

ACIDENTE DE BRUMADINHO EM MINAS GERAIS: VALORAÇÃO DAS AÇÕES DA VALE S.A. E SEUS PARES

BRUMADINHO ACCIDENT IN MINAS GERAIS: APPRAISAL OF VALES S.A.'S SHARES AND ITS PEERS

O artigo foi aprovado e apresentado no XXI USP International Conference in Accounting, realizado de 28/07 a 30/07 de 2021, em São Paulo (SP)

RESUMO

Este estudo possui como objetivo analisar a reação sobre o preço dos ativos da Vale, pares nacionais e internacionais, em decorrência do desastre de Brumadinho-MG em 2019. Acompanhando a literatura apresentada por Campbell et al. (1997), MacKinlay (1997) e Klinger e Gurevich (2014), a pesquisa adota a Abordagem de Estudo de Eventos (ESA) para avaliar o efeito sobre o retorno diário do apreçamento das ações decorrentes das informações divulgadas em torno do evento de interesse. O estudo possui relevância para a literatura por trazer o efeito de um evento corporativo sobre as empresas do setor, também é relevante para os investidores perceberem os danos que um evento catastrófico causa sobre o preço dos ativos da companhia diretamente envolvida e seus pares, considerando os danos reputacionais à sua imagem. Os resultados da Vale indicam que, inicialmente, o evento apresentou retornos negativos significativos, os quais se ajustaram no decorrer do período com a chegada de novas informações. Nos seus pares nacionais foram observadas variações pós-evento, apesar de alguns retornos não serem significativos ao longo do período. Nos pares internacionais, os resultados tiveram movimentação inversa aos da Vale, com retornos favoráveis às companhias. As contribuições do estudo são verificar a reação do mercado e como o setor foi afetado pela catástrofe, diante de desastres corporativos, e auxiliar os investidores a interpretar incertezas, em termos de gerenciamento de carteiras, frente a uma queda ocasionada por eventos inesperados.

Palavras-chave: acidente de Brumadinho; desastres corporativos; retornos anormais; estudo de eventos; hipótese da informação incerta.

ABSTRACT

This study aims to analyze the reaction on the price of Vale's assets, national and international peers, as a result of the Brumadinho-MG disaster in 2019. Following the literature presented by Campbell et al. (1997), MacKinlay (1997) and Klinger and Gurevich (2014), the research adopts the Event Study Approach (ESA) to assess the effect on the daily return the pricing of shares resulting from the information disclosed around the event of interest. The study is relevant to the literature because it brings the effect of a corporate event on companies in the sector, it is also relevant for investors to perceive the damage that a catastrophic event causes on the price of assets of the company directly involved and their peers, considering reputational damage to your image. The results from Vale indicate that, initially, the event showed significant negative returns, which adjusted over the course of the period with the arrival of new information. In its national peers, post-event variations were observed, although some returns were not significant over the period. In international pairs, the results had the opposite movement to those of Vale, with favorable returns for companies. The contributions of the study are to verify the reaction of the market and how the sector was affected by the catastrophe in the face of corporate disasters and to help investors interpret uncertainties, in terms of portfolio management, in the face of a fall caused by unexpected events.

Keywords: Brumadinho accident; corporate disasters; abnormal returns; event study; uncertain information hypothesis.

Rita de Cássia da Silva

Professora de Contabilidade na Universidade Positivo (Cruzeiro do Sul Educacional). Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Contabilidade (PPGCONT) da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Contabilidade (PPGCONT) da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Bacharel em Ciências Contábeis pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Especialista em Gestão Estratégica do Conhecimento da Informação e da Tecnologia pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR). Bacharel em Ciências Econômicas pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR). Técnica em Contabilidade pelo Colégio Estadual Luiz Soares Andrade (CELSA). Atuação no administrativo de empresas privadas, ênfase em Administração Financeira, Contábil e Fiscal, Gestão Financeira e Gestão de Sistema Operacional e Auditoria. E-mail: ritasilva.ufpr@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6051-2978>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3869867829148056>

Claudio Marcelo Edwards Barros

Professor Adjunto da Universidade Federal do Paraná em regime de dedicação exclusiva. Doutor em Contabilidade (Área de Concentração: Contabilidade Financeira e Finanças). Mestre em Contabilidade (Área de Concentração: Contabilidade Financeira e Finanças). Especialista em Auditoria, Contabilidade e Finanças e Gestão Empresarial. Graduado em Ciências Econômicas. Na graduação é professor de disciplinas de Mercado de Capitais e Métodos Quantitativos Aplicados à Contabilidade. Na especialização (lato sensu) leciona a disciplina de Avaliação de Empresas, Contabilidade para não contadores e Jogos de Negócios. Na pós-graduação stricto sensu leciona as disciplinas de Análise de Investimentos e Métodos Econométricos. Pesquisador na área de Econometria e Análise multivariada aplicadas a Contabilidade e Finanças. Experiência como investidor do Mercado Financeiro Brasileiro desde 2001. No Setor de Sociais Aplicadas é responsável pela coordenação de utilização da plataforma de dados Refinitiv. Parecerista de periódicos nacionais e de um periódico internacional. E-mail: marceloedwards@ufpr.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7431-1627>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8486915444145984>

1 INTRODUÇÃO

O rompimento de uma barragem em Brumadinho-MG, pertencente à mineradora Vale S.A., no início da tarde do dia 25 de janeiro de 2019, devastou o Centro Administrativo da empresa, atingiu parte da comunidade rural e o principal rio que abastecia a região. O vazamento de rejeitos dessa tragédia foi de aproximadamente 12 milhões de metros cúbicos, conforme informado pelo presidente da companhia, Fábio Schvartsman. A tragédia vitimou 270 pessoas, resultando em mortos, desaparecidos e pessoas desabrigadas, incluindo funcionários e moradores, conforme relatado pelas autoridades locais (Darlington & Andreoni, 2019; Nogueira & Fonseca, 2019; Noal et al., 2019; Relatório da Administração Vale [RA Vale], 2019).

A empresa Vale é um dos cinco maiores players mundiais no ramo de aço e um acontecimento dessa magnitude não passaria despercebido à atenção de agentes econômicos, como fundos de investimento, autoridades reguladoras e outros agentes com expressiva influência no setor de mineração. Discussões que envolvem desastres na mineração chama a atenção para os processos econômicos e sociais, podendo criar vulnerabilidade financeira, endividamento e perdas acionárias, tendo como fator principal o risco potencial de eventos catastróficos (Saes & Muradian, 2021).

Isso é evidente, pois na mesma semana após o desastre, a Vale anunciou uma redução na oferta de sua produção, gerando rumores sobre efeitos nocivos envolvendo seus concorrentes em relação à utilização do aço (Brito & Samora, 2019). Dado a intensidade da tragédia, que emergiram incertezas sobre a capacidade da empresa em lidar com a regularidade de suas operações e com os reparos da fatalidade, o objetivo deste trabalho é analisar a reação sobre o preço de ativos da Vale, pares nacionais e internacionais em decorrência do desastre de Brumadinho-MG em 2019.

Em novembro de 2015 a empresa Vale esteve envolvida em um acidente similar, causado pelo rompimento de uma barragem em Mariana-MG, que vitimou 19 pessoas, embora tenha gerado um número menor de vítimas fatais, causou o maior desastre ambiental já ocorrido no Brasil (Gosden, 2022). Há diversas circunstâncias relacionadas a desastres corporativos na literatura financeira que abordam a reação do mercado diante desse tipo de evento. Dentre elas destacam-se Barret et al. (1986), Fields e Janjigian (1989), Kalra et al. (1993), Ferstl et al. (2012), Hsu et al. (2013), Koda (2016), Jacobs e Singhal (2017), Araújo et al. (2018), Akyildirim et al. (2020) e MacGuire et al. (2022).

A maioria dos estudos relacionados a desastres liga a temática à Hipótese de Mercado Eficiente – HME (Efficient Market Hypothesis). Isso acontece porque investidores reagem a notícias que se tornam de acesso público, o que favorece a forma semiforte da HME (Fama, 1970). No entanto, podem existir refinamentos à HME a exemplo da Hipótese da Reação Exagerada - HRE (Overreaction Hypothesis), enunciada por De Bondt e Thaler (1985) e da Hipótese da Informação Incerta HII (Uncertain Information Hypothesis), argumentada por Brown et al. (1988). Assim sendo, justifica-se que, após a propagação de uma notícia ruim relacionada a continuidade dos negócios de uma ou mais companhias, podem ocorrer desdobramentos em termos de valoração de ações que sugerem que o investidor entre em compasso de espera à chegada de informações capazes de dissipar a incerteza trazida pelo evento em questão.

Mehdian et al. (2008) afirmam que a HII diante de informações inesperadas, desfavoráveis ao mercado, tornam o risco e a incerteza elevados no mercado de capitais e os investidores definem os preços abaixo dos valores de mercado e, em resposta, o mercado sugere uma alta corretiva nos preços, conduzindo-os a retornos positivos posteriores, significativos ou não, sugerindo uma reação racional dos investidores em virtude aos riscos do mercado. Seguindo esta lógica, Ahmed (2017) aponta que os eventos podem causar influência sobre o prêmio de risco de carteiras de mercado e levar os investidores a novas decisões de alocação de ativos e os investidores podem irracionalmente aumentar ou reduzir os preços das ações causando instabilidade na economia.

As contribuições desta pesquisa são de extrema importância para investidores, pois buscam compreender a reação do mercado de ações frente a desastres corporativos e auxiliá-los na interpretação das incertezas existentes. Além disso, pretende-se fornecer informações relevantes para o gerenciamento de carteiras diante de quedas abruptas causadas por eventos inesperados. Adicionalmente, a pesquisa demonstra a relevância de identificar as tendências do mercado diante de um desastre corporativo.

Além disso, o estudo visa mostrar os possíveis impactos em uma empresa individual ou em todas as empresas de um setor quando ocorre um evento significativo, tanto no curto como no longo prazos. Também se busca avaliar se o evento pode afetar outras empresas relacionadas e se as informações relacionadas a esse evento resultarão em quedas significativas nos resultados, assim como sua magnitude e o tempo necessário para que uma empresa se recupere de um impacto negativo sobre seus retornos.

Para identificar irregularidades do mercado, o estudo utiliza a avaliação dos retornos anormais em três blocos de análises, sendo 4 ativos da Vale (Brasil, Estados Unidos, Alemanha e Argentina), 8 pares nacionais da companhia e 11 pares internacionais (localizados em Luxemburgo, Coreia do Sul, Estados Unidos e Austrália). O período pesquisado inicia no dia 12 de janeiro de 2018 e finaliza em 14 de junho de 2019, dividido em três intervalos, antes, durante e após o desastre. O dia do desastre, 25 de janeiro de 2019 (sexta-feira), foi feriado em São Paulo, onde está localizada a bolsa de valores brasileira, mas neste dia foi possível observar a rápida reação dos ativos da Vale negociados fora do País. Assim, a reação para os ativos no Brasil, tanto da Vale como de seus pares nacionais, passou a ser observada no dia 28 de janeiro de 2019.

Como resultado do evento, a Vale apresentou efeitos negativos e significativos no retorno de seus ativos negociados no Brasil, EUA, Alemanha e Argentina. Todavia, suas concorrentes no Brasil não foram afetadas, os impactos econômicos, sociais ou ambientais causados pela Vale não influenciaram o preço das ações de seus pares nacionais. No entanto,

as empresas pares internacionais apresentaram efeitos positivos e significativos no período do evento, evidenciando efeitos contrários ao da Vale em seus retornos, sugerindo que o investidor, buscando maior segurança para seus investimentos, migrou para as empresas concorrentes internacionais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Desastres Corporativos

Informações sobre desastres corporativos podem ocasionar reações adversas no mercado financeiro, este fato pode ser atribuído às mudanças de expectativas dos investidores em relação a uma empresa ou setor. Neste contexto, as decisões dos investidores podem ser influenciadas por políticas públicas governamentais que impulsionam as empresas à reparação de danos sociais e ambientais. Alguns estudos sobre desastres marcantes são apresentados pela literatura e os resultados podem variar conforme cada setor e o dano causado pelo desastre.

Barrett et al. (1986) pesquisaram sobre o efeito no preço das ações devido ao desastre da General Public Utilities ocorrido em 28 de março de 1979, perceberam que o acidente provocou queda brusca no preço das ações, o que pode ter sido causado pela percepção de risco por parte dos investidores, o episódio afetou inclusive a emissão de títulos no período. Os autores evidenciaram que o incidente parece ter aumentado o prêmio de risco do setor de energia nuclear e este foi mais afetado que o setor de energia não nuclear e as empresas que utilizaram reatores da empresa envolvida no acidente tiveram maior efeito negativo.

No que ficou conhecido como o maior acidente nuclear já registrado, Fields e Janjigian (1989) e Kalra et al. (1993) analisaram o impacto causado nas empresas de energia nuclear e não nuclear pelo desastre nuclear de Chernobyl e verificaram a ocorrência de retornos anormais significativos no período de vinte dias após o evento para o setor de energia nuclear, tendo estas empresas sofrido perdas anormais duas vezes maiores que as empresas não nucleares. Quando analisadas em conjunto, os autores perceberam impactos negativos e significativos sobre o preço das ações das empresas de energia elétrica nuclear (maior significância) e não nuclear (menor significância) dos Estados Unidos e identificaram que os retornos anormais foram aumentando de forma mais significativa conforme as notícias foram sendo veiculadas após o acidente.

Sob o contexto do acidente no Japão, Ferstl et al. (2012) realizaram um estudo para avaliar o impacto causado pelo desastre nuclear em Fukushima-Daiichi sobre o preço das ações das empresas do setor de energia nuclear e alternativa na França, Alemanha, Japão e Estados Unidos. Os resultados encontrados no estudo demonstraram que o mercado reagiu apoiando a forma semiforte da HME na França, Alemanha e Estados Unidos, exceto no Japão, indicando uma reação exagerada nos preços das ações nos primeiros dias após o desastre, não apresentando significância nos retornos anormais do período pós-evento, sendo que as empresas de energia nuclear apresentaram retornos anormais negativos, enquanto as empresas de energia alternativa apresentam retornos anormais positivos, isso demonstra que apenas as empresas de energia nuclear foram afetadas e não causou efeitos negativos nas empresas de energia alternativa.

Neste cenário de desastres corporativos, Hsu et al. (2013) verificaram que esses incidentes podem afetar o valor da empresa pelo aumento dos custos regulatórios e despesas com tecnologia obrigatória para evitar futuros desastres e, também, conscientizar os investidores sobre novos desastres que poderão ocorrer no setor. Além disso, examinaram a reação do mercado de ações e o lucro das empresas pares diante do derramamento de óleo da British Petroleum (BP) na plataforma de petróleo Deepwater Horizon, que foi uma das piores catástrofes ambientais presentes na história dos Estados Unidos. Os autores verificaram que o setor teve reação negativa no período seguinte ao desastre, mas não afetou o desempenho ambiental. Também, identificaram efeito contágio no setor. O desastre afetou as empresas pares, mas não atingiu os demais setores, resultado confirmado por Koda (2016), que também identificou que as empresas pares foram punidas pelo acidente da BP.

MacGuire et al. (2022) contradiz parcialmente esses resultados. Em seu estudo no mercado de ações no período do acidente da British Petroleum (BP), os autores identificaram que o acidente afetou a reputação e os ativos apenas da empresa envolvida, mas não identificaram evidências de danos à reputação ou queda significativa nos retornos das ações das empresas do setor, sugerindo que a tendência é não prejudicar o desempenho do mercado de ações no longo prazo, nem causar impacto reputacional a essas empresas.

No desastre do Rana Plaza, prédio industrial de confecções que desabou em Bangladesch, Jacobs e Singhal (2017) identificaram reação negativa significativa no dia do acidente, mas perceberam dissipação dos resultados no período pós-evento e a não contaminação do setor têxtil. Araújo et al. (2018) revelaram os resultados decorrentes do rompimento da barragem em Mariana (MG) em 2015 na concessionária Samarco S.A., controlada das empresas Vale (Brasil) e BHP Billiton (Austrália), o qual afetou de imediato diretamente as empresas envolvidas, mas logo os resultados significativos foram absorvidos pelo mercado de capitais nos dois países e não afetou o setor no longo prazo.

Confirmando os resultados apresentados por Jacobs e Singhal (2017) e Araújo et al. (2018), Akyildirim et al. (2020) realizaram um estudo do comportamento das ações de acidentes corporativos que envolvem desastres aéreos em um período aproximado de vinte anos. Neste estudo os autores identificaram que, em cada período analisado, ocorreu volatilidade no preço das ações, logo após o acidente ocorreram fortes movimentos negativos nos preços dos ativos, mas aproximadamente dois meses após o evento os ativos apresentaram aumentos substanciais aproximando os preços aos preços de mercado.

2.2 Hipótese de Mercado Eficiente

Para a existência de um mercado eficiente, é necessária racionalidade do investidor para que a utilização correta das informações disponíveis estabeleça o apreçamento correto dos títulos no mercado de capitais (Fama, 1970). A HME afirma que os preços são estimativas resultantes das informações divulgadas no mercado e que se ajustam instantaneamente a eventos inesperados, com base no comportamento do investidor. Por prever esse comportamento, a HME é a principal hipótese utilizada na literatura quando se trata de apreçamento de ativos financeiros (Brown et al., 1988; Mehdián et al., 2008). O surgimento de observações em determinados estudos enfraqueceu em alguns aspectos a HME em virtude do desvio de racionalidade dos investidores. Isso originou refinamentos que inserem o comportamento do investidor no apreçamento dos ativos financeiros, incluindo novos campos de pesquisa, como a HRE, apresentada por De Bondt e Thaler (1985, 1987), e a HII, definida por Brown et al. (1988).

A HME apresenta o ajuste instantâneo com a chegada de notícias boas (favoráveis) ou ruins (desfavoráveis). A HRE representa o exagero da reação do investidor diante de informações inesperadas e uma retomada do apreçamento dos títulos após uma reação exagerada dos investidores com as notícias favoráveis ou desfavoráveis. A HII presume que as incertezas do investidor frente a essas informações, fixa os preços das ações abaixo dos valores de mercado, revertendo o apreçamento dos títulos ao seu valor original no decorrer do período, revelando um ajuste positivo nos preços dos ativos com a chegada de notícias, favoráveis ou desfavoráveis e, com a redução da incerteza, a média dos retornos tendem a ficar positivas evidenciando a redução da aversão ao risco no comportamento dos investidores, principalmente quando se trata de notícias desfavoráveis (Brown et al., 1988; Ajayi et al., 2006; Mehdián et al., 2008).

Quando se trata de notícias desfavoráveis, na HRE e na HII, o mercado reage de forma similar. De Bondt e Thaler (1985) expõem que a HRE é caracterizada pela importância demasiada dos investidores dada às informações presentes e passadas sobre uma notícia, desta forma, no caso das notícias desfavoráveis o mercado reage exageradamente e após o evento os preços se ajustam de forma corretiva. A HII, proposta por Brown et al. (1988), supõe que, devido às incertezas, os investidores definem os preços antes da informação ser completamente conhecida, por meio de uma previsão de novas informações sobre o risco e o retorno esperado das empresas envolvidas em um evento, mas conforme a incerteza reduz, os preços tendem a ser positivos, prevendo maior variação após más notícias.

Assim, este estudo está apoiado pelo estudo de Bouoiyour e Selmi (2018), que pressupõem que há um aumento da ansiedade no mercado financeiro após um evento inesperado. Após o acidente de 25 de janeiro de 2019, à medida que foram surgindo novas informações sobre como a Vale lidou com a catástrofe e o estresse do mercado foi reduzindo, supõe-se que os retornos anormais da empresa seguiram uma trajetória de recuperação. Desta forma, elabora-se a primeira hipótese de pesquisa:

Hipótese 1: Inicial efeito negativo e posterior recuperação nos retornos diários dos ativos da companhia Vale S.A.

Araújo et al. (2018), realizaram um estudo similar no setor de mineração no Brasil, comparado à Austrália, com o intuito de identificar se um acidente corporativo pode causar efeitos em empresas do mesmo setor em países diferentes, seu estudo apresentou resultados diversificados quanto ao tempo em que o mercado de cada País levou para sentir o impacto, assim como a comparação dos resultados em cada mercado de capitais. Ahmed (2017), em sua abordagem sobre eventos políticos, identifica que as incertezas podem afetar o mercado em geral, sugerindo grande impacto de risco e retorno em todos os setores, quando se trata de um setor como o da mineração, não há evidências de que um acidente pode definir os preços do mercado.

Saes e Muradian (2021) apresentaram em seu estudo que o acionista pode gerar vieses vinculando perdas acionárias ao risco potencial dos eventos catastróficos. Desta forma, um acidente em uma empresa que pertence a um setor de risco pode gerar insegurança nos investidores quanto à atividade daquele setor devido ao seu risco operacional. Levando em consideração que no Brasil e no mundo existem players relevantes no setor de minério, supõe-se que essas empresas não passaram indiferentes ao acidente, podendo ter seus retornos prejudicados pelo risco da atividade. Diante disso, foram elaboradas a segunda e a terceira hipóteses de pesquisa:

Hipótese 2: Inicial efeito negativo e posterior recuperação nos retornos diários das empresas pares nacionais da Vale S.A.

Hipótese 3: Inicial efeito negativo e posterior recuperação nos retornos diários das empresas pares internacionais da Vale S.A.

3 DADOS E METODOLOGIA

3.1 Dados

O estudo está composto por três blocos de análise. O primeiro inclui 4 ativos da Vale negociados no Brasil, Estados Unidos, Alemanha e Argentina. O segundo compõe 8 pares nacionais da empresa com envolvimento no setor *steel* defi-

nidas na função *Peer Analysis* do banco de dados *Refinitiv Eikon*. O terceiro integra 9 pares internacionais, acessados na função *Peer Analysis/ Companies* descritos no relatório *Stock Reports* da companhia Vale, e 2 pares internacionais acessados na função *Peers*, no banco de dados *Refinitiv Eikon* da Thomson Reuters (BHP Group Ltd e Rio Tinto Ltd), ambas da Austrália, justificando sua inclusão na amostra por serem duas gigantes mundiais e possuírem similaridades de produção global com a Vale, que envolve mineração e processamento de recursos minerais.

Além desses blocos de análise, foram incluídas mais 50 empresas do setor *Iron Ore Mining* do *Refinitiv Eikon* para comparar o resultado das empresas pares internacionais com a Vale, podendo confirmar os resultados com maior segurança. Os índices de Mercado utilizados foram: Bovespa para o Brasil e S&P 500 para as companhias internacionais. O período do estudo está entre 12 de janeiro de 2018 e 14 de junho de 2019, dividido entre: janela de estimação, janela de eventos e janela pós-evento.

3.2 Metodologia

Acompanhando a literatura apresentada por Campbell et al. (1997), MacKinlay (1997) e Klinger e Gurevich (2014), a pesquisa adota a Abordagem de Estudo de Eventos (ESA) para avaliar o efeito sobre o retorno diário do apreçamento das ações, decorrentes das informações divulgadas em torno do evento de interesse. O estudo de eventos é uma ferramenta capacitada para avaliar o efeito das informações sobre o mercado de capitais e identificar a eficiência do mercado, tendo como finalidade principal direcionar o investidor às expectativas para movimentações do mercado causadas por notícias, tanto boas quanto ruins por estimação, ao longo de um período.

A data do evento ou data zero (DZ) é o dia 25 de janeiro de 2019. A janela de eventos é composta por 11 dias, sendo 5 dias antes, a data zero e 5 dias depois da data do evento e a janela de estimação foi definida em 260 cotações da empresa Vale, seguindo o exemplo prático de Campbell et al. (1997). A janela pós-evento, que é utilizada para análise do desempenho da empresa após o acontecimento, foi definida em 30 dias para obter a visão do cenário depois do evento.

Conforme definido por Klinger e Gurevich (2014), a principal premissa da ESA é que em mercados eficientes o preço se ajusta à chegada de novas informações, refletindo sobre o retorno de ações, o que pode ocasionar variações que são identificadas pelo percentual encontrado entre a diferença sobre as expectativas do mercado e os retornos observados dos ativos, identificado como retorno anormal (AR).

Para chegar ao AR, o primeiro passo do estudo consiste em obter o retorno diário das ações, calculado pelo retorno contínuo, ou seja, o logaritmo natural (LN) do preço de fechamento da ação no dia atual dividido pelo preço da ação do dia anterior (Campbell et al., 1997; Benninga & Czuczkes, 2014). O modelo de mercado é representado pela regressão dos retornos das ações da empresa (Rit) e os retornos do índice de mercado (RMt), por meio da equação $R_{it} = \alpha + \beta_i R_{Mt}$, onde α e β são estimados executando a regressão dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) sobre a janela de estimação, obtendo como resultado o retorno esperado para chegar ao AR, que é obtido por $AR_{it} = R_{it} - (\alpha + \beta_i R_{Mt})$, onde encontra-se a diferença entre os retornos da empresa e o retorno esperado do mercado (Campbell et al., 1997; Benninga & Czuczkes, 2014; Klinger & Gurevich, 2014).

Para verificar a significância dos retornos anormais causados pelo desastre nesta pesquisa, foram definidas as hipóteses nula e alternativa bicaudais: $H_0: AR = 0$ e $H_1: AR \neq 0$, as quais foram testadas pelo teste *Boehmer, Musumeci e Poulson* com o ajuste *Kolari e Pynnonen* para as significâncias estatísticas (Kolari & Pynnonen, 2011), aos níveis de significância de 1%, 5% e 10%, representados por ***, ** e *, respectivamente.

A aplicação do retorno anormal médio acumulado (CAAR) é um meio que representa a estimação de uma tendência do mercado em relação aos retornos anormais ao redor da data do evento. O cálculo do CAAR é realizado por $CAAR_{t1,t2} = \frac{1}{n} \sum_{i=t1}^{t2} CAR_i$, essa formulação representa o retorno anormal acumulado (CAR) como a soma dos retornos anormais de um período, desta forma, o cálculo do CAAR é a média da soma do CAR do mesmo período. Assim, quando se trata de reação de mercado, o comportamento apresentado pelo CAAR pode possibilitar interpretações mais detalhadas do evento (Klinger & Gurevich, 2014).

Neste estudo, foi empregado o CAAR para avaliar a eficiência de mercado pela tendência de cada bloco de análise, calculando a média das empresas de cada grupo (ativos da Vale, seus pares nacionais e seus pares internacionais). Essa etapa consiste em determinar o impacto do evento sobre o apreçamento das ações de cada bloco de empresas no período e avaliar a consistência com a hipótese teórica. Este método também foi utilizado por Xu et al. (2021) para corrigir possíveis falhas que possam ter nos retornos anormais acumulados ao longo do período de análise.

No sentido de buscar evidências que comprovem o efeito do desastre sobre as ações das empresas, as hipóteses nulas e alternativa bicaudais são definidas como: $H_0: CAAR = 0$ e $H_1: CAAR \neq 0$, testadas pelo teste *Boehmer, Musumeci e Poulson* com o ajuste *Kolari e Pynnonen* para as significâncias estatísticas (Kolari & Pynnonen, 2011), aos níveis de significância de 1%, 5% e 10%, representados por ***, ** e *, respectivamente. Por meio da análise, foi verificada a consistência dos resultados da Vale (4 ativos) e dos seus pares internacionais (61 ativos). Isso significa que os CAARs estimados que não tangenciaram a linha de nível de confiança de 95% não rejeita a hipótese de que os CAARs são nulos (Klinger & Gurevich, 2014). Logo, a hipótese teórica não terá sido confirmada, pois a curva do CAAR não apresenta significância que possam determinar a movimentação do mercado caracterizado por efeitos relacionados às informações divulgadas.

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

4.1 Estudo de Eventos

A Tabela 1 apresenta os resultados calculados dos retornos anormais para as ações da empresa Vale, negociadas no país e no mercado internacional, assim como seus pares nacionais e internacionais, exibindo a propagação de efeitos negativos, positivos ou neutros sobre os ativos.

Tabela 1 - Retornos Anormais (AR) para a Janela de Eventos

Ação (País)	Data zero	1 dia depois	2 dias depois	3 dias depois	4 dias depois	5 dias depois	6 dias depois	7 dias depois	8 dias depois	9 dias depois	10 dias depois
VALE3 (BR)	-0,82%	-27,23%***	2,01%	8,16%***	-2,10%	1,05%	-4,37%**	-0,60%	-5,66%***	-1,81%	3,24%
VALE (US)	-9,45%***	-19,04%***	2,56%	7,41%***	-2,24%	0,86%	-4,24%**	-0,94%	-6,22%***	-0,70%	1,80%
VALE3 (DE)	-10,67%***	-19,07%***	2,77%	6,22%***	-2,01%	1,06%	-2,89%	-0,67%	-5,20%**	0,17%	0,95%
VALE (AR)	-11,12%***	-17,00%***	2,40%	7,14%***	-1,78%	1,63%	-5,60%**	-0,75%	-4,74%**	-2,16%	3,44%
GGBR4 (BR)	0,01%	0,17%	-0,24%	1,73%	-3,60%*	0,48%	0,44%	-0,14%	0,19%	-0,38%	-0,22%
USIM5 (BR)	0,07%	2,33%	-0,82%	-0,17%	-1,82%	-1,65%	0,07%	0,67%	0,89%	1,55%	0,73%
CSNA3 (BR)	0,08%	-2,83%	2,08%	1,26%	-2,56%	-1,40%	-2,82%	0,25%	-0,61%	2,78%	2,29%
BRAP4 (BR)	0,01%	-26,10%***	0,74%	6,59%***	-2,22%	1,72%	-3,40%*	1,20%	-1,37%	-2,91%	2,54%
GOAU4 (BR)	0,00%	-0,89%	0,64%	2,26%	-3,19%*	0,32%	-0,92%	0,17%	-0,88%	1,00%	-1,04%
MMXM3 (BR)	0,19%	-0,29%	1,03%	0,27%	-0,04%	0,21%	-0,82%	10,39%***	-4,72%	-0,35%	-0,99%
EALT4 (BR)	-0,02%	-0,14%	2,38%	0,40%	0,38%	-0,48%	-0,50%	0,09%	1,14%	-1,50%	1,04%
FESA4 (BR)	0,05%	0,31%	0,03%	-0,33%	0,00%	-0,47%	3,27%	0,02%	2,83%	-0,98%	2,88%
MT (NL)	5,82%***	1,53%	-0,61%	0,95%	-1,25%	3,63%*	-1,70%	-0,56%	3,00%	-4,20%**	-5,03%**
005490 (KR)	2,05%	0,85%	0,12%	6,16%***	-4,22%*	-1,77%	-0,09%	-0,01%	0,26%	2,07%	-4,27%*
NUE (US)	1,24%	1,59%	2,94%**	-1,32%	0,57%	0,33%	0,29%	-1,65%	-1,26%	-0,76%	0,77%
STLD (US)	1,26%	1,25%	1,20%	1,09%	-1,57%	1,51%	0,33%	-2,19%	0,63%	-1,52%	-0,65%
RS (US)	1,58%	1,14%	1,74%	0,13%	0,08%	0,70%	0,17%	-0,39%	0,03%	-0,27%	0,04%
CLF (US)	6,32%**	-0,77%	-2,69%	14,32%***	-2,17%	-1,89%	-0,07%	-2,09%	5,86%**	-0,54%	8,02%***
TX (US)	1,19%	0,12%	1,29%	1,45%	0,40%	-0,31%	-0,84%	0,65%	0,25%	1,35%	0,53%
X (US)	3,44%	1,62%	-1,45%	2,27%	0,46%	-2,16%	2,10%	1,40%	0,86%	-1,12%	-2,67%
MSB (US)	-0,37%	-2,03%	-5,33%**	-1,17%	2,83%	3,33%	0,39%	-0,71%	0,58%	-0,56%	2,24%
BHP (AU)	1,19%	0,06%	2,05%	2,31%	0,54%	0,45%	-0,10%	1,03%	1,65%	-0,23%	-1,55%
RIO (AU)	0,98%	0,09%	3,74%**	4,22%***	-0,40%	0,58%	-1,12%	2,88%**	1,93%	1,44%	-1,80%

Nota. A significância estatística bicaudal está representada por *** p-value < 0,01; ** p-value < 0,05; e * p-value < 0,10 individualmente por empresa. A data zero no cálculo é o dia 25 de janeiro de 2019 (feriado no Brasil); 1 dia depois: 28 de janeiro de 2019; 2 dias depois: 29 de janeiro de 2019; 3 dias depois: 30 de janeiro de 2019; 4 dias depois: 31 de janeiro de 2019; 5 dias depois: 01 de fevereiro de 2019; 6 dias depois: 04 de fevereiro de 2019; 7 dias depois: 05 de fevereiro de 2019; 8 dias depois: 06 de fevereiro de 2019; 9 dias depois: 07 de fevereiro de 2019; 10 dias depois: 08 de fevereiro de 2019. Os países de cada empresa estão representados entre parênteses conforme o código de país disponível no banco de dados Refinitiv: BR: Brasil; US: Estados Unidos; DE: Alemanha; AR: Argentina; NL: Holanda; KR: Coreia do Sul; AU: Austrália. Todas as séries de retornos diários dos ativos examinados e do Ibovespa foram testados para a presença de raiz unitária, sendo rejeitada hipótese nula de presença de raiz unitária (ADF - Augmented Dickey Fuller Test), pois o menor valor calculado foi de -12,89***.

Ao visualizar a Vale (BR) na Tabela 1, no dia 25 de janeiro de 2019 (DZ), percebe-se que os resultados não foram significativos. Isso ocorreu porque não teve funcionamento da bolsa de valores brasileira neste dia por ser feriado no município de São Paulo, onde está localizada a bolsa de valores do Brasil. Portanto, no próximo dia útil ao acidente, em 28 de janeiro de 2019, os retornos apresentaram alta significância negativa, ao nível de 1%, denotando uma reação exagerada do mercado em todos os ativos da Vale (Brasil, EUA, Alemanha e Argentina). Considerando três dias após a data zero, a companhia, em todos os países, apresentou retornos positivos com significância de 1%. Após oito dias do acidente, a empresa voltou a apresentar retornos negativos e significativos. Neste caso, a hipótese estatística H0 foi rejeitada e a hipótese de pesquisa (H1), de que ocorreu um inicial efeito negativo e posterior recuperação nos retornos diários dos ativos da companhia Vale, foi confirmada.

Ao verificar as empresas pares nacionais da Vale (Tabela 1), nota-se que a empresa Bradespar (BRAP4) foi fortemente impactada pelo desastre corporativo, com um retorno anormal negativo significativo proporcional ao da Vale um dia após o acidente. Isso é coerente com a ideia de que a Bradespar detém participação acionária da Vale desde o ano de 2017 e, a partir de então, atua de forma direta na administração da companhia, inclusive com membros nos Conselho de Administração e Comitês de Assessoramento (Relatório Anual Bradespar [RA Bradespar], 2017; RA Vale, 2019). No terceiro dia após o evento, assim como a Vale, a Bradespar apresentou retornos anormais positivos, com significância de 1%.

As demais empresas pares nacionais não apresentaram resultados significativos decorrentes do evento (Tabela 1), com exceção da companhia MMX Mineração e Metalicos SA (MMXM3), que apresentou retornos positivos e significativos sete dias após o evento. No entanto, não foram identificadas evidências de qualquer conexão dos retornos com o acidente da Vale. Logo, a hipótese estatística H0, para os ativos das empresas pares nacionais da Vale, não foi rejeitada e a hipótese de pesquisa (H2), de que ocorreu um inicial efeito negativo e posterior recuperação nos retornos diários das empresas pares nacionais da Vale, não foi confirmada.

Quanto aos seus pares internacionais, observa-se na Tabela 1 retornos positivos com significância de 1% na ArcelorMittal S.A. (MT) na data zero, retornos negativos com significância de 5% na Mesabi Trust (MSB) dois dias após o acidente e retornos positivos na empresa BHP Group Ltd (BHP) com significância de 10% três dias após o evento. A Rio Tinto Ltd (RIO), da Austrália, apresentou retornos positivos, ao nível de significância de 5% e 1% no segundo e terceiro dia, respectivamente, após a data zero. A companhia Posco Holdings Inc (005490) teve retorno positivo no terceiro dia e negativo 4 dias após o acidente, ao nível de significância de 1% e 10%, respectivamente.

A Cleveland-Cliffs Inc (CLF), dos Estados Unidos, teve um retorno positivo com significância de 5%, na data zero e com significância de 1% três dias após a catástrofe (Tabela 1). Com este resultado, considerando que a Vale possui ativos negociados nos Estados Unidos, o acidente causou incertezas sobre a empresa e isso pode ter levado os investidores migrarem para empresas do mesmo setor. As demais empresas pares internacionais não apresentaram retornos significativos na janela de eventos. Portanto, conforme os dados apresentados para as companhias pares internacionais, apesar de a maioria dessas empresas possuir retornos positivos, a hipótese estatística H0 não é rejeitada quando se trata dos retornos diários. Quanto à hipótese de pesquisa (H3), de que houve um inicial efeito negativo e posterior recuperação nos retornos diários das empresas pares internacionais da Vale, não pôde ser confirmada.

Os ativos da Vale negociados nos EUA, Alemanha e Argentina apresentaram retornos negativos e significativos no mesmo dia do evento e apresentaram um retorno anormal acumulado similar ao da Vale Brasil no dia 28 de janeiro de 2019, como apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 - Retorno Anormal Acumulado dos Ativos da Vale

	Vale (BR)	Vale (US)	Vale (DE)	Vale (AR)
CAR (Data zero até 1 dia depois)	-28,05%***	-28,49%***	-29,74%***	-28,12%***

Nota. CAR do dia 25 de janeiro de 2019 [DZ] até dia 28 de janeiro de 2019 [+1]. A significância estatística bicaudal está representada por *** p-value < 0,01; ** p-value < 0,05; * p-value < 0,10 individualmente por empresa.

Diante das grandes variações negativas nos resultados da Vale, nota-se que o investidor pode ter migrado para outros segmentos, pois não é possível visualizar um reflexo positivo com retornos anormais compatíveis com os resultados da Vale, para os ativos das companhias pares, tanto nacionais como internacionais do setor.

A média dos retornos complementa a análise dos resultados por meio do CAR das companhias pares internacionais, com a aplicação do teste de sinais para verificar a proporção de retornos positivos e negativos dessas empresas. O resultado está apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 - Retornos Anormais Acumulados para a Janela de Eventos das empresas pares internacionais

	CAR [-5,0]	CAR [-5,1]	CAR [-5,2]	CAR [-5,3]	CAR [-5,4]	CAR [-5,5]
Sinais Positivos (%)	67,92%	66,04%	67,92%	64,15%	64,15%	66,04%
Sinais Negativos (%)	32,08%	33,96%	32,08%	35,85%	35,85%	33,96%
Média	26,5000	26,5000	26,5000	26,5000	26,5000	26,5000
Desvio Padrão	3,64005	3,64005	3,64005	3,64005	3,64005	3,64005
Estatística teste (Score Z)	2,60985	2,33513	2,60985	2,06041	2,06041	2,33513
P-value	0,00453	0,00977	0,00453	0,01968	0,01968	0,00977

Nota. O teste de sinais representa a proporção de CAR positivo e negativo entre as empresas da amostra. A amostra está composta por 61 empresas pares internacionais. O período apresentado no cálculo da tabela está entre os dias 18 de janeiro de 2019 [-5] e 01 de fevereiro de 2019 [+5].

Percebe-se, na Tabela 3, que ao longo de 5 dias após o evento, os retornos das empresas pares internacionais da Vale apresentaram maior proporção de retornos positivos. O p-value representa que houve significância estatística nos resultados, confirmando que essas empresas tiveram uma reação em decorrência do evento ocorrido em Brumadinho. Para complementar a análise dos resultados foi aplicado o CAAR sobre as empresas da amostra.

O CAAR representa o retorno médio acumulado das empresas da amostra. Kliger e Gurevich (2014) indicam que o CAAR compõe a fase final da aplicação do estudo de eventos e identifica irregularidades do CAR estimado. Desta forma, o CAAR é calculado com a média do retorno anormal acumulado ao longo do período analisado. A Tabela 4 representa os retornos médios acumulados de todas as empresas da amostra para cada bloco analisado.

Tabela 4 - Retornos Anormais Médios Acumulados para a Janela de Eventos

	CAAR [0,1]	CAAR [0,2]	CAAR [0,3]	CAAR [0,4]	CAAR [0,5]
CAAR Vale (4 ativos)	-28,43%***	-26,00%***	-18,77%***	-20,80%***	-19,65%***
CAAR Pares Nacionais (8 ativos)	-3,03%	-2,30%	-0,77%	-2,39%	-2,55%
CAAR Pares Internacionais (61 ativos)	1,82%**	2,13%***	4,34%***	5,23%***	5,72%***

Nota. A significância estatística bicaudal está representada por *** p-value < 0,01; ** p-value <0,05; e * p-value <0,10 para a média das empresas de cada bloco de amostra. O período calculado na tabela está entre os dias 25 de janeiro de 2019 [0] e 01 de fevereiro de 2019 [+5].

Na Tabela 4 é possível observar que, enquanto os ativos da Vale tiveram retornos anormais negativos e significativos, as empresas pares internacionais tiveram retornos anormais positivos e significativos. Este resultado denota que ocorreu uma migração de investidores para as empresas concorrentes devido ao acidente em Brumadinho. Este resultado pode ser observado na Figura 1.

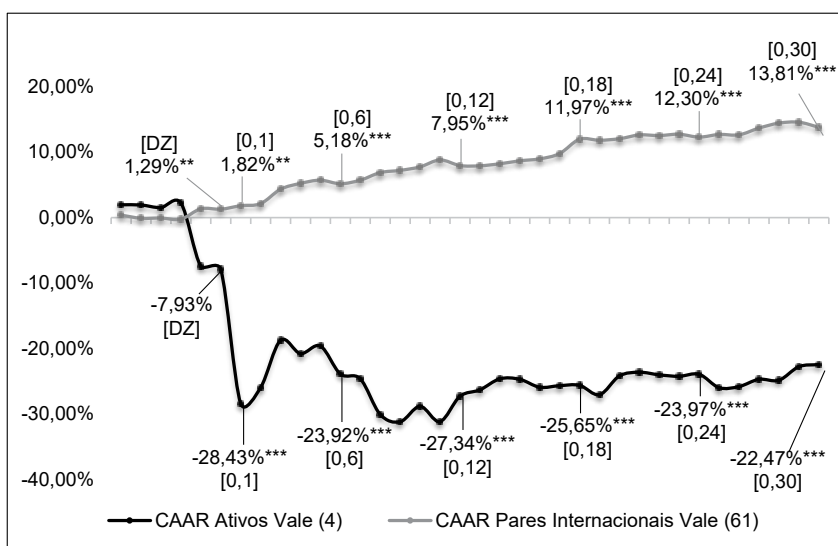


Figura 1. Retorno anormal médio acumulado dos ativos da Vale versus ativos das empresas pares internacionais

Nota. A significância estatística bicaudal está representada por *** p-value < 0,01; ** p-value <0,05; e * p-value <0,10 para a média das empresas de cada bloco de amostra. DZ representa a data zero; [0,1] representa o CAAR da DZ até 1 dia após o evento; [0,6] DZ até 6 dias após o evento; [0,12] DZ até 12 dias após o evento; [0,18] DZ até 18 dias após o evento; [0,24] DZ até 24 dias após o evento; e [0,30] DZ até 30 dias após o evento. (4) representa a quantidade de ativos da Vale e (61) representa a quantidade de ativos das empresas pares internacionais. O período apresentado no gráfico está entre os dias 18 de janeiro de 2019 [-5] e 08 de março de 2019 [+30].

A Figura 1 apresenta o comportamento dos ativos da Vale (Brasil, Estados Unidos, Alemanha e Argentina) em comparação aos ativos das empresas pares internacionais da Vale. Foi calculada a média do CAAR das empresas presentes na amostra, 4 Ativos da Vale e 61 ativos das empresas pares internacionais. Os resultados mostram que quando ocorreu o acidente da Vale em Brumadinho, os investidores recuaram e os resultados indicaram uma reação exagerada nos retornos da Vale nos primeiros dias após o desastre, enquanto os seus concorrentes internacionais tiveram um ganho de valor, representando aumento nos retornos de forma positiva e significativa.

Ao nível de confiança de 99%, a Figura 1 demonstra que os ativos da Vale apresentaram forte reação ao redor da data do evento e se mostraram significativos, ultrapassando as linhas do intervalo de confiança no sentido negativo, esta queda rejeitou a hipótese nula (H_0) do CAAR. Logo após o evento, a queda nos retornos foi interrompida, sugerindo que o investidor entrou em compasso de espera por novas informações sobre como a Vale iria se posicionar frente a situação, mas os retornos se mantiveram significativos e negativos neste período.

Com confiança de 95% e 99%, a Figura 1 apresenta que o evento da companhia Vale influenciou as empresas pares internacionais. Visualiza-se um resultado contrário ao movimento da Vale, ou seja, enquanto os ativos da Vale se iniciam fortemente negativos em decorrência do evento, os ativos dos pares internacionais se apresentam fortemente positivos, ambos com confiança de 99%, rejeitando a hipótese nula H_0 .

5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A companhia Vale é uma grande exportadora de minério de ferro no mundo. Assim, as incertezas por parte dos investidores quanto a possíveis processos judiciais ou multas decorrentes dos danos ambientais e sociais causados são visíveis nos resultados. Isso sugere que as circunstâncias do acidente levaram os investidores a se desfazerem das ações da companhia logo no primeiro dia do incidente, refletindo sobre o apreçamento de suas ações em todas as bolsas de valores que a empresa realiza negociações.

Constatou-se a presença de propagação de efeitos negativos no AR dos ativos da companhia Vale negociados no Brasil, EUA, Alemanha e Argentina, indicando uma reação exagerada, corroborando com o resultado encontrado por Ferstl et al. (2012) no Japão devido ao desastre nuclear em Fukushima-Daiichi. Quanto às empresas pares nacionais, a Bradespar foi afetada pelo acidente, sendo justificado pela sua participação acionária na Vale. Já os demais pares nacionais não foram punidos significativamente pelo desastre, pois não apresentaram resultados significativos ao redor da data do evento. Foi identificado nos pares internacionais efeitos neutros sobre as companhias apenas na data zero, mas no período após o evento, identificam-se retornos positivos e significativos sobre algumas companhias, sugerindo que ocorreu contágio financeiro nas companhias pares internacionais, ocasionado pelo evento da Vale.

Quanto aos retornos médios anormais acumulados no pós-evento, observa-se que o mercado representa a incerteza dos investidores em relação ao risco diante da chegada de informações inesperadas, neste caso, notícias ruins. Os ativos da companhia negociados no Brasil e fora do país apresentaram CAAR negativo e significativo, mas os preços se ajustaram ao mercado com a redução do nível de incerteza sobre os ativos da empresa, resultado consistente com a H11. Quanto aos seus pares nacionais, foram observadas variações no pós-evento, apesar de alguns retornos não serem significativos ao longo do período. Ao verificar o CAAR dos pares internacionais no pós-evento, observou-se que as companhias tiveram retornos significativos opostos aos resultados da Vale, sugerindo que ocorreu contágio positivo no setor, enquanto a Vale apresentou resultados negativos.

Assim, o contexto indica que ocorreu uma possível migração de investidores causado pelas incertezas em relação ao setor de mineração. A Vale estimou sua redução na produção e na venda de minério de ferro e pelotas após o acidente (Brito & Samora, 2019). A companhia divulgou que a produção da barragem de Laranjeiras na mina de Brucutu (complexo de Minas Centrais) é de aproximadamente 30 milhões de toneladas de minério de ferro por ano, a qual foi paralisada por uma Ação Civil Pública, apesar da companhia não ter divulgado os detalhes que motivaram a paralisação (Jucá, 2019), pode ter ocorrido por possíveis fiscalizações realizadas em decorrência do acidente ocorrido em Brumadinho. Desta forma, percebe-se nos retornos diários que as notícias relacionadas à companhia, no contexto do acidente de Brumadinho, afetaram a companhia e alguns de seus pares.

Os resultados encontrados apoiam a literatura de Barrett et al. (1986), de que um desastre corporativo causa queda brusca no preço das ações da companhia envolvida e vai ao encontro de Ferstl et al. (2012), Hsu et al. (2013) e Koda (2016), de que um desastre corporativo pode afetar o setor, apesar da existência de outros fatores que podem influenciar nos resultados, como a localização e a relevância da participação das empresas no setor. Os achados se alinham parcialmente ao estudo de Fields e Janjigian (1989) que apresentam retornos anormais negativos tardios no setor. Para o setor de mineração, analisado nesta pesquisa, foi identificado retorno anormal tardio nos pares internacionais, contudo as movimentações anormais não coincidiram com a protagonista do desastre analisado – a Vale – e nem com seus pares nacionais, que, no período pós-evento, não apresentaram retornos médios anormais acumulados significativos.

Neste contexto, podem ocorrer consequências diante dos resultados apresentados, como alterações na tomada de decisões, além de servir como alerta à credores, investidores, governantes e grupos vulneráveis (moradores e trabalhadores). Visto que os credores, investidores e grupos vulneráveis passarão a utilizar informações sobre análise de risco, medidas corretivas e preventivas que serão adotadas pela empresa, além da fragilidade financeira causada por um evento nesta magnitude, informação que será útil principalmente aos credores e investidores. Os governantes podem adotar medidas regulatórias para o setor considerado de risco, não apenas o setor da mineração, mas direcionada a todos os setores que podem representar riscos operacionais, ambientais e, conseqüentemente, financeiros.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo analisou como o mercado se comportou com a chegada de informações inesperadas devido ao desastre corporativo da Vale na cidade de Brumadinho em 2019. Os resultados podem ser argumentados da seguinte

maneira. Primeiro, a chegada de uma notícia inesperada, sobre o acidente da Vale, gerou incertezas entre os investidores causando uma grande queda nos ativos da companhia, com tendência para a HRE. Logo, esses resultados, apesar de não ter refletido significativamente sobre seus pares nacionais, causaram reação positiva em seus pares internacionais. E em um segundo momento, após o evento foi evidenciado um cenário de incertezas e, aguardando a chegada de novas informações, o mercado permaneceu em estado de espera.

As evidências nos resultados sugerem que no contexto de um acidente corporativo, dada a gravidade do acidente em Brumadinho, a chegada de informações inesperadas, inicialmente, aumenta o risco no mercado financeiro e pode reduzir o apreçamento dos ativos de uma companhia e seus pares, mas à medida que ocorre redução na incerteza, a tendência é aumentar os retornos positivamente, fazendo com que o mercado se estabilize. A reação ocorrida na companhia Vale demarca a racionalidade dos investidores avessos ao risco direcionando à HME.

Conforme os resultados demonstram, aparentemente ocorreu um movimento consistente de realocação de recursos no segmento em busca de retornos mais elevados e como um meio para compensar as incertezas do setor. Os capitais passaram para um ambiente no qual os retornos seriam os mesmos e conforme as incertezas em relação à Vale foram diminuindo, os investidores retornaram gradativamente. Em um mercado racional, a HII prevê que a chegada de novas informações faz com que os investidores criem expectativas para compensar um risco adicional. Este resultado corrobora com a previsão da HII, sugerindo que os investidores são avessos ao risco e reagem de forma racional, exercendo menor influência no setor no longo prazo.

Como limitação do estudo, surge a influência de situações ocorridas sobre cada companhia, como, por exemplo, eventos de confusão. Eventos de confusão são identificados como informações imprecisas que podem acarretar oscilações no apreçamento das ações e trazer retornos significativos positivos ou negativos para as empresas da amostra. Essa situação pode gerar dubiedade quanto a origem dos resultados. É importante destacar também que, embora o estudo tenha identificado efeitos negativos nos ativos da Vale e efeitos positivos em seus pares internacionais logo após o acidente, é preciso considerar as condições econômicas, envolvendo os contextos macroeconômicos e de desenvolvimento de cada país, além da realidade financeira de cada empresa, situações que podem causar influência sobre os resultados.

Para estudos futuros, sugere-se o estudo aprofundado, apresentando as similaridades, da reação do mercado diante do rompimento das barragens de Mariana-MG em 2015 e de Brumadinho-MG em 2019. Como uma segunda sugestão para novos estudos, recomenda-se realizar a inclusão de todas as empresas do setor na amostra ou a cadeia de suprimentos que envolve a companhia Vale, podendo também, por meio desta análise, obter um resultado por país, distinguindo a situação econômica dos mesmos, permitindo identificar a reação macroeconômica que o acidente pode provocar no mercado de capitais.

REFERÊNCIAS

- Ahmed, W. M. (2017). The impact of political regime changes on stock prices: the case of Egypt. *International Journal of Emerging Markets*, 12(3). <https://doi.org/10.1108/IJoEM-12-2015-0258>.
- Ajayi, R. A., Mehdian, S.; Perry, M. J. (2006). A test of US equity market reaction to surprises in an era of high trading volume. *Applied Financial Economics*, 16(6), 461-469. <https://doi.org/10.1080/09603100500400510>.
- Akyildirim, E., Corbet, S., Efthymiou, M., Guionard, C., O'Connell, J. F., & Sensoy, A. (2020). The financial market effects of international aviation disasters. *International Review of Financial Analysis*, 69, 101468. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2020.101468>.
- Araújo, F. S. M.; Soares, R. A.; de Abreu, M. C. S. (2018). Avaliação das reações do mercado de capitais no Brasil e na Austrália após o acidente ambiental da mineradora Samarco. *Revista Catarinense da Ciência Contábil*, 17(52). <https://doi.org/10.16930/2237-7662/rccc.v17n52.2659>.
- Barrett, W. B.; Heuson, A. J.; Kolb, R. W. (1986). The effect of Three Mile Island on utility bond risk premia: A note. *The Journal of Finance*, 41(1), 255-261. <https://doi.org/10.2307/2328357>.
- Benninga, S.; Czuczkes, B. (2014). *Financial modeling*. MIT press.
- Bouoiyour, J.; Selmi, R. (2018). Are UK industries resilient in dealing with uncertainty? The case of Brexit. *The European journal of comparative economics*, 15(2), 277-292. Recuperado em 14 fevereiro, 2021, de: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01736632>.
- Brito, R.; Samora, R. (2019). Vale declares force majeure on some contracts after deadly dam burst. Recuperado em 14 fevereiro, 2021, de: <https://www.reuters.com/article/us-vale-sa-disaster-idUSKCN1PU1GO>.
- Brown, K. C.; Harlow, W. V.; Tinic, S. M. (1988). Risk aversion, uncertain information, and market efficiency. *Journal of Financial Economics*, 22(2), 355-385. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(88\)90075-X](https://doi.org/10.1016/0304-405X(88)90075-X).
- Campbell, J. Y.; Lo, A. W.; Mackinlay, A. C. (1997). *The econometrics of financial markets*, 1.
- Darlington, S., Andreoni, M. (2019). A Tidal Wave of Mud. *The New York Times*. Recuperado em 14 fevereiro, 2021, de: <https://www.nytimes.com/interactive/2019/02/09/world/americas/brazil-dam-collapse.html>.
- De Bondt, W. F. M.; Thaler R. (1985). Does the Stock Market Overreact? *The Journal of Finance*, 40(3), 793-805. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1985.tb05004.x>.
- De Bondt, W. F. M.; Thaler R. (1987). Further Evidence on Investor Overreaction and Stock Market Seasonality. *The Journal of Finance*, 42(3), 557-581. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1987.tb04569.x>.

- Fama, E. F. (1970). Efficient capital markets: A review of theory and empirical work. *The Journal of Finance*, 25(2), 383-417. <https://doi.org/10.7208/9780226426983-007>.
- Ferstl, R.; Utz, S.; Wimmer, M. (2012). The effect of the Japan 2011 disaster on nuclear and alternative energy stocks worldwide: An event study. *Business Research*, 5(1), 25-41. <https://doi.org/10.1007/BF03342730>.
- Fields, M. A.; Janjigian, V. (1989). The effect of Chernobyl on electric-utility stock prices. *Journal of Business Research*, 18(1), 81-87. [https://doi.org/10.1016/0148-2963\(89\)90053-2](https://doi.org/10.1016/0148-2963(89)90053-2).
- Gosden, E. (2022). Dam victims allowed to sue BHP in Britain. *The Times*. Recuperado em 13 julho, 2022, de: <https://www.thetimes.co.uk/article/dam-victims-allowed-to-sue-bhp-in-britain-dbfvdv692>.
- Hsu, Y. S.; Liu, C. Z.; Yang, Y. J.; Chou, Y. Y. (2013). Implications of the British petroleum oil spill disaster for its industry peers—evidence from the market reaction and earnings quality. *Asia-Pacific Journal of Accounting & Economics*, 20(3), 281-296. <https://doi.org/10.1080/16081625.2012.739963>.
- Jacobs, B. W.; Singhal, V. R. (2017). The effect of the Rana Plaza disaster on shareholder wealth of retailers: Implications for sourcing strategies and supply chain governance. *Journal of Operations Management*, 49, 52-66. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2017.01.002>.
- Jucá, B. (2019). Justiça paralisa barragem que afeta maior mina da Vale em MG. Recuperado em 14 fevereiro, 2021, de: https://brasil.elpais.com/brasil/2019/02/04/politica/1549310936_736323.html.
- Kalra, R.; Henderson JR, G. V.; Raines, G. A. (1993). Effects of the Chernobyl nuclear accident on utility share prices. *Quarterly Journal of Business and Economics*, 52-77. Recuperado em 14 fevereiro, 2021, de: <http://www.jstor.org/stable/40473084>.
- Kliger, D.; Gurevich, G. (2014). *Event studies for financial research: A comprehensive guide*. Springer.
- Koda, Y. (2016). Do Peers Get Punished: Stock Market Effect of BP Oil Spill on Peers. *Journal of Environmental and Resource Economics at Colby*, 3(1), 9. Recuperado em 14 fevereiro, 2021, de: <https://digitalcommons.colby.edu/jerec/vol3/iss1/9>.
- Kolari, J. W., & Pynnonen, S. (2011). Nonparametric rank tests for event studies. *Journal of Empirical Finance*, 18(5), 953-971. <https://doi.org/10.1016/j.jempfin.2011.08.003>.
- McGuire, W., Holtmaat, E. A., & Prakash, A. (2022). Penalties for industrial accidents: The impact of the Deepwater Horizon accident on BP's reputation and stock market returns. *PLoS one*, 17(6), e0268743. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0268743>.
- Mackinlay, C. (1997). Event Studies in Economic and Finance. *Journal of Economic Literature*, xxxv (March), 13-39. Recuperado em 14 fevereiro, 2021, de: <https://www.jstor.org/stable/2729691>.
- Mehdian, S.; Nas, T.; Perry, M. J. (2008). An examination of investor reaction to unexpected political and economic events in Turkey. *Global Finance Journal*, 18(3), 337-350. <https://doi.org/10.1016/j.gfj.2007.06.002>.
- Noal, D. D. S., Rabelo, I. V. M., & Chachamovich, E. (2019). The mental health impact on individuals affected by the Vale dam rupture. *Cadernos de Saúde Pública*, 35(5). Recuperado em 20 julho, 2022, de: <https://www.scielo.br/j/csp/a/zwdfcHFf9XtDC8vdN-3FYMPQ/?format=pdf&lang=en>.
- Nogueira, M., Fonseca, P. (2019). Brazil evacuates towns near Vale, ArcelorMittal dams on fears of collapse. *Reuters*. Recuperado em 14 fevereiro, 2021, de: <https://www.reuters.com/article/us-vale-sa-dam-idUSKCN1PX0UY>.
- Relatório anual 2017: Bradespar. Bradespar. Recuperado em 14 fevereiro, 2021, de: <http://projetos.ricari.com.br/clientes/bradespar/RAO2017/public/>.
- Relatório da administração 2019: Vale S.A. Vale. Recuperado em 14 fevereiro, 2021, de: <http://www.vale.com/PT/investors/information-market/quarterly-results/Resul>.
- Saes, B. M., & Muradian, R. (2021). What misguides environmental risk perceptions in corporations? Explaining the failure of Vale to prevent the two largest mining disasters in Brazil. *Resources Policy*, 72, 102022. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102022>.
- Xu, M.; Yang, W.; Huang, Z. (2021). Do investor relations matter in the tourism industry? Evidence from public opinions in China. *Economic Modelling*, 94, 923-933. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2020.02.033>.