**BRUMADINHO: EFEITO NA CADEIA DE SUPRIMENTOS DA VALE**

BRUMADINHO: IMPACT ON VALE'S SUPPLY CHAIN

Recebido em 15.11.2023 Aprovado em 11.07.2024

Avaliado pelo sistema double blind review

DOI: <https://doi.org/10.12712/rpca.v18i2.60577>**Rita de Cássia da Silva**ritasilva.ufpr@gmail.com

Programa de Pós-Graduação em Contabilidade da Universidade Federal do Paraná - Curitiba/Paraná, Brasil

<https://orcid.org/0000-0002-6051-2978>**Claudio Marcelo Edwards Barros**marceloedwards@ufpr.br

Programa de Pós-Graduação em Contabilidade da Universidade Federal do Paraná - Curitiba/Paraná, Brasil

<https://orcid.org/0000-0001-7431-1627>**Henrique Portulhak**henrique.portulhak@ufpr.br

Programa de Pós-Graduação em Contabilidade da Universidade Federal do Paraná - Curitiba/Paraná, Brasil

<https://orcid.org/0000-0002-9097-2481>**Resumo**

O estudo analisou as implicações do desastre de Brumadinho nas ações da cadeia de suprimentos da Vale. A pesquisa abrangeu 221 empresas de 32 países em uma janela de eventos de 90 dias. Retornos anormais foram empregados para avaliar o comportamento dos ativos na cadeia de suprimentos estendida da Vale, incluindo fornecedores, fornecedores de fornecedores, clientes e clientes de clientes. Surpreendentemente, a reação negativa observada nos ativos da Vale não se estendeu à sua cadeia de suprimentos. Isso contradiz a expectativa de contágio reputacional, sugerindo uma discrepância entre a literatura e a realidade em casos de irresponsabilidade social corporativa.

Palavras-chave: Desastre de Brumadinho. Cadeia de Suprimentos. Retornos Anormais. Hipótese da Informação Incerta. Desastres Corporativos.

Abstract

This research examined the implications of the Brumadinho disaster on Vale's supply chain shares. The research encompassed 221 companies from 32 countries over a 90-day event window. Abnormal returns were employed to assess the behavior of assets in Vale's extended supply chain, including suppliers, suppliers of suppliers, customers, and customers of customers. Surprisingly, the negative reaction observed in Vale's assets did not spread to its supply chain. This contradicts the expectation of reputational contagion, suggesting a discrepancy between literature and reality in cases of corporate social irresponsibility.

Keywords: Brumadinho Disaster. Supply Chain. Abnormal Returns. Uncertain Information Hypothesis. Corporate Disasters.

Introdução

A reação do mercado financeiro frente a desastres corporativos tem sido fonte motivadora de recentes pesquisas empíricas no cenário internacional, podendo ser destacados aquelas realizadas a partir do acidente nuclear em Fukushima-Daiichi no Japão (Hendricks et al., 2019) e do desabamento do Rana Plaza em Bangladesh (Jacobs & Singhal, 2017).

Ao considerar que acidentes corporativos de grandes proporções podem trazer danos operacionais e reputacionais às empresas envolvidas e relacionadas, como clientes e fornecedores (Kaur & Singh, 2020; Nunes et al., 2021), estudos surgiram com o objetivo de avaliar as reações indiretas sobre a cadeia de suprimentos, indicando inicialmente efeitos financeiros negativos e perda no valor de mercado das empresas relacionadas (Hendricks e Singhal, 2003, 2005; Papadakis, 2006; Abe & Ye, 2013).

Entretanto, tais estudos recentes apresentaram resultados difusos. Jacobs e Singhal (2017) observaram retornos anormais negativos nos ativos da cadeia de suprimentos no dia do evento que, entretanto, desapareceram dias após o episódio. Nunes (2018) identificou que nem todas as empresas da cadeia de suprimentos são penalizadas por eventos ocorridos na empresa-fonte, mas constatou efeitos negativos na cadeia de suprimentos, especialmente sobre os fornecedores. Em divergência, Hendricks et al. (2019) observaram propagação negativa na valoração da cadeia de suprimentos *upstream* e *downstream* após um desastre ambiental. Ainda, Nunes et al. (2021) concluíram que episódios de irresponsabilidade corporativa podem desencadear um efeito contágio na cadeia de suprimentos.

O rompimento da barragem de resíduos de extração de minério de ferro administrada pela companhia brasileira Vale SA, localizada na cidade de Brumadinho, estado de Minas Gerais, ocorrida no ano de 2019, é uma das expressivas tragédias recentes protagonizadas por uma corporação, severa tanto pela quantidade de vítimas fatais quanto pelos danos ambientais (Darlington & Andreoni, 2019). Em função das proporções do desastre, impactos negativos em suas ações foram observados no Brasil, Estados Unidos da América (EUA), Alemanha e Argentina (Lewis et al., 2019), também conduzindo pesquisadores a identificar os efeitos deste evento no mercado de capitais (e.g. Barbosa & Barros, 2021; Silva & Barros, 2023; Torinelli et al., 2020).

Dada a necessidade de novos estudos que se dediquem a examinar a propagação de reações a desastres corporativos na cadeia de suprimentos (Nunes, 2018) e o recente desenvolvimento das discussões em estudos relacionados ao tema que apresentam diferentes resultados, entende-se que o evento de Brumadinho pode ser um cenário importante para agregar evidências a este debate. Assim, o estudo tem como objetivo analisar a reação na cadeia de suprimentos da Vale SA em decorrência do desastre de Brumadinho.

A análise sobre o evento de Brumadinho se torna relevante ao considerar tanto o seu impacto social e ambiental quanto sua dimensão econômica. A Vale SA está entre as maiores mineradoras do mundo e é uma das principais companhias no cenário econômico brasileiro. Para uma única empresa, possui expressiva participação no Produto Interno Bruto (PIB) nacional (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada [IPEA], 2019a, Santos, 2021). O cenário provocado pelo desastre possibilitou uma análise pela ótica da Hipótese da Informação Incerta (HII). Pressupõe-se que, se o evento expôs a companhia a incertezas, são esperados efeitos significativos negativos sobre os ativos no dia do evento. Adicionado a isso, passada a reação diretamente ligada ao evento, possíveis ajustes (preços crescentes) podem acontecer à medida que surgem novas informações capazes de dissipar a incerteza trazida pela circunstância em estudo (Brown et al., 1988; Mehdian et al., 2008). Assim, o estudo contribui com a literatura ao ampliar o entendimento sobre a reação do mercado de ações diante de desastres corporativos na empresa-fonte envolvendo sua cadeia de suprimentos, face a ocorrência de resultados divergentes obtidos em estudos correlatos recentes.

Além disso, esta análise auxilia investidores a entender o efeito de desastres como este e o

desdobramento da valoração no preço de ações após o evento, possibilitando uma melhor tomada de decisão na formação de carteiras. A investigação também beneficia empresas que compõem carteiras de suprimentos de modo a esclarecer potenciais riscos na valoração de seus ativos e em suas operações quando relacionadas a companhias que podem protagonizar episódios de desastre corporativo.

Antecedentes Teóricos

Reputação organizacional

A boa reputação é considerada um ativo capaz de gerar melhor desempenho financeiro à organização; é composta por ações passadas somadas às perspectivas futuras e reflete aos agentes econômicos uma imagem positiva da empresa (Roberts & Dowling, 2002). Para construir uma boa reputação é necessário tempo e esforço organizacional, além de manter um adequado gerenciamento das informações recebidas do mercado (Fombrun & Shanley, 1990). Brammer e Pavelin (2006) abordam a relação da reputação corporativa com o desempenho social, argumentando que a reputação pode proporcionar à organização um relacionamento favorável com os agentes econômicos. Por outro lado, Hsu et al. (2013) identificaram, com base em um evento catastrófico causado por um derramamento de óleo da empresa British Petroleum em uma plataforma de petróleo, que um desastre corporativo é capaz de ocasionar dano reputacional à companhia devido aos danos ambientais.

O acidente em Brumadinho foi uma das piores tragédias já acontecidas no Brasil quando se trata de acidente corporativo. A Vale mais uma vez se tornou protagonista da história dos desastres corporativos com o segundo acidente em três anos, considerando o acidente ocorrido em Mariana em novembro de 2015. As barragens são classificadas na ANM de acordo com seu grau de risco e dano potencial (Agência Nacional de Mineração [ANM], 2021). Conforme lista divulgada pela Agência Nacional de Águas (ANA) a barragem que se rompeu em Brumadinho era considerada de baixo risco e alto dano potencial associado (Agência Nacional de Águas [ANA], 2017, 2018).

A Vale teve sua reputação prejudicada devido aos danos sociais, ambientais e financeiros causados pelo acidente em Brumadinho. As situações expostas após a tragédia aumentaram as incertezas sobre como a Vale lidaria com as contingências do evento como: bloqueio de bens para atendimento às vítimas da catástrofe, conforme fato relevante de 27 de janeiro de 2019 (Vale, 2019a); redução de sua produção (Brito & Samora, 2019); paralisação de barragens da companhia pela Agência Nacional de Mineração (ANM), conforme fato relevante de 08 de fevereiro de 2019 (Vale, 2019b); e reclamações em uma ação coletiva contra a companhia originada por um grupo de investidores internacionais que alegaram divulgação de declarações enganosas e omissões dos riscos e danos potenciais da barragem, conforme fato relevante de 29 de janeiro de 2019 (Vale, 2019c).

Um evento desfavorável, com redução nos processos operacionais da organização e perda de produção, pode afetar o funcionamento do negócio, prejudicar a reputação da empresa e causar interrupções na cadeia de suprimentos (Petersen & Lemke, 2015; Nunes et al, 2021, Singh, 2021).

Desastres corporativos e cadeia de suprimentos

A cadeia de suprimentos é formada por um conjunto de empresas que possuem relação entre si, composta pela empresa-fonte (empresa foco do estudo) e empresas que possuem alguma conexão com ela (La Londe & Master, 1994; Mentzer et al., 2001). Mentzer et al. (2001) sugerem a divisão da cadeia de suprimentos em: Cadeia de suprimentos direta – empresa-fonte, seus clientes e seus fornecedores; Cadeia de suprimentos estendida – empresa-fonte, seus clientes, seus fornecedores, clientes de clientes e fornecedores de fornecedores; e Cadeia de suprimentos final – inclui todas as organizações envolvidas no fluxo de produção, serviços, finanças ou com qualquer vínculo com a empresa-fonte.

A literatura apresenta a reação que ocorre nos ativos da cadeia de suprimentos diante de eventos que a

envolve e, também, como os efeitos de um evento corporativo ocorrido na empresa-fonte pode interferir em seus resultados financeiros. Hendricks e Singhal (2003, 2005) analisaram o efeito sobre o retorno aos acionistas quando ocorrem falhas na cadeia de suprimentos que podem ocasionar atrasos na produção ou no embarque dos produtos, e constataram perdas de valor de mercado decorrente da redução significativa no preço das ações das empresas envolvidas. Explicam que essas falhas podem ocorrer por diferentes razões, como falta de matéria-prima, problemas de produção, qualidade e desenvolvimento de produtos.

Papadakis (2006) e Abe e Ye (2013) consideraram efeitos ocasionados por desastres naturais na cadeia de suprimentos. Os autores identificaram incertezas causada pelas interrupções na produção, o que levou os investidores à aversão ao risco, os deixando vigilantes com as perturbações do mercado financeiro, ocasionando em efeitos negativos nas ações da cadeia de suprimentos. Nunes (2018) analisou a reação dos investidores em relação a cadeia de suprimentos com a ocorrência de eventos corporativos na empresa-fonte; os resultados direcionaram a reações negativas na cadeia de suprimentos e se constatou maior proporção de risco sobre os fornecedores.

Jacobs e Singhal (2017) avaliaram a reação do mercado de ações de 39 empresas têxteis varejistas europeias e norte-americanas diante do desastre do Rana Plaza, na indústria de confecções em Bangladesh, com base no argumento de que os investidores também estariam preocupados com a cadeia de suprimentos que envolve uma companhia. Investigaram se houve interrupções no fornecimento de material, partindo do pressuposto de que clientes e fornecedores buscariam novas negociações em países desenvolvidos, ocasionando efeitos negativos devido ao acidente no país. Todavia, não constataram a partir dos achados do estudo interrupções na cadeia de suprimentos decorrente da tragédia.

Estes achados podem ser discutidos com o estudo de Koenig e Poncet (2022), que identificou alterações na cadeia de suprimentos devido à catástrofe do Rana Plaza. Tendo como enfoque as importações francesas, os autores identificaram um declínio de importações a partir de Bangladesh por parte de varejistas francesas associadas a tragédia, que por sua vez optaram por efetuar importações de outros países, principalmente não-asiáticos e mais próximos do Ocidente.

Com base no grande terremoto ocorrido no leste do Japão no ano de 2011, classificado como evento de maior impacto na cadeia de suprimentos em termos globais, Hendricks et al. (2019) investigaram os efeitos do desastre na valoração das firmas. Os resultados identificaram queda no valor das ações das companhias que sofreram interrupções em sua cadeia de suprimentos (especialmente as japonesas), além de efeito contágio no valor das empresas presentes nas cadeias de suprimentos *upstream* e *downstream*, especialmente naquelas relacionadas à indústria nuclear.

Fundamentado em experimentos, Nunes et al. (2021) concluíram que episódios de irresponsabilidade corporativa podem afetar negativamente organizações presentes na cadeia de suprimentos, mesmo que não estejam diretamente responsáveis pelo evento, o que denomina como um efeito de contágio na cadeia de suprimentos.

Portanto, considerando o papel significativo que uma empresa-fonte exerce sobre sua cadeia de suprimentos, a literatura aborda em vários contextos os efeitos financeiros que podem ocorrer nas empresas envolvidas, devido as interrupções de produção causado por algum evento extremo, conforme discutido nos estudos acima elencados. Levando em conta a magnitude do incidente em Brumadinho, entende-se que os ativos dos fornecedores e clientes mundiais da Vale podem ter sido afetados negativamente pela catástrofe devido à redução nas exportações de aço da companhia. Diante deste contexto foi elaborada a seguinte hipótese de pesquisa:

H1: A reação no preço dos ativos da cadeia de suprimentos da Vale em função do acidente de Brumadinho foi negativa.

Procedimentos metodológicos

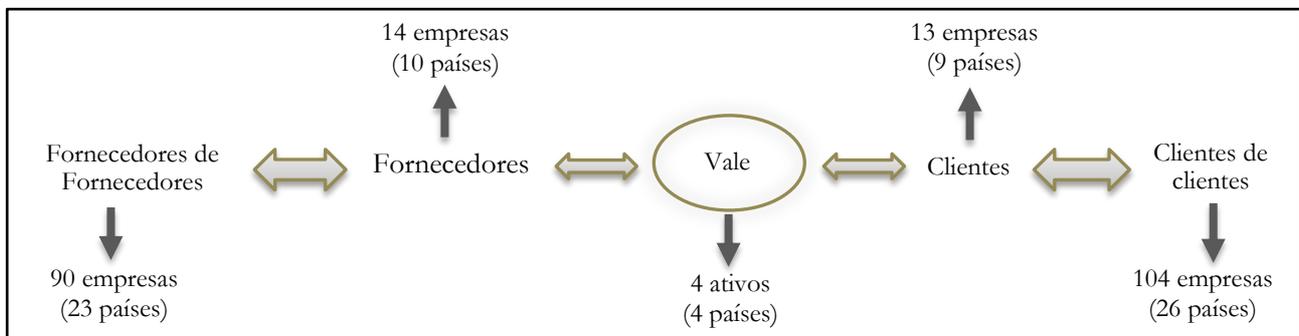
Este estudo avalia a reação do mercado de ações da cadeia de suprimentos da Vale utilizando retornos anormais. Em termos de métodos está alinhado aos estudos de Hendricks e Singhal (2003, 2005) e Jacobs e Singhal (2017).

Amostra

A amostra do estudo possui quatro blocos de análise da cadeia de suprimentos estendida de fornecedores e clientes da Vale, estruturados conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1

Cadeia de suprimentos estendida



Fonte: Adaptado de Mentzer et al. (2001).

A amostra da cadeia de suprimentos foi coletada no sistema Refinitiv Eikon, função Value Chains no menu Peers & Valuation e possui um total de 221 empresas, representando 32 países, que estão discriminados na Tabela 1.

A amostra foi desenvolvida sob a premissa de que o acidente com a Vale, ao afetar a companhia, também afetou sua cadeia de suprimentos estendida, que envolvem, além dos fornecedores e clientes, os fornecedores de fornecedores e clientes de clientes. Acredita-se que os investidores podem associar a redução global de oferta da Vale causada pelo evento em Brumadinho com falhas ou interrupções de produção, além das incertezas em relação às oscilações elevadas nos preços do aço após o evento (IPEA, 2019a; 2019b).

A presente análise parte dos dados e resultados obtidos por Silva e Barros (2023), na qual foram analisados os ativos da Vale SA e de seus pares, o qual identificou que o apreçamento da empresa foi afetado no primeiro dia de negociação logo após o desastre nos quatro países em que seus ativos são negociados, havendo recuperação posterior.

Tabela 1

Ativos por país

Fornecedores de fornecedores	Fornecedores	Vale	Clientes	Clientes de clientes
Alemanha (3)	Alemanha (1)	Alemanha (1)	Alemanha (1)	África do Sul (2)
Argentina (1)	Austrália (2)	Argentina (1)	Austrália (2)	Alemanha (2)
Austrália (12)	Canadá (2)	Brasil (1)	Brasil (2)	Austrália (8)
Brasil (2)	China (1)	EUA (1)	Canadá (1)	Áustria (1)
Canadá (7)	Coreia do Sul (1)		Coreia do Sul (1)	Bélgica (2)
China (1)	Dinamarca (1)		EUA (1)	Brasil (4)
Coreia do Sul (2)	EUA (3)		Holanda (1)	Canadá (13)
Espanha (2)	Hong Kong (1)		Itália (1)	China (3)
EUA (26)	Japão (1)		Reino Unido (3)	Coreia do Sul (2)
Finlândia (3)	Reino Unido (1)			Espanha (2)
França (2)				EUA (25)
Índia (7)				Finlândia (2)
Itália (1)				França (4)
Japão (3)				Holanda (1)
México (1)				Hong Kong (1)
Noruega (1)				Índia (5)
Paquistão (1)				Itália (1)
Polônia (1)				Japão (6)
Reino Unido (6)				Jordânia (1)
Rússia (5)				Noruega (3)
Suíça (1)				Paquistão (1)
Taiwan (1)				Polônia (1)
Vietnã (1)				Reino Unido (6)
				Rússia (5)
				Taiândia (2)
				Turquia (1)

Nota. A quantidade de empresas por país está apresentada entre parênteses.

Dados e métodos

Para avaliação do impacto do incidente no mercado de capitais, foi realizada uma análise dos retornos das empresas que fazem parte da amostra, usando a abordagem de estudo de eventos. A janela de eventos compreendeu um período de 8 dias, abrangendo 2 dias antes do acidente, a data zero e 5 dias após o evento. Para fins de estimação, uma janela de 264 cotações foi utilizada. Após o evento, um período adicional de 94 cotações foi considerado para avaliar o reflexo pós-evento e entender como o mercado se comportou após o evento.

De forma similar ao estudo de Jacobs e Singhal (2017) foi utilizado estudo de evento para verificar o efeito do acidente sobre os preços das ações da Vale e de sua cadeia de suprimentos em decorrência do acidente. E, em linha com os estudos de Mackinlay (1997) e Maneenop e Kotcharin (2020), foi utilizada uma janela de evento curta para suavizar a influência das novas informações sobre os preços das ações após o evento.

O desastre ocorreu no dia 25 de janeiro de 2019. Dado que existiam ativos da Vale em negociação neste dia, esta data foi considerada a data do evento (data zero). Devido a um feriado municipal, a bolsa de valores brasileira não operou no dia 25 e foi considerado também o próximo dia útil após o evento para avaliar o comportamento na movimentação no preço dos ativos das companhias que negociam no Brasil. Nesse sentido, a janela de eventos se inicia em 23 de janeiro de 2019 e se finaliza em 01 de fevereiro de 2019. A janela de estimação tem início no dia 15 de janeiro de 2018 e término no dia 17 de janeiro de 2019.

Retorno anormal (AR)

Após o cálculo do retorno diário das ações, equações 1 e 2, foi aplicada a regressão dos retornos das ações sobre os retornos do mercado (equação 3) que fornece os parâmetros para estimar os retornos esperados das ações (Campbell et al., 1997; Benninga & Czuczkes, 2014).

$$R_i = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) \quad (1)$$

$$R_m = \ln\left(\frac{C_t}{C_{t-1}}\right) \quad (2)$$

Onde:

R_i : Taxa de retorno diário do ativo;

P_t : Preço do ativo na data t;

P_{t-1} : Preço do ativo na data t-1.

R_m : Taxa de retorno diário do mercado;

C_t : Cotação de mercado na data t;

C_{t-1} : Cotação de mercado na data t-1.

$$R_{it} = \alpha_i + \beta_i R_{Mt} \quad (3)$$

Na equação 3, α e β foram estimados pela aplicação de regressão dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), buscando como resultado o retorno esperado, calculado pela equação 4, sobre a janela de estimação. A partir do retorno esperado do ativo e do retorno esperado do mercado é possível chegar ao AR por meio da equação 5.

$$E(R) = \alpha + \beta.R_m \quad (4)$$

$$AR_{it} = R_{it} - (\alpha_i + \beta_i R_{Mt}) \quad (5)$$

Com a finalidade de avaliar se os retornos foram significativos, as hipóteses foram definidas como $H0: AR = 0$ e $H1: AR \neq 0$. Estas foram testadas a partir da aplicação do teste t de Student, tendo como parâmetro o nível de significância de 5%, com valor crítico $\pm 1,96$.

Retorno anormal médio acumulado (CAAR)

Foi aplicado o CAAR considerando, em cada bloco de companhias, a média dos seus retornos. Avaliando-se a reação das respectivas ações no período pós-evento. A equação 7 representa o cálculo do CAAR obtido por meio da somatória do retorno anormal acumulado (CAR) calculado pela equação 6. Ressalte-se que na análise de dados também estão incluídas verificações sobre os retornos médios acumulados (AAR). A finalidade é examinar a significância dos retornos anormais médios dos grupos de empresas analisadas, notadamente fornecedores, fornecedores, clientes e clientes de clientes da Vale.

$$CAR_{i1,t2} = \sum_{t=1}^{t2} AR_i \quad (6)$$

$$CAAR_{i1,t2} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^{t2} CAR_i \quad (7)$$

Onde:

t1: Data inicial da soma dos retornos anormais;

t2: Data final dos retornos anormais.

A determinação do CAAR avalia o impacto causado pelo evento sobre os ativos e permite avaliar a consistência dos resultados com a HII. Logo, o CAAR foi estabelecido para comprovar possíveis efeitos sobre as empresas da amostra, estabelecendo as hipóteses nula e alternativa bicaudais como $H0: CAAR = 0$ e $H1: CAAR \neq 0$, que serão testadas pelo t de Student ao nível de confiança de 95%, com valor crítico de t tabelado $\pm 1,96$. Assim, caso a linha do CAAR tangencie a linha do nível de confiança de 95% a hipótese nula será rejeitada e comprovada a existência de retornos anormais nas empresas da amostra. Este resultado pode evidenciar a movimentação do mercado e comprovar se o deslocamento do CAAR converge com a HII.

Resultados

Semelhante à investigação sobre reflexos do acidente de Brumadinho em empresas pares (Silva & Barros, 2023), esse estudo também tem como ponto de partida a análise dos retornos anormais (ARs) dos ativos da Vale negociados no Brasil e no exterior. ARs se constituem na principal etapa de aplicação do Estudo de Eventos porque evidenciam o excedente de retornos negativos gerados isoladamente pelos ativos da Vale, especialmente na data zero (dia do acidente, 25 de janeiro). Servem de referência para todos os cálculos subsequentes do estudo de eventos (Kliger & Gurevich, 2014). Isso inclui retornos anormais médios (AAR) e retornos anormais médios acumulados (CAARs). Estes, por sua vez, servirão para investigar a propagação de conteúdo informacional sobre a cadeia de suprimentos da Vale. Com a inclusão desta análise, espera-se visualização detalhada da flutuação dos retornos dos ativos da Vale e de clientes e fornecedores relacionados a ela à época.

Tabela 1 – Retornos anormais (ARs) em percentuais dos ativos da empresa Vale S.A

Ativos	23/01	24/01	25/01	28/01	29/01	30/01	31/01	01/02	E.P	CAR
Vale (BRA)	-0,090	0,030	-0,050	-26,56***	0,650	7,60***	-2,730	1,240	1,807	-19,910
Vale (EUA)	0,550	0,550	-9,44***	-18,97***	2,610	7,40***	-2,230	0,910	1,994	-18,620
Vale (ALE)	-0,200	1,580	-9,51***	-19,75***	0,900	7,86***	0,400	-1,610	1,796	-20,330
Vale (ARG)	1,340	-0,830	-11,1***	-17,23***	1,590	6,79***	-2,550	0,330	2,528	-21,650

Nota. Autores. A Janela de Eventos é constituída por dois dias anteriores (23/01 e 24/01) ao evento (25/01) e 4 dias após (29/01, 30/01, e 01/02). Para os ativos da Vale nos EUA, Alemanha e Argentina foram utilizadas como carteiras de mercado os índices amplos mais representativos daqueles países (S&P 500, DAX e Índice Merval). Retornos anormais (ARs) estimados por meio de regressões MQO (Mínimos Quadrados Ordinários). Erro padrão (E.P) determinado para a janela de estimação para cada regressão elaborada. Por exemplo, para o retorno anormal das ações da Vale no dia 28 de janeiro de 2019 de -26,56%, tem teste t de -14,70 (-0,2656 / 0,1807). O p-valor relacionado é inferior a 1%. Todas as séries de retornos diários de ativos e índices amplos foram examinados para a presença de raiz unitária. A hipótese nula de presença de unidade raiz (teste ADF) foi rejeitada para os 4 ativos. CAR representam Retornos Anormais Acumulados. ***, ** e * representam a significância dos retornos anormais (ARI) ao nível de 1%, 5% e 10% com valores crítico bicaudais de 2,57, 1,96 e 1,64, respetivamente.

A Tabela 1 evidencia que nenhum dos ativos da Vale passou incólume ao evento. Ao nível de significância de 1% (t crítico de -2,58), rejeita-se a hipótese nula ($H0: AR = 0$) de que os retornos anormais são nulos, especificamente, para o dia do acidente (25/01) e para dias posteriores 28/01 e 30/01. Para o **dia 25/01**, os retornos anormais para os ativos da Vale negociados em outros países foram -9,44%, -9,51% e -11,11% com testes t de -4,73, -5,29 e -4,39, respetivamente. O dia seguinte (**28/01**) foi uma segunda-feira e todos os mercados que negociavam Vale estavam operando. Nesse dia foram observados retornos anormais expressivamente baixos: -26,56% no Brasil, -18,97% no Estados Unidos, -19,75% na Alemanha e 17,23% na Argentina. Os testes t associados a esses ARs foram de -14,70, 9,51, -11,00 e -6,81, respetivamente. No dia 30/01 é observada a presença de retornos anormais positivos significativos. No entanto, distantes do que poderia ser considerando uma reversão dos retornos negativos dos dias anteriores. Para a Janela de Eventos mostrada na Tabela 1, os ativos da

Vale acumularam perdas expressivas entre -19,10% (Brasil) e 21,65% (Argentina).

Dentro do que poderia ser considerado esperado em termos da lógica financeira da Arbitragem (Kato et al., 1990; Femholz et al., 2008), todos os ativos da Vale apresentaram retornos anormais negativos nas cercanias do dia 28/01. Os ativos em negociação representam a mesma empresa e, portanto, a mesma atividade econômica afetada pelo acidente. Isso significa que não seria possível comprar ativos da Vale subavaliados em um mercado para revendê-los em outro. Todos foram afetados simultaneamente. No entanto, em relação à distribuição dos efeitos negativos do acidente entre os dias 25/01 e 28/01, cabem duas considerações. A primeira é que a evidência da surpresa nos retornos fica manifesta mediante a ausência de retornos anormais significativos nos dias 23 e 24 de janeiro, o que é coerente com a ideia de imprevisibilidade do acidente. A segunda é que no dia do acidente, o conteúdo informacional presente nos ativos estrangeiros da Vale do exterior é parcial. Isto é, no dia 28/01 são observados os efeitos negativos integrais nos ativos da Vale do Brasil (-26,56%) e somente a diferença nos outros ativos (-18,97%, -19,75% e -17,23%, respectivamente).

Esses resultados são particularmente importantes porque ainda no dia 25/01 o acidente já era informação publicamente disponível, inclusive com profusão de imagens detalhadas do desmoronamento da barragem. Ao final do pregão do dia 28/01, a integralidade dos retornos anormais da Vale se iguala a soma dos dois dias de retornos anormais dos ativos negociados em outros países (Brasil: -26,56%, Estados Unidos: 28,41%, Alemanha: -29,26% e Argentina: -28,320%). Uma explicação pertinente para esses retornos negativos parciais é que, no final de semana após o acidente, o dimensionamento da tragédia foi ampliado. Mais depurações sobre o número de feridos, fatalidades e os reflexos sobre o meio ambiente foram realizadas.

O mercado de ações teve, portanto, mais tempo para observar as ações de contingência tomadas pela própria Vale antes do mercado abrir no dia útil seguinte (28/01). A empresa Vale pôde mostrar como iria lidar com os reflexos do acidente. Embora diversas iniciativas tenham sido anunciadas ainda naquele final de semana, indícios de negligência da empresa sobre a gestão de rejeitos de barragens pode ter agravado a percepção negativa do mercado de ações. A ausência de evidenciação de informações sobre gestão de barragens por parte da Vale deu ao investidor da Vale a noção de quanto ele estaria desinformado sobre esse fator de risco operacional para a atividade de mineração. Fator de risco este que, até o dia do acidente, não apresentava anotações em campo específico para este fim (Fatores de riscos operacionais do negócio) no Formulário de Referência informado à Comissão de Valores Mobiliários ou em quaisquer outros meios de comunicação ao investidor da Vale.

A Tabela 2 mostra a presença (ou ausência) de condução de conteúdo informacional para a cadeia de suprimentos da Vale S.A. em decorrência do acidente. Essa constatação será operacionalizada mediante aplicação de testes de hipóteses em linha com o desenvolvimento metodológico da subseção de Dados e Métodos no que tange os retornos anormais médios ($H_0: AAR = 0$). Semelhante à Tabela anterior, também são apresentados os ARs dia a dia da Janela de Eventos. No entanto, os ARs da Tabela 2 são mostrados como médias para os grupos de ativos da cadeia de suprimentos estendida, conforme Mentzer (2001). Esses grupos são identificados como fornecedores, fornecedores de fornecedores, clientes e clientes de clientes. Embora os resultados já tenham sido evidenciados para a Vale como empresa-fonte (Tabela 1), foram mantidos na Tabela 2 a linha dos AARs dos ativos da Vale como um grupo específico para testes de hipóteses. A manutenção dessa informação tem o propósito de ampliar a visualização de contrastes de retornos anormais entre a empresa-fonte e a cadeia de suprimentos ligada a ela.

Tabela 2 - Retornos anormais (%) médios (AARs) para cadeia de suprimentos da Vale S.A.

Grupos	23/01	24/01	25/01	28/01	29/01	30/01	31/01	01/02
[1]	1,280	0,700	-7,680***	-20,87***	2,016	7,010***	-1,990	0,430
[2]	-0,380	1,010	1,430	-2,570	0,920	1,700	-0,140	-0,150
[3]	-0,360	1,120	0,910	-0,170	0,490	-0,120	-0,110	0,430
[4]	-0,580	0,960	1,480	-0,370	1,210	0,720	0,340	0,810
[5]	-0,380	0,420	0,860	-0,150	0,510	0,320	0,410	0,350

Notas. Autores. A Janela de Eventos é constituída por dois dias anteriores (23/01 e 24/01) ao evento (25/01) e 4 dias após (29/01, 30/01, e 01/02). Os rótulos 1, 2, 3, 4 e 5 identificam as médias de retornos anormais de ativos da Vale (4 ativos), fornecedores (14 ativos), fornecedores de fornecedores (90 ativos), clientes (13 ativos) e clientes de clientes (104 ativos), respectivamente. ***, ** e * representam a significância ao nível de 1%, 5% e 10%. Computação de dados efetuada por meio do complemento ssc install study (stata 17) conforme proposto por (Pacocco et al., 2018).

Os AARs apresentados na Tabela 2 não apresentaram significância estatística em toda a extensão da Janela de Eventos. Não é possível rejeitar a hipótese nula de retornos para todas as médias dos grupos de clientes e de fornecedores em todos os dias da Janela. Os resultados evidenciam a ausência de retornos anormais médios para os grupos de ativos ligados à cadeia de suprimento da Vale. Mostra-se a ausência de proliferação de conteúdo informacional considerando o acidente de desmoronamento a barragem de rejeitos de mineração na cidade de Brumadinho. Vê-se que o evento do acidente concentrou efeitos negativos nos ativos da Vale e, portanto, sem alterações em termos de materialidade econômica no valor de mercado das empresas ligadas a ela como clientes ou fornecedores.

Com a razão de ampliar a análise dos dados na direção de visualização de retornos acumulados na Janela de Eventos, a Tabela 3 apresenta os resultados dos retornos anormais médios acumulados (CAARs). E com esses, os testes de hipóteses equivalentes. Os rótulos da Janela de Eventos identificam o acúmulo de retornos anormais considerando um dia antes da data zero (24/01/2019) até 7 dias após o evento (05/02/2019). Semelhante à Tabela 2, os CAARs também são estimados para os grupos de clientes e fornecedores ligados a cadeia de suprimentos da empresa Vale S.A. à época do acidente. Esta análise adicional está sendo apresentada porque existe a possibilidade de propagação de pequenos retornos que acumulados podem mostrar efeitos mais lentos comparados à propagação de efeitos da empresa-fonte. (citação clássica para os CAARs). Ressalte-se que a estimação desses retornos considera os graus de liberdade associados ao acúmulo de retornos. Isso significa que os erros-padrão utilizados para os testes t dos testes de hipóteses dos CAARs estão corrigidos para a quantidade de dias da Janela de Eventos.

Tabela 3 - Retornos anormais (%) médios acumulados (CAARs) para cadeia de suprimentos da Vale S.A.

Grupos	(-1, 0)	(-1, 1)	(-1, 2)	(-1, 3)	(-1, 4)	(-1, 5)	(-1, 6)	(-1, 7)
[1]	-6,980***	-27,850***	-25,850***	-18,830***	-20,820***	-20,390***	-24,400***	-25,170***
[2]	2,440	-0,130	0,790	2,490	2,350	2,200	2,360	2,900
[3]	2,030	1,860	2,360	2,240	2,130	2,560	3,240	3,440
[4]	2,440	2,080	3,290	4,010	4,350	5,160	4,540	4,920
[5]	1,280	1,130	1,640	1,960	2,370	2,720	2,650	3,200

Notas. Autores. A Janela de Eventos é constituída por intervalos de datas que tem a seguinte especificação: de 24/01 a 25/01 (-1,0), 24/01 a 28/01 (-1, 1), 24/01 a 29/01 (-1, 2), 24/01 a 30/01 (-1, 3), 24/01 a 31/01 (-1, 4), 24/01 a 01/02 (-1, 5), 24/01 a 04/02 (-1, 6) e 24/01 a 05/02 (-1, 7). Os rótulos 1, 2, 3, 4 e 5 identificam as médias de retornos anormais de ativos da Vale (4 ativos), fornecedores (14 ativos), fornecedores de fornecedores (90 ativos), clientes (13 ativos) e clientes de clientes (104 ativos), respectivamente. ***, ** e * representam a significância ao nível de 1%, 5% e 10%. Computação de dados efetuada por meio do complemento ssc install study (stata 17) conforme proposto por (Pacocco et al., 2018) que permite a identificação limites inferiores (lb: *lower bound*) e superiores (up: *upper bound*) para retornos anormais médios acumulados (CAARs) conforme a necessidade da investigação.

À exceção da Vale, os CAARs apresentados na Tabela 3 também não apresentaram significância estatística em toda a extensão da Janela de Eventos. Não é possível rejeitar a hipótese nula relacionada

aos CAARs para todas as médias dos grupos de clientes e de fornecedores em todos os dias da Janela. Na mesma direção dos AARs, resta corroborada a ausência de qualquer contaminação no preço das ações das companhias que integram a cadeia de clientes e de fornecedores da Vale quando do acontecimento do acidente de Brumadinho.

Os resultados apresentados se concentram em Janelas de Eventos que priorizam a busca por reações instantâneas. Apenas uma fração de dias de pregões foram examinadas. Klinger & Gurevich (2014) argumentam que a análise dos CAARs pode ocorrer para número maior de dias. No entanto, os limites dos intervalos de confiança superiores (para CAARs positivos) e inferiores (para CAARs negativos) para 90%, 95% e 99% precisam considerar a quantidade de dias a mais comportadas na análise. Nesse sentido, as figuras a seguir mostram a estimação de CAARs para Janela de Eventos de -5 dias antes a 60 dias após o acidente envolvendo fornecedores e clientes.

Com o propósito de identificar se os efeitos sofridos pelos ativos da Vale se estenderam à cadeia de suprimentos da Vale, foram avaliados os CAAR dessas empresas. O comportamento dos ativos da Vale analisados pelo CAAR é relatado por Silva e Barros (2023). Os autores identificaram uma forte reação nos seus ativos da Vale em torno da data do evento, com movimentos significativos que ultrapassaram as margens do intervalo de confiança na direção negativa. No entanto, logo após o evento, a diminuição nos retornos foi interrompida, mantendo-se negativa e significativa (Silva & Barros, 2023).

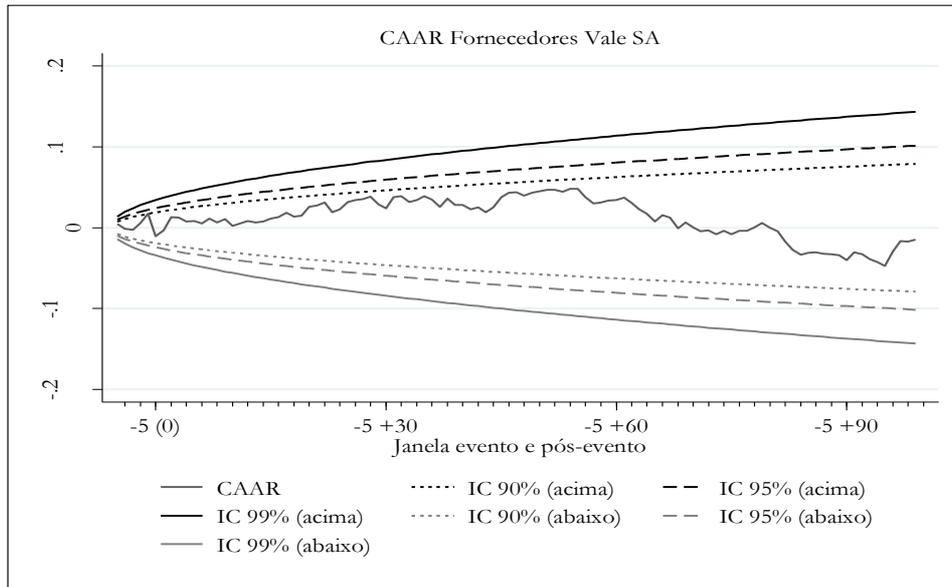
À medida que as incertezas foram se diluindo, aproximadamente 30 dias após o evento a linha de inclinação do CAAR para a Vale ultrapassou a linha de confiança de 99%, em direção à região nula, e próximo aos 50 dias após o acidente, o CAAR tangenciou o nível de confiança de 95% passando a compor a área da hipótese nula. Em seguida os retornos voltaram a ter oscilações, ultrapassou negativamente a linha de confiança de 95% e voltou a ter uma leve recuperação próximo aos 90 dias após o evento, confirmando os achados na avaliação dos AR da companhia e sugerindo aumento expressivo da percepção de incertezas por parte dos investidores (Silva & Barros, 2023).

A seguir são mostradas as Figuras 2, 3, 4 e 5 cujo objetivo é apresentar na forma gráfica a análise dos testes de hipóteses dos CAARs da cadeia de suprimentos da Vale. No centro de todos os Gráficos é possível ver a linha sólida com os CAARs dos grupos de empresas de análise. São apresentadas também três linhas pontilhadas, as quais representam os limites para o teste de hipótese dos CAARs. As linhas mais elevadas indicam níveis de confiança de 99%, seguidos de 95% e 90%.

A operacionalização do teste de hipótese para CAARs positivos se dá por meio do tangenciamento dessas linhas pela linha do CAAR. Isto é, a interceptação de uma (ou mais linhas), forneceria indícios de rejeição da hipótese nula em favor da hipótese alternativa de que os CAARs em análise são positivos. No quadrante negativo do gráfico as mesmas linhas aparecem invertidas. Isso está previsto nos Gráficos porque os CAARs podem também ser negativos e interceptar essas linhas, o que forneceria indícios em favor da hipótese alternativa de que os CAARs são negativos.

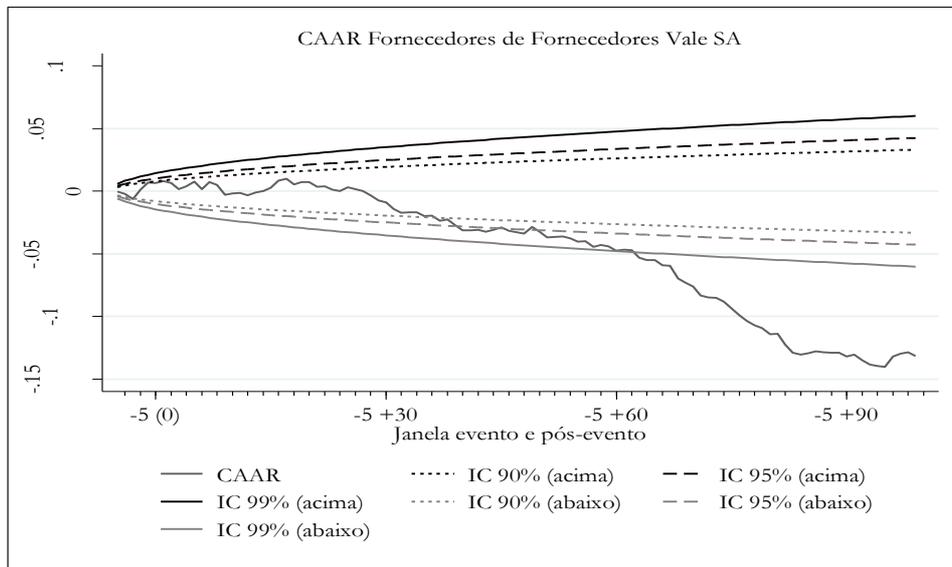
A Figura 2 se refere aos retornos médios acumulados do grupo de empresas fornecedoras da Vale (Grupo 2). Pode-se observar que a linha de CAARs tem volatilidade pouco expressiva e para todo o período de análise não tangencia os limites superiores ou inferiores dos níveis de confiança considerados. De modo, ao nível de significância de 5%, não é possível rejeitar a hipótese nula de que os CAARs são diferentes de zero. Esses resultados desfavorecem a ideia de que tenha havido retornos anormais envolvendo a flutuação dos preços das ações das empresas fornecedoras da Vale em decorrência do acidente de Brumadinho. E, por conseguinte, não é possível afirmar que tenha havido condução de conteúdo informacional ao ponto de alterar de forma relevante o valor de mercado das empresas que pertencem a esse lado da cadeia de suprimentos.

Figura 2
Fornecedores da Vale



Também foi avaliada a reação nos ativos dos fornecedores de fornecedores (90 empresas), representados na Figura 3. A linha do CAAR na Figura 3 apresenta poucas alterações ao redor do evento, começa a ter queda nos retornos e tangencia a linha de confiança de 90% por alguns momentos após 30 dias do evento. Entretanto, após 60 dias, tangencia a linha de confiança de 99%, apresentando queda brusca.

Figura 3
Fornecedores de Fornecedores da Vale

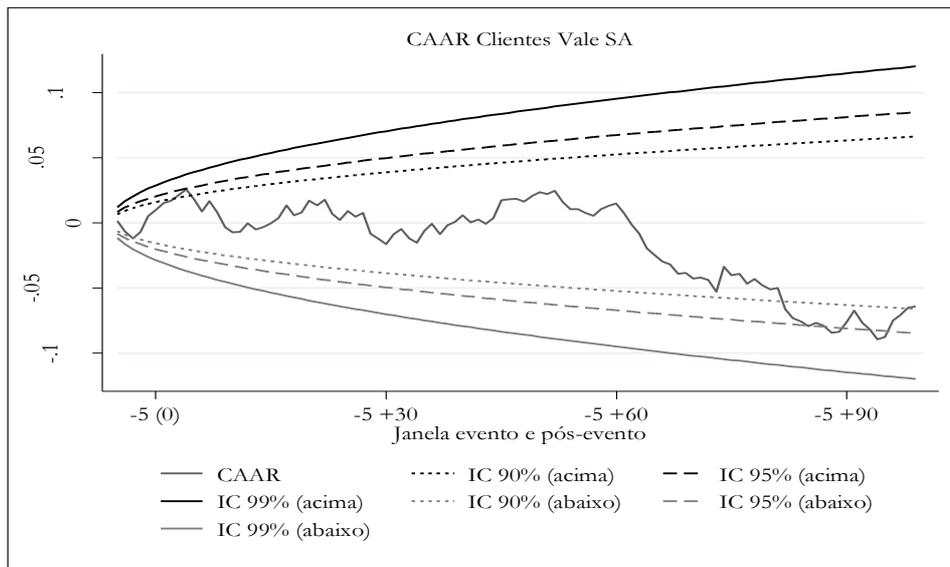


Ao verificar o CAR por empresa, percebe-se a existência de eventos sem ligações com o evento de Brumadinho que causam tais reações em seus ativos. Por exemplo, a empresa Leoni AG (fornecedor de fornecedor da Vale) apresentou um CAR negativo de -103,81% no final do período de análise, resultado vinculado a custos excepcionais que causaram perda de desempenho operacional e financeiro à companhia em 2018 em decorrência de um investimento malsucedido (Rubber News, 2019). Portanto, é possível depreender que a cadeia de suprimentos de fornecedores de fornecedores, assim

como os fornecedores, não sofreu alterações no preço de suas ações em função do rompimento da barragem de Brumadinho.

A Figura 4 apresenta o CAAR dos clientes da Vale (13 empresas). Nota-se que o incidente não provocou efeitos sobre os clientes da Vale. O CAAR se manteve na região nula por quase todo o período de análise e próximo aos 90 dias chegou a resultados negativos significativos, se regularizando no final do período. Assim, não há evidências para confirmar que os clientes tiveram reações causadas pelo evento.

Figura 4
Clientes da Vale

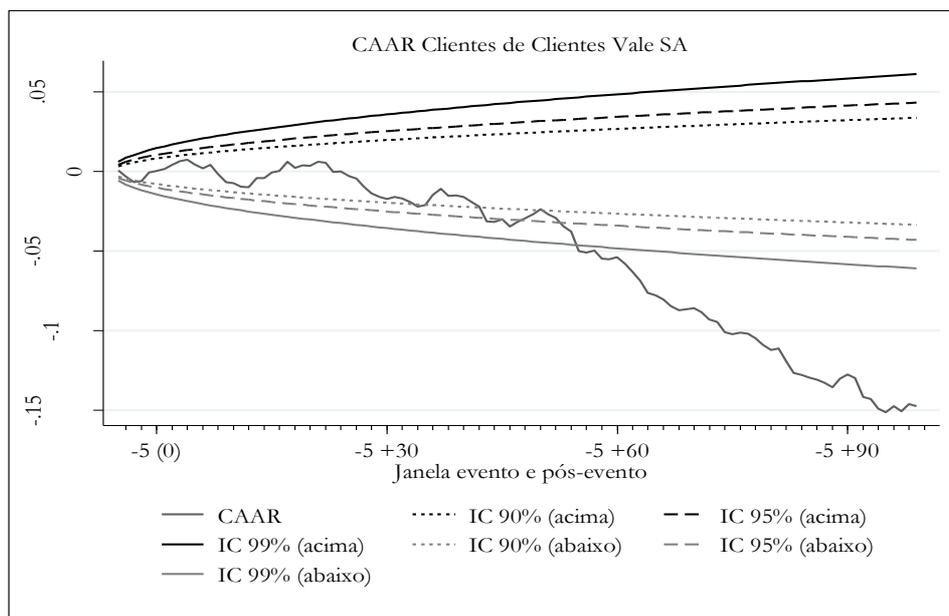


Além dos clientes da Vale, a cadeia de suprimentos estendida inclui os clientes de clientes (104 empresas) da companhia, cujos resultados da análise são apresentados na Figura 5.

Percebe na Figura 5 que os clientes de clientes da Vale não tiveram efeitos significativos ao redor da data do evento. Resultados significativos surgem por volta de 60 dias após o evento, não sendo possível evidenciar que este efeito possui relação com o incidente.

Analisando os resultados do CAR por empresa, algumas companhias apresentaram resultados significativos e negativos no final do período, destacando a Nyrstar NV e a Seadrill Ltd que fecharam os 90 dias com CAR negativo de -118,16 e -108,95, respectivamente. Uma análise aprofundada destas companhias revelou que estas vinham enfrentando dificuldades financeiras, de modo que em 2019 o controle da Nyrstar foi assumido por outra empresa para reestruturação (Burton & Hoffman, 2019) e a Seadrill divulgou novas estratégias com a finalidade de melhorar seus resultados (Marshall, 2019).

Figura 5
Clientes de Clientes da Vale



Em suma, a primeira hipótese dessa pesquisa foi confirmada: os ativos da Vale sofreram efeitos negativos significativos em função do acidente em Brumadinho, considerando também neste resultado a confirmação da convergência com a hipótese teórica do estudo, que corrobora com a HIII. Já a segunda hipótese de pesquisa não pôde ser confirmada, pois os ativos da cadeia de suprimentos da Vale não apresentaram efeitos negativos significativos em decorrência do acidente de Brumadinho, de modo que tal resultado não é convergente com a HII, levando a acreditar que o acidente não causou incerteza nos investidores em relação à cadeia de suprimentos.

Discussão

A análise da cadeia de suprimentos estendida revelou que os ativos dos fornecedores e clientes da Vale não sofreram efeitos significativos no período do evento. Tampouco foi possível afirmar que o preço das ações dos fornecedores de fornecedores e clientes de clientes da Vale foram significativamente afetados em função do rompimento da barragem de Brumadinho. Tais resultados surpreendem ao serem comparados a estudos de referência como Hendricks e Singhal (2003, 2005), Papadakis (2006) e Abe e Ye (2013) quanto aos impactos na cadeia de suprimentos em decorrência de desastres corporativos, e vão de encontro ao indicado nos experimentos de Nunes et al. (2021) quanto à contaminação da cadeia de suprimentos em função de um evento de irresponsabilidade corporativa.

Assim, o evento analisado acrescenta às divergências observadas em recentes estudos correlatos, como Jacobs e Singhal (2017) que identificaram dissipação dos efeitos negativos na cadeia de suprimentos no período pós-evento, e Nunes (2018) que identificou que nem todas as empresas da cadeia de suprimentos são penalizadas por eventos ocorridos na empresa-fonte e ocorre uma dissipação de efeitos negativos na cadeia de suprimentos no longo prazo. Contudo, os resultados também surpreendem em relação a estes estudos ao revelar um evento de grande magnitude social e econômica que não resultou, em nenhum momento da janela de eventos, em efeitos significativamente negativos sobre os ativos da cadeia de suprimentos, mesmo se tratando de uma situação que pode ser classificada como um caso de irresponsabilidade social corporativa.

Apesar de a Vale ocupar uma posição de mercado em que possui diversificação de produção e atende muitos players mundiais, análises adicionais evidenciaram que a restrição de fornecimento da companhia não paralisou o mercado de aço. Embora alguns países, como a China e a Índia, tenham

sentido um efeito inicial e imediato com a falta de fornecimento e o aumento dos preços ocasionados pelo evento, estes supriram a produção com produtos similares de concorrentes da Vale (Narasimhan & Divekar, 2019; Russell, 2019; Burton et al., 2019).

A falta de significância nos resultados da cadeia de suprimentos pode ser atribuída, portanto, a esta substituição de oferta e demanda. Por este motivo, o acidente parece não ter afetado a decisão dos investidores em relação aos clientes e fornecedores da Vale e, por conseguinte, não impactou no comportamento dos ativos de sua cadeia de suprimentos estendida, o que é contrário ao que poderia se pressupor a partir do exposto por Hendricks e Singhal (2003, 2005), Abe e Ye (2013), Petersen e Lemke (2015) e Singh (2021).

Neste sentido, os achados deste estudo podem ser correlacionados com o observado por Jacobs e Singhal (2017) ao analisarem a reação de mercado na cadeia de suprimentos da indústria têxtil após o desastre do Rana Plaza (Bangladesh), e com Koenig e Poncet (2022) quanto a indícios de comportamento de substituição na cadeia de suprimentos após a tragédia do Rana Plaza. Dada a constatação que a tragédia do Rana Plaza não resultou em interrupções relevantes na cadeia de suprimentos e que também não resultou em retornos anormais significativos nas empresas que compunham a cadeia de suprimentos, os resultados aqui obtidos podem ser considerados semelhantes mesmo tendo como empresa-fonte uma companhia de grande relevância no cenário mundial, a partir da qual se julgaria um maior impacto econômico e reputacional.

Tais achados também podem ser considerados notórios ao considerar a amplitude da análise, em que, além de abordar uma companhia de alta relevância em termos mundiais nos mercados em que atua, aborda uma cadeia estendida de mais de 200 empresas, sediadas em 32 países e presentes nos cinco continentes. Também se ressalta o fato de a presente análise abordar uma companhia com ações negociadas em quatro países, o que contribui para dissipar possíveis influências de aspectos regionais. Estas características, portanto, são capazes de tornar os resultados aqui obtidos significativamente abrangentes para um acréscimo à discussão sobre os reais efeitos de desastres corporativos na valoração das ações da cadeia de suprimentos.

Considerações finais

O presente estudo teve como objetivo analisar a reação nas ações da cadeia de suprimentos estendida da Vale em decorrência do desastre de Brumadinho. A análise a partir deste evento de grandes proporções sociais e econômicas possibilita ampliar o conhecimento acadêmico a respeito do efeito e contaminação na cadeia de suprimentos em cenários de desastres corporativos, além de agregar às discussões sobre o tema em função de resultados difusos apresentados em estudos recentes.

A principal contribuição desta pesquisa se concentra na evidência de ausência de impactos no preço de ativos das companhias presentes na cadeia de suprimentos estendida da empresa-fonte do desastre corporativo, em linha com evidências recentes obtidas por Jacobs e Singhal (2017) e Nunes (2018). Tal contribuição é relevante ao considerar que estes achados foram obtidos a partir da análise de um evento de elevado impacto ambiental, social e econômico, que teve como fonte uma companhia de significativa importância no mercado mundial, fato sobre o qual poderia pressupor danos reputacionais tanto para a companhia quanto para sua cadeia de suprimentos estendida.

As características do caso estudado, envolvendo a análise de 221 empresas de 32 países localizados nos cinco continentes, podem ser consideradas elementos importantes para uma melhor compreensão acerca do comportamento dos mercados de capitais em situações de desastres corporativos, em especial naquelas que possam ser enquadrados como fruto de irresponsabilidade social corporativa. De forma diversa ao esperado, um efeito negativo nas ações das companhias presentes na cadeia de suprimentos estendida da empresa-fonte, que seria esperado em virtude do aspecto reputacional e à luz e dos pressupostos de contágio reputacional, parece ter sido suplantado pela substituição de oferta e

demanda, em linha ao observado no caso “Rana Plaza” (Jacobs & Singhal, 2017; Koenig & Poncet, 2022).

Uma das limitações do estudo foi a insuficiência de informações referentes à capacidade instalada das empresas da cadeia de suprimentos. Como essas empresas não tiveram reações significativas em decorrência do evento principal, a informação da capacidade instalada seria relevante para justificar a não reação nesses ativos. Todavia, considerando que a falta de significância nos resultados da cadeia de suprimentos pode ser atribuída a uma substituição de oferta e demanda que não interrompeu o mercado do aço, pesquisadores poderão avaliar se este comportamento se mantém em cenários em que não haja uma rápida substituição da empresa-fonte, em que as empresas pertencentes à cadeia de suprimentos estejam mais próximas do consumidor final (B2C) ou em que as empresas pertencentes à cadeia de suprimentos são publicamente pressionadas a se posicionar em função de ligação comercial à empresa-fonte.

Para investidores, os achados são relevantes ao reforçar a Hipótese da Informação Incerta como capaz de explicar o comportamento do mercado em geral em caso de tragédias corporativas, dado que sua adequada compreensão pode evitar a tomada de decisões irracionais e, por consequência, danos ao valor agregado. Os resultados também têm potencial de auxiliar os investidores nos aspectos de gerenciamento de riscos e diversificação de carteiras, sobretudo o de renda variável (ações e opções) e commodities, quando da decisão de investir em companhias com o potencial de serem empresas fonte de desastres corporativos.

Para as cadeias de suprimentos, o evento estudado reforça o destacado por Abe e Ye (2013) sobre a importância de que as empresas fortaleçam suas redes ao considerar cenários de restrição decorrentes de desastres corporativos, com o objetivo de evitar desabastecimentos e, consequentemente, sofrer danos no valor de suas ações. A formação de cadeia de suprimentos consideradas resilientes a desastres naturais ou causados pelo homem é entendida como capaz de evitar longas interrupções nos processos de distribuição, perdas de receita e danos reputacionais (Elluru et al., 2019).

Para órgãos reguladores, os resultados trazem impactos ao levantar questionamentos sobre suas capacidades de restringir os participantes do mercado e, por consequência, trazer proteção ambiental e social. Nota-se que esta incapacidade de impedir que agentes econômicos mantenham ou ampliem investimentos em companhias que, apesar de reincidentes em desastres corporativos, possam ser consideradas lucrativas, pode direcionar estes agentes a um cenário de seleção adversa.

Estudos futuros podem explorar reações em cadeia de suprimentos envolvendo não apenas acidentes corporativos, mas também outros eventos extremos como desastres naturais, corrupção, atos de terrorismo e epidemias. Sugere-se, também, a realização de análise com resultados comparativos para os países desenvolvidos e emergentes. Dado que não foi realizada neste estudo uma inferência direta sobre a reputação e a queda de produção da Vale com seus reflexos sobre a cadeia de suprimentos, outro foco sugerido para estudo seria acompanhar se o desenvolvimento das métricas ESG (*Environmental, Social and Governance*) e sua aplicação possuem capacidade de aperfeiçoar a responsabilização de companhias que protagonizam desastres corporativos.

Referências

- Abe, M., & Ye, L. (2013). Building resilient supply chains against natural disasters: The cases of Japan and Thailand. *Global Business Review*, 14(4), 567-586. <https://doi.org/10.1177/0972150913501606>
- Agência Nacional de Águas. (2017). Relatório de barragens. Recuperado de: <https://www.gov.br/ana/pt-br/todos-os-documentos-do-portal/documentos-sre/barragens/cadastro-de-barragens-para-rsb-2017.xlsx>. Acesso em 09 fev 2022.
- Agência Nacional de Águas. (2018). Relatório de Segurança de Barragens. Recuperado de:

https://www.snisb.gov.br/portal/snisb/relatorio-anual-de-seguranca-de-barragem/2018/rsb2018_0312.pdf. Acesso em 09 fev 2022.

- Agência Nacional de Mineração. (2021). Relatório ANM: barragens cadastradas. 2021. Recuperado de: <https://app.anm.gov.br/SIGBM/Publico/ClassificacaoNacionalDaBarragem>. Acesso em 05 set 2021.
- Barbosa, S. C., & Barros, T. S. (2021). Qual a reação dos acionistas em face dos desastres ambientais envolvendo a mineradora Vale SA? Um estudo de evento. *Revista Contabilidade e Controladoria*, 13(2), 64-94. <http://dx.doi.org/10.5380/rcc.v13i2.78954>
- Benninga, S.; Czaczkes, B. (2014). Financial modeling. MIT press.
- Brammer, S. J., & Pavelin, S. (2006). Corporate reputation and social performance: The importance of fit. *Journal of management studies*, 43(3), 435-455. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.2006.00597.x>
- Brito, R.; Samora, R. (2019, 05 de fevereiro). Vale declares force majeure on some contracts after deadly dam burst. *Reuters*. Recuperado de: <https://www.reuters.com/article/us-Vale-sa-disaster-idUSKCN1PU1GO>. Acesso em 14 fev 2021.
- 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)
- Burton, M.; Hoffman, A. (2019, 16 de abril). 'Trafigura to Take Over World's Second-Largest Zinc Smelter. *Bloomberg Quint*. Recuperado de: <https://www.bloombergquint.com/business/trafigura-to-take-control-of-europe-s-biggest-zinc-smelter>. Acesso em 08 fev 2022.
- Burton, M.; Xu, M.; Hogue, T. (2019, 30 de janeiro). Vale's Brazil disaster to prompt buyers to take more Australian iron ore. *Reuters*. Recuperado de: <https://www.reuters.com/article/us-Vale-sa-disaster-iron-ore-idUSKCN1PO17Q>. Acesso em 09 fev 2022.
- Campbell, J. Y.; Lo, A. W.; Mackinlay, A. C. (1997). The econometrics of financial markets, 1.
- Darlington, S., Andreoni, M. (2019, 09 de fevereiro). A Tidal Wave of Mud. *The New York Times*. Recuperado de: <https://www.nytimes.com/interactive/2019/02/09/world/americas/brazil-dam-collapse.html>. Acesso em: 14 set 2021.
- Elluru, S., Gupta, H., Kaur, H., & Singh, S. P. (2019). Proactive and reactive models for disaster resilient supply chain. *Annals of Operations Research*, 283, 199-224. <https://doi.org/10.1007/s10479-017-2681-2>
- Fernholz, R., Karatzas, I., & Kardaras, C. (2005). Diversity and relative arbitrage in equity markets. *Finance and Stochastics*, 9, 1-27. <https://doi.org/10.1007/s00780-004-0129-4>
- Fombrun, C., & Shanley, M. (1990). What's in a name? Reputation building and corporate strategy. *Academy of management Journal*, 33(2), 233-258. <http://dx.doi.org/10.2307/256324>
- Hendricks, K. B., Jacobs, B. W., & Singhal, V. R. (2019). Stock market reaction to supply chain disruptions from the 2011 Great East Japan Earthquake. *Manufacturing & Service Operations Management*, 22(4), 683-699. <https://doi.org/10.1287/msom.2019.0777>
- Hendricks, K. B., & Singhal, V. R. (2003). The effect of supply chain glitches on shareholder wealth. *Journal of Operations Management*, 21(5), 501-522. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2003.02.003>
- Hendricks, K. B., & Singhal, V. R. (2005). An empirical analysis of the effect of supply chain disruptions on long-run stock price performance and equity risk of the firm. *Production and Operations Management*, 14(1), 35-52. <https://doi.org/10.1111/j.1937-5956.2005.tb00008.x>
- 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>
- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (2019a). *Carta de Conjuntura 2º Trimestre - nº 43*. Recuperado

de: https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/conjuntura/200825_cc_43.pdf. Acesso em 14 abr 2022.

- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. (2019b). *Carta de Conjuntura 3º Trimestre - nº 44*. Recuperado de: https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/conjuntura/200902_carta_de_conjuntura_4.pdf. Acesso em 14 abr 2022.
- 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>
- Kato, K., Linn, S., & Schallheim, J. (1990). Are there arbitrage opportunities in the market for American depository receipts?. *Journal of International Financial Markets, Institutions & Money*, 1(1), 73-89. https://doi.org/10.1300/J282V01N01_04
- Kaur, H., & Singh, S. P. (2020). Disaster resilient proactive and reactive procurement models for humanitarian supply chain. *Production Planning & Control*, 33(6-7), 576-589. <https://doi.org/10.1080/09537287.2020.1834124>
- Kliger, D., & Gurevich, G. (2014). *Event studies for financial research: A comprehensive guide*. Springer.
- Koenig, P., & Poncet, S. (2022). The effects of the Rana Plaza collapse on the sourcing choices of French importers. *Journal of International Economics*, 137, 103576. <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2022.103576>
- La Londe, B.J. & Masters, J. M. (1994). Emerging Logistics Strategies: Blueprints for the Next Century, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 24(7), 35-47. <https://doi.org/10.1108/09600039410070975>
- Lewis, B., Jessop, S., & Denina, C. (2019, 15 de fevereiro). Trust in tailings? Vale dam disaster spurs investors into action. *Reuters*. Recuperado de: <https://www.reuters.com/article/us-Vale-sa-disaster-investors-idUSKCN1Q41PE>. Acesso em 14 set 2021.
- Mackinlay, C., (1997), Event Studies in Economic and Finance, *Journal of Economic Literature*, xxxv (March) 13-39. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2014.09.007>
- Maneenop, S., & Kotcharin, S. (2020). The impacts of COVID-19 on the global airline industry: An event study approach. *Journal of Air Transport Management*, 89, 101920. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2020.101920>
- Marshall, S. (2019, 23 de maio). Seadrill sinks to wider loss. *Upstream Energy Explored*. Recuperado de: <https://www.upstreamonline.com/rigs-and-vessels/seadrill-sinks-to-wider-loss/2-1-608940>. Acesso em 08 fev 2022.
- 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>
- Mentzer, J. T., DeWitt, W., Keebler, J. S., Min, S., Nix, N. W., Smith, C. D., & Zacharia, Z. G. (2001). Defining supply chain management. *Journal of Business Logistics*, 22(2), 1-25. <https://doi.org/10.1002/j.2158-1592.2001.tb00001.x>
- Narasimhan, T. E., Divekar, A. D. (2019, 08 de fevereiro). With rise in iron ore rates, steel companies hike prices after 4 months. *Business Standard*. Recuperado de: https://www.business-standard.com/article/companies/with-rise-in-iron-ore-rates-steel-companies-hike-prices-after-4-months-119020701134_1.html. Acesso em: 31 mar 2022
- Nunes, M. F. (2018). Supply chain contamination: An exploratory approach on the collateral effects of negative corporate events. *European Management Journal*, 36(4), 573-587. <https://doi.org/10.1016/j.emj.2017.09.003>

- Nunes, M. F., Park, C. L., & Shin, H. (2021). Corporate social and environmental irresponsibilities in supply chains, contamination, and damage of intangible resources: A behavioural approach. *International Journal of Production Economics*, 241, 108275. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108275>
- Pacicco, F., Vena, L., & Venegoni, A. (2018). Event study estimations using Stata: The `estudy` command. *The Stata Journal*, 18(2), 461-476. <https://doi.org/10.1177/1536867X1801800211>
- Papadakis, I. S. (2006). Financial performance of supply chains after disruptions: an event study. *Supply Chain Management: An International Journal*, 11(1), 25-33. DOI: <https://doi.org/10.1108/13598540610642448>
- Petersen, H. L., & Lemke, F. (2015). Mitigating reputational risks in supply chains. *Supply Chain Management: An International Journal*, 20(5), 495-510. DOI: <https://doi.org/10.1108/SCM-09-2014-0320>
- Reynolds, C. (2019, 28 de janeiro). SNC-Lavalin considers pulling out from Saudi Arabia amid deepening diplomatic row. Recuperado de: <https://globalnews.ca/news/4898142/snc-lavalin-considers-pulling-out-from-saudi-arabia-amid-deepening-diplomatic-row/>. Acesso em 07 fev 2022.
- Roberts, P. W., & Dowling, G. R. (2002). Corporate reputation and sustained superior financial performance. *Strategic Management Journal*, 23(12), 1077-1093. <https://doi.org/10.1002/smj.274>
- Rubber News. (2019, 04 de abril). Leoni to reduce work force, seek possible divestments to stabilize business. Recuperado de: <https://www.rubbernews.com/article/20190404/NEWS/190409965/leoni-to-reduce-work-force-seek-possible-divestments-to-stabilize-business>. Acesso em 08 fev 2022.
- Russell, C. (2019, 12 de fevereiro). Vale iron ore dam disaster may force China steel mills to change. *Reuters*. Recuperado de: <https://www.reuters.com/article/us-column-russell-ironore-china-idUSKCN1Q10K5>. Acesso em 31 mar 2022.
- Santos, R. C. V. (2021). Contribuição do setor mineral no Produto Interno Bruto brasileiro. *Radar-65*. <http://dx.doi.org/10.38116/radar65art6>
- Silva, R. de C. da, & Barros, C. M. E. (2023). Acidente de Brumadinho em Minas Gerais: valoração das ações da Vale S.A. e seus pares. *Revista Mineira De Contabilidade*, 24(3), 40–50. <https://doi.org/10.51320/rmc.v24i3.1480>
- Singh, N. P. (2021). Managing the adverse effect of supply chain risk on corporate reputation: The mediating role of corporate social responsibility practices. *Journal of General Management*, 46(4), 251-261. <https://doi.org/10.1177/0306307020969474>
- Torinelli, V. H., Silva, A. F. A. S., Souza, A. L. R., Gomes, S. M. S., & Andrade, J. C. S. (2020). The impacts of environmental disasters on share value and sustainability index: an analysis of Vale company facing Mariana and Brumadinho disasters-Brazil. *Latin American Journal of Management for Sustainable Development*, 5(1), 75-94. <https://doi.org/10.1504/LAJMSD.2020.105799>
- Vale. (2019a). Fato Relevante 27/01/2019. Vale informa sobre bloqueios de recursos e de imposição de sanções administrativas. Recuperado de: <https://api.mziq.com/mzfilemanager/v2/d/53207d1c-63b4-48f1-96b7-19869fae19fe/533c9cd4-59e2-403e-8fce-e39fb29e1de1?origin=1>. Acesso em 01 set 2021.
- Vale. (2019b). Fato Relevante 08/02/2019. Vale informa sobre deliberações pelo Conselho de Administração em função do rompimento da Barragem I da Mina do Córrego do Feijão. Recuperado de: <https://api.mziq.com/mzfilemanager/v2/d/53207d1c-63b4-48f1-96b7-19869fae19fe/804aadaa-5ce8-4370-a9c4-2b2f92dca9c0?origin=1>. Acesso em 06 set 2021.
- Vale. (2019c). Fato Relevante 29/01/2019. Vale informa sobre bloqueio de recursos e suposta ação coletiva. Recuperado de: <https://api.mziq.com/mzfilemanager/v2/d/53207d1c-63b4-48f1-96b7-19869fae19fe/628fb9ea-0f7b-44e8-b488-755ec6acd92a?origin=1>. Acesso em 01 set 2021.