, também compreende retornos negativos e decrescentes ao longo dos intervalos, no entanto, em proporções menores do que as encontradas na tabela relativa ao Evento I.

Avançando a análise dos resultados, também foram projetados gráficos para os CARs. O Gráfico 7 apresenta os retornos anormais acumulados do Evento I e os respectivos intervalos. No primeiro quadrante, que concerne as observações mais próximas a data do evento, como se pode perceber, a partir do dia D_{-4} os retornos acumulados já apresentavam tendência de queda, algo que foi acentuado na data zero. Todavia há uma reversão para valores próximos de zero no pregão seguinte (D_{+1}) e a partir do dia D_{+2} há novamente um movimento negativo.

No segundo quadrante que compreende o intervalo $D_{-15};D_{+15}$, se nota a instabilidade gradual causada pela redução nos preços dos títulos, com apenas leves efeitos positivos ao longo dos dias subsequentes ao choque exógeno. No terceiro quadrante que expressa os 30 dias antes e pós, percebe-se que em linhas gerais, na janela de estimação a variação dos retornos acumulados, era pouco relevante quando contraposto ao que se vê na janela de comparação. O

declínio dos CARs se manteve até o dia D_{+22} , quando há alguma recuperação. O último quadrante, que engloba a série total, contribui com essa interpretação, ao demonstrar que apesar do movimento positivo observado até o dia D_{+37} , há novamente uma queda considerável.



As análises do Evento I, permitem analogia aos resultados de Camargos e Barbosa (2006). De acordo com os autores, quando há presença de retornos anormais tanto positivos quanto negativos após a divulgação de uma informação relevante, esse comportamento sugere a indefinição do investidor sobre os efeitos da punição nos negócios da empresa. Em síntese, se a informação divulgada oscila entre aumentos e reduções graduais nos preços, há indícios de ineficiência semiforte do mercado.

Prosseguindo na análise, o Gráfico 8 apresenta os retornos anormais acumulados (CAR) do Evento II, também em subintervalos. No primeiro quadrante, que se refere ao recorte mais próximo do evento, tem-se que os retornos anormais acumulados seguiam um fluxo estável, algo que foi fortemente rompido em face do rompimento da barragem, ou seja, o mercado reagiu de forma imediata. Todavia, há uma pequena recuperação no dia D_{+2} .

O segundo quadrante, que compreende os dias $D_{-15}; D_{+15}$, expõe que essa reação do mercado se manteve em baixa nos quinze dias seguintes ao evento, variando timidamente ente -0,3 e -0,4. Transferindo a interpretação para o terceiro quadrante, percebemos que o retorno anormal acumulado começou a convergir para alta efetivamente a partir do dia D_{+16} , demonstrando o regresso à normalidade do mercado no período. Algo que se manteve crescente até os últimos dias do período analisado, como pode ser constatado no quarto quadrante.

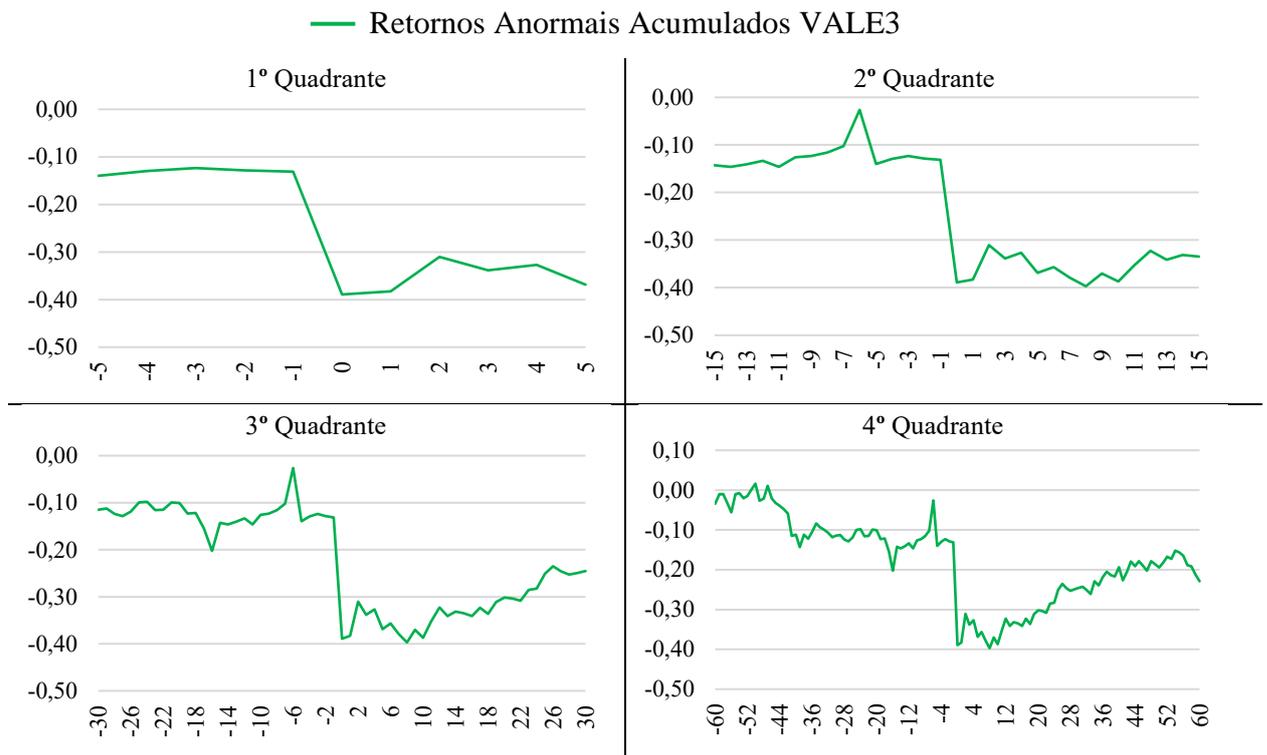


GRÁFICO 8 – Retornos Anormais Acumulados – CARs (Evento II)
Fonte: Resultados da Pesquisa, 2020.

Acentua-se que, como citado na metodologia, o dia real do rompimento foi no dia 25 de janeiro de 2019, numa sexta-feira de feriado, o que significa dois dias sem operações entre o pregão anterior e o seguinte ao acidente, o retorno anormal acumulado entre os dois fechamentos apresentou em uma variação negativa de 181%. No entanto, ao contrário do que se observa no Evento I, logo após esse choque, os retornos tenderam à trajetória de recuperação.

Estes resultados demonstram que o mercado de ações assumiu a Hipótese de Mercado Eficiente na forma semiforte, ou seja, o rompimento da barragem de rejeitos em Brumadinho influenciou de forma rápida o valor das ações, e, conseqüentemente, o retorno anormal dos papéis.

É importante ressaltar que alguns fatores colaboram para esse resultado. O Evento I causou danos menos expressivos em termos sociais, se comparado ao Evento II que gerou impactos em proporções muito maiores, ou seja, a magnitude do ocorrido pode ter reforçado a queda no valor das ações. Além disso, como houve um intervalo de dois dias sem negociações até o primeiro pregão pós-acidente, o mercado dispôs de um tempo maior para assimilar as informações. É algo que coopera para justificar que os acionistas tenham reagido com potência maior.

Em consonância, também vale considerar que a estrutura do controle da gestão é um ponto central para a explicação dessa diferença de resultados entre os dois Eventos. No acidente de Mariana temos três agentes gestores da organização, a Samarco, a Vale S.A. e a BHP Billiton. Já no caso da tragédia de Brumadinho, tem-se apenas um único agente controlador integral das operações, que é a Vale S.A., empresa que já vinha sendo penalizada pela ocorrência do Evento I.

4.5 Testes de Normalidade

De modo a complementar as interpretações do estudo, faz-se é necessário haver significância estatística na operação. Para tanto, foi realizado um teste estatístico que depende da análise da distribuição dos retornos anormais e dos retornos anormais acumulados. Tal análise consiste em verificar se há a possibilidade de a distribuição ser uma curva normal.

O Teste utilizado para verificar a normalidade foi o de Shapiro-Wilk. A hipótese nula de normalidade dos termos é comprovada caso o nível de significância (α) seja maior do que o α escolhido, que, no caso deste estudo, foi de 0,05.

O teste de hipótese subjacente é:

H_0 : A distribuição é normal

H_1 : A distribuição não é normal

Assim, diante dos resultados da Tabela 10, conclui-se que tanto para o Evento I, quanto para o Evento II, os retornos anormais (AR) não possuem distribuição normal ($p < 0.05$).

Tabela 10 - Teste de normalidade Shapiro-Wilk dos ARs para a amostra total

| Evento | N | P-value |
|------------------------|-----|-----------|
| Evento I (Mariana) | 121 | 1,046e-07 |
| Evento II (Brumadinho) | 121 | 2,199e-15 |

Fonte: Resultados da Pesquisa, 2020.

Da mesma forma, diante dos resultados da Tabela 11, conclui-se que tanto para o Evento I, quanto para o Evento II, os retornos anormais acumulados (CAR) não possuem distribuição normal ($p < 0.05$).

Tabela 11 - Teste de normalidade Shapiro-Wilk dos CARs para a amostra total

| Evento | N | P-value |
|------------------------|-----|----------|
| Evento I (Mariana) | 121 | 1,57e-06 |
| Evento II (Brumadinho) | 121 | 0,003528 |

Fonte: Resultados da Pesquisa, 2020.

4.6 Testes Não Paramétricos

Tendo em vista os resultados encontrados nos testes de normalidade, aplica-se o teste não paramétrico de Wilcoxon para variáveis pareadas, no intuito de detectar se a volatilidade dos retornos antes do evento é estatisticamente diferente dos retornos após a ocorrência do evento. Sendo assim, o objetivo é verificar se existe diferença estatística, confrontando a variação dos retornos nas janelas de estimação (-60) e de comparação (+60), ou seja, neste cálculo as datas zero (D_0) não foram incluídas. O nível de significância (α) também foi de 0,05.

Observando os dados da Tabela 12, conclui-se que para os retornos anormais, ao nível de significância de 5%, existem indícios de diferença entre “antes” e “depois” apenas no caso do Evento II (valor $p < 0,05$).

Tabela 12 - Teste de Wilcoxon dos ARs nas janelas de evento e comparação (+60 | -60)

| Evento | N | P-value |
|------------------------|-----|---------|
| Evento I (Mariana) | 120 | 0,5762 |
| Evento II (Brumadinho) | 120 | 0,2493 |

Fonte: Resultados da Pesquisa, 2020.

Os resultados dos testes para os CARs podem ser observados na Tabela 13. Nota-se que para os retornos anormais acumulados, ao nível de significância de 5%, existem indícios de diferença entre “antes” e “depois” tanto para o Evento I, quanto para o Evento II (valor $p < 0,05$).

Tabela 13 -Teste de Wilcoxon dos CARs nas janelas de evento e comparação (+60 | -60)

| Evento | N | P-value |
|------------------------|-----|---------|
| Evento I (Mariana) | 120 | 2.2e-16 |
| Evento II (Brumadinho) | 120 | 2.2e-16 |

Fonte: Resultados da Pesquisa, 2020.

Em conclusão aos testes, a Tabela 12 apresenta significância estatística dos ARs apenas para o Evento II. Esse resultado não permite a comprovação da hipótese 1 desse estudo de que houve um impacto negativo sobre o retorno das ações imediatamente após os acidentes da Vale. Entretanto, a Tabela 13 atesta a significância estatística dos CARs para os dois Eventos, corroborando com a confirmação da hipótese 1.

Em termos gerais, os resultados obtidos na apresentação de resultados, reforçam evidências de uma possível imperfeição do mercado diante da ocorrência dos dois eventos, mas em medidas diferentes, portanto, as conclusões das hipóteses foram distintas.

As análises dirigidas ao Evento I sinalizaram que o mercado não promoveu ajustes instantâneos e precisos nos preços dos títulos, mas sim o fez de maneira gradual. Uma possível explicação para isso é a subjetividade do evento, uma vez que, na maioria dos casos, não há como mensurar rapidamente a perda causada por um acidente ambiental. Scarpin, Pinto e Boff (2007) colocam que em regra geral o mercado reage imediatamente a toda informação disponível, no entanto há certas informações com velocidades distintas de reação. Sendo assim, o mercado não se comportou na forma semiforte de eficiência informacional, como defendido por Fama (1970). Em suma, não foi possível encontrar evidências concretas para aceitar a hipótese nula de que houve um impacto negativo sobre o retorno das ações imediatamente após o acidente da Vale S.A em Mariana (MG).

Conforme observam Barber e Lyon (1996), existe uma considerável variação nas medidas contábeis e nos testes estatísticos utilizados para se detectar performances anormais,

portanto, resultados diferentes podem ser alcançados dependendo do modelo utilizado. No estudo de De Paula e Vieira (2012), os autores encontraram indícios de que, com exceção de alguns poucos trabalhos, os resultados são estatisticamente inconclusivos.

Já no que diz respeito ao Evento II, observando os resultados, foi indicado que o mercado promoveu os ajustes instantâneos e precisos nos preços dos ativos imediatamente após o evento, como defendido na Hipótese de Mercado Eficiente. Assim, a hipótese 1 não foi rejeitada e o mercado se comportou na forma semiforte de eficiência informacional. Os resultados encontrados corroboram com outras pesquisas como Brito (2005), que buscou investigar o impacto ocasionado nos acionistas com o *disclosure* ambiental e percebeu-se que, no período de 1997 a 2004, a divulgação de informações ambientais positivas não influenciou o preço das ações. Entretanto, houve queda no valor das ações com a divulgação de informações ambientais negativas. Esse resultado também foi obtido por De Freitas e Angotti (2011) identificando no período de 2000 a 2010 a variação dos retornos das ações das empresas do setor petrolífero com a divulgação de desastres ambientais, como, por exemplo, o vazamento de petróleo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho, teve o intuito de investigar o comportamento dos acionistas da VALE S.A frente aos rompimentos da barragem do Fundão na cidade de Mariana, acidente ocasionado pela negligência da Samarco - controlada pela Vale e pela BHP Billiton - quanto a manutenções e realizações de estudos, a fim de atestar a segurança do reservatório. Bem como o acidente com a barragem de rejeitos da mina Córrego de Feijão, em Brumadinho, também ocorrido por irregularidades da Vale quanto à capacidade de armazenamento dos resíduos e um ineficiente monitoramento operacional.

Por meio da metodologia de estudo de eventos foi possível constatar que, de maneira geral, os acidentes ambientais causaram impacto nos preços das ações nos períodos analisados. O comportamento observado sugere que após a divulgação do evento houve queda nos retornos das ações, e por consequência, queda no valor da empresa.

Além disso, foi constatado que no caso de Brumadinho, o movimento de desinvestimento imediato dos acionistas foi maior. Um dos pressupostos é de que o intervalo de três dias sem negociações até o primeiro pregão pós-acidente, tenha proporcionado ao mercado um tempo maior para assimilar as informações.

Também vale ressaltar o pressuposto de que o fato das operações de Brumadinho serem inteiramente controladas pela Vale, além de ter se tratado de uma segunda negligência, possa ter intensificado este resultado.

Apesar de haver conjectura de que os retornos tenham sido afetados em ambos os eventos, esses trouxeram resultados e, por consequência, conclusões distintas. Desse modo, a comprovação das hipóteses, que era o objetivo específico deste trabalho também foram desiguais.

Quanto a Hipótese 1 que se propôs a investigar se houve um impacto negativo e significativo sobre o retorno das ações imediatamente após os acidentes da Vale, ao avaliar os resultados encontrados nos retornos e nos testes estatísticos, chega-se a conclusão de que não há evidências concretas para se confirmar a hipótese de que o mercado reagiu de forma instantânea e precisa ao Evento I. Em contraposto, os resultados encontrados e os testes estatísticos se mostraram significativos para o Evento II. Com isso, foi evidenciado que para a janela investigada do acidente de Brumadinho, existem retornos anormais relevantes, ou seja, o mercado reagiu de modo eficiente na forma semiforte.

Sobre a Hipótese 2, que sugeriu que o impacto negativo imediato na VALE3 foi significativamente superior ao retorno da média de mercado (IBOV), os resultados indicaram a interpretação de que para o Evento I houve uma discrepância pouco significativa entre as variáveis, portanto a hipótese foi rejeitada. Enquanto que para o Evento II, onde há presença de um retorno negativo consideravelmente maior para a VALE3 em relação ao IBOV, a hipótese foi não rejeitada.

Ademais, sobre a Hipótese 3, que propôs analisar se existem diferenças no impacto dos retornos verificados entre os dois eventos, a análise geral leva a não rejeição dessa hipótese, uma vez que, foi constatado uma diferença substancial nos Retornos Observados, Retornos Anormais e Retornos Anormais Acumulados.

Este trabalho se limitou a analisar apenas a ação preferência VALE3. Como recomendação de trabalhos futuros, seria interessante a investigação também as ações de outras mineradoras quanto aos mesmos eventos. Além de também, a investigação de empresas de diferentes categorias, como empresas do ramo de energia e indústrias, que têm uma probabilidade de ocorrência de acidentes com forte impacto. Esses estudos se tornam de fundamental importância, pois acidentes ambientais ocorrem cada vez com maior frequência e isso influencia no valor das empresas precisando, não somente por esse fator, serem mitigados.

O entendimento dos efeitos desses eventos no mercado de capitais aumentará a gama de informações disponíveis aos *stakeholders*, contribuindo para controle dos riscos, além de se permitir que se tenham evidências adicionais da relevância das informações ambientais para os agentes nos mercados de capitais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA BRASIL. **Produção de Minério em 2019 Caiu, mas Faturamento Cresceu, 2019.** Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2020-02/ibram-producao-de-minerio-em-2019-caiu-mas-faturamento-cresceu>>. Acesso em: 20 de nov de 2020.

AGÊNCIA BRASIL **Vale pagará 250 mi em Multa por Brumadinho, 2019.** Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/justica/noticia/2020-09/vale-pagara-r-250-mi-em-multa-ambiental-por-brumadinho>>. Acesso em: 01 de jun de 2020.

ALPASLAN, Can M.; GREEN, Sandy E.; MITROFF, Ian I. **Corporate governance in the context of crises: Towards a stakeholder theory of crisis management.** Journal of contingencies and crisis management, v. 17, n. 1, p. 38-49, 2009.

BANSAL, Pratima; CLELLAND, Iain. **Talking trash: Legitimacy, impression management, and unsystematic risk in the context of the natural environment.** Academy of Management journal, v. 47, n. 1, p. 93-103, 2004.

BARRETO, M. L. **Mineração e desenvolvimento sustentável: desafios para o Brasil.** Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2001. 215p.

BARROS, Juliana Neves. **Legislação ambiental aplicada à mineração.** 1. ed. Bahia: UFRB. 2017.

BARBER, B.M.; LYON, J.D. **Detecting Abnormal Operating Performance: The Empirical Power and Specification of Test Statistics.** Journal of Financial Economics, North-Holland, v.41, p. 359-399, 1996.

BINDER, John J. **The Event Study Methodology Since 1969. Review of Quantitative Finance and Accounting,** v.11, n.2, p.111-137, Sept.1998.

BOLETIM DO SETOR MINERAL 2020. Disponível em <http://www.mme.gov.br/documents/27431/0/Boletim_SGM+13.06.2020.pdf/f0d87052-a2e3-8585-d75a-df956f8f2573> Acesso em: 14 de dez 2020.

BOWKER, Lindsay Newland; CHAMBERS, David M. **The risk, public liability, & economics of tailings storage facility failures.** Earthwork Act, p. 1-56, 2015.

BREALEY, Richard A.; MYERS, Stephen C. **Princípios de finanças empresariais.** 3. ed. Lisboa: McGraw-Hill, 1995.

BRESSER-PEREIRA, Luiz Carlos; MARCONI, Nelson. Doença holandesa e desindustrialização. **Valor Econômico,** v. 25, n. 11, 2009.

BRITO, Bruno M. B. **A Reação do Mercado Acionário Brasileiro a Eventos Ambientais.** Dissertação (Mestrado em Administração) - Instituto COPPEAD de Administração, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

BROWN, Stephen J.; WARNER, Jerold B. Using daily stock returns: The case of event studies. **Journal of financial economics**, v. 14, n. 1, p. 3-31, 1985.

CAMARGOS, M.A. & Barbosa, F.V. (2003). **Estudos de evento: teoria e operacionalização**. Caderno de Pesquisas em Administração, São Paulo, 10 (3): 1-20

CAMPBELL, John Y. et al. **The econometrics of financial markets**. Princeton University press, 1997.

CLINCH, Greg J.; SINCLAIR, Norman A. **Intra-industry information releases: A recursive systems approach**. Journal of Accounting and Economics, v. 9, n. 1, p. 89-106, 1987.

COMPANHIA VALE DO RIO DOCE. **Companhia Vale do Rio Doce: 50 anos de história. Rio de Janeiro**. Disponível em: <<http://www.fgv.br/cpdoc/acervo/dicionarios/verbete-tematico/companhia-vale-do-rio-doce-cvrd>> Acesso em: 14 nov. 2020.

COMPANHIA VALE DO RIO DOCE. **Qual a importância da mineração para a economia do país?**. 2017. Disponível em: <<http://www.vale.com/brasil/pt/aboutvale/news/paginas/qual-a-importancia-da-mineracao-para-a-economia-do-pais.aspx>>. Acesso em: 01 mai. 2020.

COPELAND, Thomas E.; WESTON, J. Fred; SHASTRI, Kuldeep. **Financial Theory and Corporate Policy**. New York: Pearson Education, 2005.

DAMODARAN, Aswath. **Avaliação de investimentos: ferramentas e técnicas para a determinação do valor de qualquer ativo**. Rio de Janeiro, Qualitymark. 2010.

DAVIES, M.; MARTIN, T. **Mining market cycles and tailings dam incidents, AMEC earth & environmental, Vancouver, British Columbia**. In: Proceeding of the Thirteenth International Conference on Tailings and Mine Waste, Banff, Alberta, Canada. 2009.

DE CASTRO, Lucas Siqueira; DE ALMEIDA, Eduardo Simões. **Desastres e desempenho econômico: avaliação do impacto do rompimento da barragem de Mariana**. Geosul, v. 34, n. 70, p. 406-429, 2019.

DE PAULA, Melisa Maia; VIEIRA, Jorge. Estudo de eventos amparado em métricas contábeis. **Revista de Contabilidade e Organizações**, v. 6, n. 15, p. 80-94, 2012.

DE FREITAS NOGUEIRA, Kênia Genaro; ANGOTTI, Marcello. **Os efeitos da divulgação de impactos ambientais: um estudo de eventos em companhias petrolíferas**. Revista Contemporânea de Contabilidade, v. 8, n. 16, p. 65-87, 2011.

DIAMOND, Douglas W.; VERRECCHIA, Robert E. **Disclosure, liquidity, and the cost of capital**. The journal of Finance, v. 46, n. 4, p. 1325-1359, 1991.

DOMINGUES, Edson Paulo et al. **Efeitos econômicos da paralisação de parte da produção minerária em Minas Gerais**. Belo Horizonte: Cedeplar, UFMG, 2019.

DOS SANTOS, Valdeci Ferreira et al. **Catástrofes na indústria de mineração: comportamentos executivos e a relação de poder entre mineradoras, o estado e a sociedade como fatores disruptivos do caos**/Catastrophes in the mining industry: executive behavior and the relationship of power between miners, the state and society as disruptive factors of chaos. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 5, p. 31461-31478, 2020.

ECONOMÁTICA. **Banco de Dados**. Disponível em: <http://www.economica.com.br/index_fla.htm> Acesso em: 10 de nov 2020.

EINVESTIDOR. Vale (VALE3) amplia zona de autossalvamento e deixa mercado em alerta. 2020. Disponível em: <<https://investidor.estadao.com.br/investimentos/problemas-vale-vale3-barragens>> Acesso em: 05 de dez 2020.

ELTON, Edwin J.; GRUBER, Martin J.; BROWN, Stephen J.; GOETZMANN, William N. **Modern portfolio theory and investment analysis**. 6.ed. New York: John Wiley & Sons, 2003. 705p.

FAMA, Eugene.; FRENCH, K. **Characteristics, co variances, and average returns: 1929-1997**. *The Journal of Finance*. Vol IX. Feb 2000.

FAMA, Eugene F.; FRENCH, Kenneth R. **Dividend yields and expected stock returns**. *Journal of financial economics*, v. 22, n. 1, p. 3-25, 1988.

FAMA, Eugene F. **Efficient capital markets: A review of theory and empirical work**. *The journal of Finance*, v. 25, n. 2, p. 383-417, 1970.

FAMA, Eugene F. **Efficient capital markets: II**. *The journal of finance*, v. 46, n. 5, p. 1575-1617, 1991.

FERNANDES, S. M. **A influência do disclosure ambiental na estrutura de capital das empresas brasileiras listadas na BM&FBovespa**. *Sociedade, Contabilidade e Gestão*, v. 7, n. 2, p. 41-54, 2012.

GALDI, Fernando e LOPES Alexandro. **Relação de Longo Prazo e Causalidade entre o Lucro Contábil e o Preço das Ações: Evidências do Mercado LatinoAmericano**. *Revista de Administração da Universidade de São Paulo*, v.43, n.2, abr/maio/jun. 2008.

GALENO, Marcela Monteiro; ROGERS, Pablo; PEREIRA, Marco Antônio; FIORATTI, Cicero Augusto Piramo. **A influência dos formadores de mercado nos retornos de ações negociadas na Bovespa: Um estudo de Evento**. XIII Semead Seminários em Administração Setembro de 2010.

GONÇALVES, Raphael Pazzetto; GODOY, Carlos Roberto. **O valor da empresa e a informação contábil: um estudo nas empresas petrolíferas listadas na NYSE**. In: Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás. 2007.

HAUGEN, Robert Arthur. **The New Finance: A Modern Investment Theory**, Prentice Hall, 1995. 5. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2001.

HILLMAN, Amy J.; WITHERS, Michael C.; COLLINS, Brian J. **Resource dependence theory: A review**. *Journal of management*, v. 35, n. 6, p. 1404-1427, 2009.

HILSON, Gavin; MURCK, Barbara. **Sustainable development in the mining industry: clarifying the corporate perspective**. *Resources policy*, v. 26, n. 4, p. 227-238, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. **Informações e análises da economia mineral brasileira**. 7ª Edição, 2000. Disponível em: <<http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00002806.pdf>> Acesso em: 01 mai. 2020.

INSTITUTO MINERE. **Qual a importância da mineração para a economia do país?**, 2018. Disponível em: <<https://institutominere.com.br/blog/qual-a-importancia-da-mineracao-para-a-economia>>. Acesso em: 10 de agosto de 2020.

INSTITUTO MINERE. **O que é CFEM?**, 2016. Disponível em: <<https://institutominere.com.br/blog/o-que-e-cfem>>. Acesso em: 10 de agosto de 2020.

JENKINS, Heledd; YAKOVLEVA, Natalia. **Corporate social responsibility in the mining industry: Exploring trends in social and environmental disclosure**. *Journal of cleaner production*, v. 14, n. 3-4, p. 271-284, 2006.

JENNINGS, P. Deveraux; ZANDBERGEN, Paul A. **Ecologically sustainable organizations: An institutional approach**. *Academy of management review*, v. 20, n. 4, p. 1015-1052, 1995.

JENSEN, Michael C. **Some anomalous evidence regarding market efficiency**. *Journal of financial economics*, v. 6, n. 2/3, p. 95-101, 1978.

LEITE, H. P.; SANVICENTE, A. Z. **Índice Bovespa: um padrão para os investimentos brasileiros**. São Paulo: Atlas, 1994.

LOTT, Denes Martins da Costa. **O fechamento de mina e a utilização da contribuição financeira por exploração mineral**. Belo Horizonte: Del Rey Editora, 2019.

LUCCHESI, E.P. **A reação do mercado de capitais brasileiro às decisões de investimento das empresas: um estudo empírico de evento**. 2005. 237 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2005.

MACKINLAY, A. Craig. **Event studies in economics and finance**. *Journal of Economic Literature*, Pittsburgh, PA, v.35, n.1, p.13-39, Mar. 1997.

MAGNESS, Vanessa. **The impact of environmental accidents on the behaviour of TSE traded companies**. Unpublished Doctoral Dissertation (University of Manitoba). 2000.

MAGNESS, Vanessa. **Who are the stakeholders now? An empirical examination of the Mitchell, Agle, and Wood theory of stakeholder salience.** Journal of business ethics, v. 83, n. 2, p. 177-192, 2008.

MILANEZ, Bruno; MAGNO, Lucas; PINTO, Raquel Giffoni. **Da política fraca à política privada: o papel do setor mineral nas mudanças da política ambiental em Minas Gerais, Brasil.** Cadernos de Saúde Pública, v. 35. 2019.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **CFEM: divulgada lista provisória de municípios afetados que podem receber verba**, 2020. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/secretarias/geologia-mineracao-e-transformacao-mineral/noticias/-/asset_publisher/Idc0DUAr9UAE/content/cfem-divulgada-lista-provisoria-de-municipios-afetados-que-podem-receber-verba>. Acesso em: 04 de jul de 2020.

MORGAN, Glenn; GOMES, Marcus Vinicius Peinado; PEREZ-ALEMAN, Paola. **Transnational governance regimes in the global south: multinationals, states and NGOs as political actors.** Revista de Administração de Empresas, v. 56, n. 4, p. 374-379, 2016.

MUSSA, Adriano; YANG, Edward; TROVÃO, Ricardo; FAMÁ, Rubens. **Hipótese de mercados eficientes e finanças comportamentais: as discussões persistem.** FACEF Pesquisa, v. 11, p. 5-17, 2008.

NIENHÜSER, Werner. **Resource dependence theory-How well does it explain behavior of organizations?.** management revue, p. 9-32, 2008.

PAXSON, D., WOOD, D. **Blackwell Encyclopedic Dictionary of Finance.** Massachusetts: Blackwell Publishers, 1998.

PESSOA, G. A. **Avaliação de projetos de mineração utilizando a teoria das opções reais em tempo discreto: um estudo de caso.** Dissertação (Mestrado em Gestão Empresarial) - Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas, Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro. 2006.

PFEFFER, Jeffrey; SALANCIK, Gerald R. **The external control of organizations: A resource dependence perspective.** Stanford University Press, 1978.

PNUD; COLUMBIA CENTER ON SUSTAINABLE INVESTMENT; SUSTAINABLE DEVELOPMENT SOLUTIONS NETWORK; WORLD ECONOMIC FORUM. **Atlas: mapeando os objetivos de desenvolvimento sustentável na mineração.** Genebra. Disponível em: www.br.undp.org/content/dam/brazil/docs/publicacoes/atlas-mineracao-ods.pdf. Acesso em 14 nov. 2017.

PRETEL, Ariel Fernandes; VASCONCELOS, Priscila Elise Alves; OLIVEIRA, Rafael Carvalho Rezende. Responsabilidade penal ambiental e aplicabilidade de princípios constitucionais. **Revista Brasileira de Gestao Ambiental e Sustentabilidade**, v. 7, n. 15, p. 69-82, 2020.

RAMOS, Andre Luiz et al. **Análise do efeito comportamental no índice bovespa: um estudo interdisciplinar**. 2007. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica–SP, São Paulo.

RESERVE BANK OF AUSTRALIA. **Bulletin June Quarter**, 2011. Disponível em: <<https://www.rba.gov.au/publications/bulletin/2017/jun/pdf/bu-0617-reserve-bank-bulletin.pdf>> Acesso em: 01 mai. 2020.

REZENDE DE OLIVEIRA, Gustavo; RIBEIRO DE MEDEIROS, Otavio. **Testando a Existência de Efeitos Lead-Lag entre os Mercados Acionários Norte-Americano e Brasileiro**. BBR-Brazilian Business Review, v. 6, n. 1, 2009.

RUSSO, M.; FOUTS, P. **A Resource-based Perspective on Corporate Environmental Performance**. Academy of Management Journal, v.40, p. 534-559, Jun 1997.

SCARPIN, Jorge Eduardo; PINTO, Juliana; BOFF, Marines Lucia. **A relevância da informação contábil e o mercado de capitais: uma análise empírica das empresas listadas no índice Brasil**. In: Congresso USP de Controladoria e Contabilidade. 2007.

SECRETARIA DE COMÉRCIO EXTERIOR - SECEX. **Balança Comercial Brasileira-Mensal**. Disponível em: <<http://www.desenvolvimento.gov.br/>> Acesso em: 01 mai. 2020.

SILVA, Joaquim Ramos. **Estados e empresas na economia mundial**. Editora Vulgata, 2002.

SILVA, André Fabrício; FAULHABER, Priscila. **Bento Rodrigues e a memória que a lama não apagou: o despertar para o patrimônio na (re) construção da identidade no contexto pós-desastre**. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas, v. 15, n. 1, 2020.

SIMONATO, Thiago Cavalcante; MAGALHÃES, Aline Souza; DOMINGUES, Edson Paulo. **ST 4 Urbanização, economia e mineração em Minas Gerais: aspectos contemporâneos de conflitos históricos**. Anais ENANPUR, v. 17, n. 1, 2017.

SOARES, Rodrigo Oliveira; ROSTAGNO, Luciano Martin; SOARES, Karina TC. Estudo de evento: o método e as formas de cálculo do retorno anormal. **XXVI Encontro Nacional dos Programas de Pós Graduação em Administração**, v. 27, p. 30-33, 2002.

WANDERLEY, Luiz Jardim et al. **Desastre da Samarco/Vale/BHP no Vale do Rio Doce: aspectos econômicos, políticos e socio ambientais**. Ciência e Cultura, v. 68, n. 3, p. 30-35, 2016.

WORLD INFORMATION SERVICE ON ENERGY – WISE. **Tailings dam safety: Chronology of major tailings dam failures**. Wiseinternational.org, 2017. Disponível em: <<http://www.wise-uranium.org/mdaf.html>> Acesso em: 01 mai. 2020.

WORLD STEEL. Steel Statistical Yearbook, 2018. **Disponível em:** <https://www.worldsteel.org/en/dam/jcr:e5a8eda5-4b46-4892-856b-00908b5ab492/SSY_2018.pdf> Acesso em: 14 jul. 2020.