

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/343558749>

# Impacto do rompimento da barragem de Brumadinho nas ações das mineradoras Vale, CSN e Gerdau

Article in RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação · March 2020

CITATION

1

READS

1,112

6 authors, including:



João Carlos Félix Souza

University of Brasília

56 PUBLICATIONS 176 CITATIONS

SEE PROFILE



João Gabriel de Moraes Souza

Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa

26 PUBLICATIONS 37 CITATIONS

SEE PROFILE

# Impacto do rompimento da barragem de Brumadinho nas ações das mineradoras Vale, CSN e Gerdau

João Carlos Félix Souza<sup>12</sup>, Lucas de Oliveira Cruz<sup>1</sup>, Aldemar de Miranda Motta Neto<sup>1</sup>, Rafael Villa Trotti<sup>1</sup>, Vitor Campos Alves Duarte<sup>1</sup>, João Gabriel de Moraes Souza<sup>3</sup>.

joca.fs@uol.com.br, lucasocruzo1@gmail.com, aldemarmmotta@gmail.com, rafael.trotti@gmail.com, vcamposduarte@gmail.com, joaogabrielsouza@yahoo.com.br

1 Universidade de Brasília/Departamento de Engenharia de Produção, Campus Darcy Ribeiro, Asa Norte, CEP: 70.000-000, Brasília (DF), Brasil.

2 Universidade de Brasília/PPCA – Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada - CIC/EPR, Campus Darcy Ribeiro, Asa Norte, CEP: 70.000-000, Brasília (DF), Brasil.

3 Universidade de Brasília/Departamento de Administração, Campus Darcy Ribeiro, Asa Norte, CEP: 70.000-000. Brasília (DF), Brasil

**Pages: 261–272**

**Resumo:** O estudo de eventos busca verificar como determinado evento impacta o comportamento de uma variável de retorno das ações de três mineradoras: Vale, CSN e GERDAU. Na história recente do Brasil, é possível destacar dois eventos de alto impacto e relevância: o rompimento de duas barragens de companhias mineradoras em um intervalo de tempo de 4 anos. Como esse tipo de evento gera uma grande repercussão social, midiática e jurídica, é esperado que essas questões tenham influência direta no mercado financeiro não só a nível nacional, como também com impactos em uma esfera mundial. O estudo verificou que o rompimento da barragem de Brumadinho impactou, com significância estatística, as ações de duas das três empresas estudadas, e que há indícios que corroboram a teoria da hipótese semiforte dos mercados eficientes.

**Palavras-chave:** Estudo de eventos; Brumadinho; Barragem; Mercado Financeiro.

## *Impact of the dam's breaking of Brumadinho on the actions of the mining Vale, CSN and Gerdau*

**Abstract:** The study of events search to see how certain event impacts the behavior of a specific variable of three mining companies: Vale, CSN and GERDAU. In Brazil's recent history, it is possible to highlight two events of high impact and relevance: the breakup of two dams of mining companies in a time span of 4 years. As this type of event generates a big social impact, legal and media, it is expected that these issues have direct influence on the financial market not only at national level, as well as impacts on a global sphere. The study found that the breaking of the dam of

Brumadinho impacted, with statistical significance, the actions of two of the three companies studied, and there is evidence to support the theory of semiforte of the efficient markets hypothesis.

**Keywords:** Study of events; Brumadinho; Dam; Financial Market.

## 1. Introdução

Fazendo parte do mundo globalizado caracterizado principalmente pela alta competitividade no mercado, as organizações tendem a operar no limite possível de suas capacidades, procurando lucratividades cada vez mais elevadas com o menor custo possível. Em uma realidade onde os detalhes fazem toda a diferença, negligenciar medidas que no curto prazo não estão diretamente associadas ao aumento das receitas de uma empresa pode ser o fator decisivo para a ocorrência de um desastre (Pott & Estrela, 2017 e Ribeiro et. al, 2017).

A alta cobrança e competitividade do mercado pode levar a decisões cada vez mais agressivas por parte das organizações, tornando possível que medidas de proteção extra sejam colocadas em segundo plano por representarem custos adicionais e uma possível diminuição da competitividade (Pott & Estrela, 2017). Quando se instaura um modelo mental que prioriza os resultados financeiros a qualquer custo, desastres de qualquer natureza, sobretudo ambientais, podem ocorrer. Acidentes são imprevisíveis, porém erros decorrentes da incompetência ou mero descaso por parte dos seres-humanos devem ser tratados de outra maneira (Sulaiman & Aledo, 2016).

Apesar de recentes acontecimentos na história do Brasil, novos desastres de natureza similar voltar a ocorrer - independentemente dos danos causados ao longo de pouco mais de três décadas. Em 1984 uma falha em dutos subterrâneos da Petrobrás espalhou 700 mil litros de gasolina em Cubatão/SP, que resultou em 93 mortos; em 2000 um vazamento na Baía de Guanabara despejou 1,3 milhão de litros de óleo no oceano, ocasionando multas de mais de 50 milhões para a Petrobras. Mais recente, em 2011, um vazamento de óleo na Bacia de Campos ocasionou grande prejuízo para a fauna e a flora local e mais de 140 milhões de reais de taxas a serem pagas pela Chevron, empresa responsável pela operação do local.

Mais emblemático no que tange ao tema do estudo, em 2015 uma barragem da mineradora Samarco, empresa da qual a Vale era detentora de 50% das ações, se rompeu e provocou a liberação de 62 milhões de metros cúbicos de rejeitos, que impactaram severamente o Rio Doce e até chegaram ao oceano, prejudicando o meio ambiente e as comunidades que se localizavam próximas ao rio, culminando também na morte de 18 pessoas (Ribeiro et. al, 2017).

Apesar desses desastres serem, quase que em sua totalidade, consequência de incompetência ou erro humano, é certo que nenhuma empresa gostaria de ter sua marca atrelada à acontecimentos negativos (Sulaiman & Aledo, 2016).

Levando-se em consideração que esse tipo de acidente gera consequências graves em diversas esferas - pessoas, meio-ambiente e governo - é possível que o evento gere alguma repercussão no valor das ações da empresa. Além disso, como um acidente natural expõe o

fato de que outras empresas do ramo também podem estar suscetíveis a esse tipo de evento, outras organizações também podem ter seus respectivos valores de ações influenciados indiretamente pelo desastre ocorrido (Sulaiman & Aledo, 2016 e Pott & Estrela, 2017).

Especificamente sobre o setor de mineração, que é o foco do estudo aqui apresentado, é importante afirmar que ele corresponde a cerca de 4% do PIB do país e representa 25% do saldo da balança comercial brasileira, visto que os insumos provenientes das operações das mineradoras são exportados para diversos países parceiros do Brasil.

Ainda no que tange ao comportamento da organização no mercado, existem três hipóteses acerca da maneira de como as informações fazem parte da precificação das ações. Inicialmente Kendall (1953) idealizou o conceito de eficiência e, posteriormente, Roberts (1967) e Fama (1970) conceituaram três formas de eficiência de mercado da seguinte maneira:

1. Eficiência na forma fraca: Os preços refletem todas as informações históricas. Assim, como o preço das ações já refletem as informações que foram disponibilizadas no passado, não é possível obter ganhos acima da média analisando as informações de eventos que já ocorreram.
2. Eficiência na forma semiforte: Os preços refletem todas as informações públicas disponíveis no mercado, ou seja, além das informações referentes ao passado, as informações do presente também influenciam no seu preço. Dessa maneira, qualquer informação divulgada passará a ser incorporada nos preços das ações a partir de sua divulgação.
3. Eficiência na forma forte: Complementando a forma semiforte, na qual apenas as informações públicas são refletidas nos preços das ações, de acordo com a hipótese da eficiência na forma forte, as informações privilegiadas também influenciam os preços dos ativos. De acordo com essa hipótese, os investidores não poderiam se valer de nenhum tipo de informação para tentar obter uma vantagem de mercado, pois todas as informações disponíveis já estariam precificadas nas ações.

Apresentadas essas questões, pretende-se verificar qual o impacto do rompimento da barragem de Brumadinho, ocorrido em janeiro de 2019, nas ações de empresas correlatas ao mercado de mineração que são negociadas na Bovespa, e verificar de que maneira isso se relaciona às hipóteses de mercado. A empresa foco do estudo será a Vale, empresa responsável pela barragem que se rompeu. Porém, de qualquer forma, paralelamente outras organizações também serão analisadas. Será utilizada a metodologia de estudo de eventos para tais análises.

## 2. Metodologia

O estudo de eventos é uma técnica utilizada para avaliar a reação do mercado a algum tipo de evento, e um dos seus objetivos é testar as hipóteses de mercado citadas acima, a fim de verificar se determinado evento ocorreu de maneira transparente, não deixando que informações privilegiadas antecessoras ao evento influenciassem no preço das ações antes que elas fossem de conhecimento geral (Brown & Warner, 1980; Santos et. al, 2017; Souza & Gartner, 2019).

O estudo de eventos foi dividido por Campbell, Lo & MacKinlay (1997) em sete etapas, que serão citadas e explicadas abaixo.

1. Definição do evento: Nessa etapa deve-se escolher o evento que será analisado, assim como sua janela de estimação, que abrange um determinado tempo anterior ao evento, para estimar quais seriam os retornos normais caso o evento não tivesse ocorrido. Além da janela de estimação deve-se também estipular a janela de eventos, que corresponde a um intervalo antes e depois do acontecimento do evento, para análise de como foi o comportamento do ativo.
2. Seleção da amostra: Deve-se escolher quais informações e bases serão utilizadas para realizar o estudo. Como o evento pode englobar diversas organizações de um mesmo setor ou até de setores distintos, é nessa etapa que se deve escolher quais serão analisadas e apresentar as justificativas da escolha.
3. Escolha dos critérios de definição dos retornos normais e anormais: Para a avaliação do impacto do evento sobre o comportamento das ações, deve-se medir o retorno anormal. O retorno anormal consiste no retorno real das ações, que foi o que ocorreu de fato, menos o retorno normal, que é o retorno esperado caso o evento não tivesse ocorrido. Em termos de equação, o retorno anormal é definido da seguinte maneira:

$$AR_{it} = R_{it} - E(R_{it} | X_t) \quad (1)$$

$$CAR_{it} = \sum [R_{it} - E(R_{it} | X_t)] \quad (2)$$

Onde  $AR_{it}$  representa a possível anormalidade indicada pela diferença do retorno real,  $R_{it}$  com  $E(R_{it} | X_t)$  que representa o retorno esperado para a ação dado as ocorrências dos valores de  $X_t$ , que são os valores do retorno do IBOVESPA ( $R_{mt}$ ) no período  $t$ . Neste caso  $i$  indica o ativo a ser estudado. Existem várias maneiras de se estimar o retorno do ativo  $i$  para qualquer período  $t$ , mas a mais comum delas consiste na indexação do valor da ação a um índice de mercado, pois, dessa maneira, as ações se utilizam de um componente de medição de riscos que acompanha o valor da própria ação/ativo. No caso do valor  $CAR_{it}$  (equação 2) ela representa a diferença acumulada de  $AR_{it}$  no atual período com os períodos subsequentes.

4. Procedimentos de estimação: Escolhido qual modelo de estimação do retorno normal será utilizado, deve-se determinar os períodos da janela de estimação mencionada acima e realizar os procedimentos para estimar o retorno normal. O período do evento não deve ser incluído na janela de estimação, para que os resultados do evento não influenciem na parametrização do modelo.
5. Procedimentos de testes: Após o retorno normal ter sido determinado, deve-se partir para os cálculos dos possíveis retornos anormais, visto que todos os dados necessários para se realizar essa etapa já foram obtidos.
6. Resultados empíricos: Nessa etapa é realizada a apresentação dos resultados obtidos, levando-se em conta determinados parâmetros que podem ter sido

influenciado pelo acaso, não determinando qualquer significância estatística. Deve-se verificar possíveis falhas nos resultados.

7. Interpretações e conclusões: Os resultados empíricos devem levar a interpretações à luz da teoria existente e a elaboração de possíveis conclusões sobre o impacto do evento analisado no estudo.

### 3. Desenvolvimento, Análise e Resultados

No artigo foram analisadas as empresas VALE, que foi a empresa responsável pela barragem rompida que causou o grande evento na cidade de Brumadinho (Minas Gerais), além das empresas GERDAU e CSN. Estas empresas, como na mineração, atuam também em outros mercados bastantes correlatos ao do escopo do estudo, e por isso foram organizações tratadas como relevantes para o compor o trabalho aplicado.

A GERDAU S.A é a maior empresa Brasileira produtora de aço e uma das principais fornecedoras de aços longos nas Américas e de aços especiais no mundo. No fechamento de 2015 possuía um patrimônio líquido de 31,97 bilhões de reais (BMF&BOVESPA, 2019).

A CSN é uma multinacional brasileira com mais de vinte mil colaboradores, e que possui ações listadas nas bolsas de São Paulo e Nova York. O seu Patrimônio líquido estimado no final de 2015 foi de 7,66 bilhões de reais (BMF&BOVESPA, 2019).

A janela do evento foi considerada como sendo de 51 dias, sendo esses dias distribuídos da seguinte maneira: 25 dias anteriores ao evento, que ocorreu no dia 25 de janeiro de 2019, o dia do evento, e os 25 dias posteriores ao acontecimento do evento. Esta janela foi aplicada por ser considerada a de melhor apuração em casos de anormalidade em modelos de Estudo de Eventos (Brown & Warner, 1980 e Souza & Gartner, 2019). No caso em questão considera-se o CARit para os 51 períodos da janela do evento. Na Figura 1, é representado o funcionamento do modelo base da Janela de Estimação e Janela do Evento.

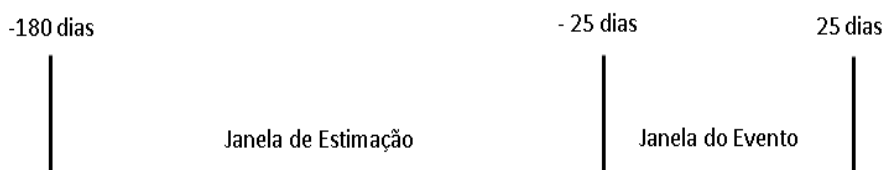


Figura 1 – Janelas do evento.

Os dados utilizados foram os dados dos valores das ações das três empresas citadas, assim como o do índice IBOVESPA da BM&FBOVESPA (2019), pois foi a partir dele que se realizou a correlação/covariância para identificar quais seriam os retornos normais (ou expectativas) das três ações utilizadas no estudo. Importante citar que esse índice foi o escolhido pois ele é o principal índice do mercado de ações brasileiro

e é o mais importante indicador de desempenho médio dos ativos mais negociados e representativos do mercado de ações do Brasil (BM&FBOVESPA, 2019).

Para se calcular o retorno real foi utilizado o método logarítmico, pois ele é condizente com ativos que sofrem variações constantes ao longo do tempo, enquanto o modelo discreto é adequado para ativos que sofrem variações mais periódicas em seu valor. A fórmula de cálculo está explícita na equação (3), onde  $P_t$  representa o preço da ação P no período t, e, portanto,  $P_{t-1}$  representa o preço da ação no período imediatamente anterior.

$$\text{Retorno Real por dia} = \ln(P_t) - (P_{t-1}) \tag{3}$$

Para se calcular o retorno anormal é necessário definir qual seria o comportamento esperado da ação, caso o evento não tivesse ocorrido, visto que o retorno anormal é dado pela subtração do retorno real pelo retorno normal (ou esperado). O retorno normal é dado pela seguinte fórmula:

$$\text{Retorno normal (esperado)} = \alpha + \beta R_{mt} + \varepsilon_{it} \tag{4}$$

Onde  $\alpha$  e  $\beta$  são os parâmetros obtidos após utilizar o método de regressão de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO),  $R_{mt}$  é o retorno real do índice escolhido para se utilizar como parâmetro (no caso é o índice Ibovespa), e  $\varepsilon_{it}$  representa o retorno aleatório presente no período.

Dadas essas informações, foram calculados os parâmetros das equações de retorno normal/esperado. Importante lembrar que os parâmetros utilizados para realizar as regressões foram as variações do índice Ibovespa com as ações das três companhias citadas, conforme retorno logarítmico calculado de acordo com a equação (4) acima. Os resultados estão apresentados no Quadro 1.

Inicialmente calcula-se, portanto, os valores dos betas ( $\beta$ ) retornados e grau de significância dos estimadores. Porque, se significativos, pode-se verificar em que grau a variação do índice Ibovespa deverá impactar ou influenciar as ações das companhias estudadas neste artigo.

Ativo	$\beta$	valor-P	t Student	F signif.	$\rho$ (correl)
CSN	1,501236	6,45674E-33	14,22405	6,45674E-33	0,68578
Gerdau	1,132703	1,37605E-24	11,61369	1,37605E-24	0,61459
Vale	0,674839	9,28667E-13	7,588873	9,28667E-13	0,44892

Quadro 1 – Resultados das Regressões MQO)

Verificando os dados do Quadro 1, é possível inferir que os resultados das regressões são bastantes confiáveis, pois, além de os valores-P serem consideravelmente baixos, os testes t de Student possuem valores satisfatórios para cada parâmetro e os valores de “F de significação” (F da distribuição de Snedecor) indicam que os modelos são estatisticamente consistentes.

No caso do parâmetro beta ( $\beta$ ), ele mede a variação do índice do ativo citado, com relação a cada variação de um ponto no índice Ibovespa, que foi o índice de referência utilizado para se realizar as análises. O valor de  $\beta$  menor registrado foi o da VALE, o qual significa que, para cada ponto alterado no índice Ibovespa, é esperado que o índice da VALE se altere em 0,67 unidades de retorno, seguindo a direção do índice de referência. No caso do ativo da CSN ele possui uma variação consideravelmente mais robusta, varia com 150% em relação ao índice Ibovespa.

Com esses parâmetros definidos é possível calcular o retorno normal/esperado para cada data presente na janela de eventos, seguindo as equações (5), (6) e (7) apresentadas a seguir. Para determinar cada uma das equações foi utilizada a equação genérica do retorno normal, substituindo o alfa e o beta pelos valores informados no Quadro 1 acima. Portanto, tem-se as seguintes situações nos cálculos dos retornos normais vinculados as três mineradoras

Cálculo dos retornos normais para a CSN:

$$R_{it}(CSN) = -0,00109 + 1,50124 R_{mt} + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

Cálculo dos retornos normais para a GERDAU:

$$R_{it}(Gerdau) = -0,00025 + 1,13270 R_{mt} + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

Cálculo dos retornos normais para a VALE:

$$R_{it}(VALE) = 0,00078 + 0,67484 R_{mt} + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

Conforme a definição das equações (1) e (2) após obter os dados dos retornos anormais, foi realizado o teste de Shapiro-Wilk com o objetivo de verificar se os retornos anormais obtidos com os dados correspondem a uma distribuição normal. Utilizando um nível de significância de 0,05, foi realizado o teste, e os resultados estão apresentados no Quadro 2. As hipóteses nulas e/ou alternativas estão demonstradas a seguir:

$H_0$  = Os retornos anormais seguem uma distribuição normal;

$H_1$  = Os retornos anormais não seguem uma distribuição normal.



Companhia	P-Valor	Significância	Hipótese Ho
CSN	0,01162	0,01	Aceita
Gerdau	0,253043	0,01	Aceita
Vale	0,818735	0,01	Aceita

Quadro 2 – Teste de Shapiro-Wilk

Desta maneira, com base nos níveis de significância explicitados no Quadro 2, e considerando os dados obtidos através da equação (1) dos retornos anormais, pode-se concluir que as variações das três ações durante a janela de evento podem ser consideradas como correspondentes à uma distribuição normal. Importante citar que foram descartados um outlier da ação da CSN e outro da VALE para que fosse obtido o nível de significância necessário para a realização dos testes.

Considerando satisfatório o resultado do teste, foi realizado o teste de *t de student* para verificar a significância das variações acumuladas encontradas durante a janela do evento, versus o que teria ocorrido caso o evento não tivesse acontecido (valores observados). Pressupõe-se que, no caso de situação normal, não haveria alteração na diferença dos valores observados com os valores do modelo de regressão ajustado. Isto é, no acumulado (CAR), os valores seriam resultado de soma zero ou anulados. Considerando as hipóteses abaixo e realizando o teste, foram retornados resultados conforme o Quadro 3. Portanto, calculando o  $CAR_{it}$  para os 51 períodos da janela do evento, definem-se as seguintes hipóteses como teste:

Ho: Não há diferença estatística significativa (Retornos Normais);

H1: Há diferença estatística significativa (Retornos Anormais)

Companhia	Significância	P-value	Hipótese Ho
CSN	0,05 / 0,10	0,087629	Aceita / Rejeita
Gerdau	0,05	0,043381	Rejeitada
Vale	0,05	0,047449	Rejeitada

Quadro 3 – Testes t de Student

Conforme os resultados dos testes dos valores apresentados no Quadro 3, é possível verificar que, considerando um nível de significância de 0,05 (95% de confiança), pode-se afirmar que o evento ocorrido, neste período, provocou um efeito significativo no valor das ações da GERDAU e da VALE, enquanto que não é possível afirmar que houveram alterações nos valores das ações da CSN. No entanto, em 90% de confiança, todas são rejeitadas. Isto é, houve influência de algum evento no comportamento destes ativos. Pode-se atribuir o impacto do evento do rompimento da barragem na cidade de Brumadinho. As variações mais tímidas ocorridas na CSN podem ser atribuídas ao fato desta empresa sofrer um impacto de menor relevância, talvez porque não está diretamente envolvida no acontecimento.

Para complementar a análise, foram elaborados gráficos (Figuras 2, 3 e 4) que permitem uma identificação visual do comportamento das ações em relação ao tempo. As duas linhas apresentadas nos gráficos representam o retorno real e o retorno normal/estimado pela regressão. Os dados do eixo *X* apresentam os dias da janela de evento, ou seja, valores negativos mostram os dias antes da data focal ou do evento “o” (data zero) e valores positivos, dias posteriores a data focal “o”.

No primeiro gráfico, da CSN, é possível verificar que houve uma pequena alteração no dia do evento, acompanhando o mercado, e que a ação ficou alguns dias abaixo do esperado. Ao final da janela, é possível verificar uma valorização, porém é importante lembrar que os testes apresentados acima informam significância estatística limitada em 90% de confiança. Possivelmente a partir de 20 dias da data do evento de rompimento da Barragem houve, para a empresa CSN, outro evento ou informação de importância que elevou suas ações. Segundo informações da própria BMF&BOVESPA (2019) foi o anúncio prévio dos resultados positivos da CSN em 2018. A expectativa deste resultado positivo pode ter influenciado para uma reação negativa tímida das ações da CSN no dia do evento.

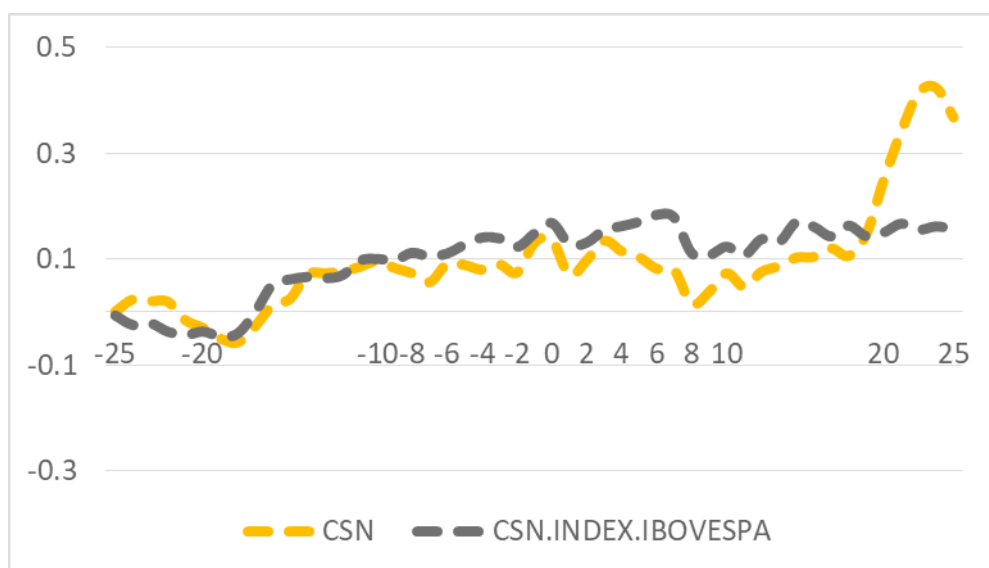


Figura 2 – Variação das ações da CSN.

As ações da GERDAU (Figura 3) apresentaram uma desvalorização significativa, considerado o fato de que no início da janela ela estava se comportando conforme o esperado. Posteriormente, há um *gap* negativo atribuído, possivelmente, ao desgaste temporal do evento ocorrido em Brumadinho.

Por último, nas ações da VALE (Figura 4) é possível verificar claramente como as alterações no valor do ativo ocorreram com grande intensidade na data do evento e se mantiveram estáveis e negativas após o evento. Desta maneira, porém, na aplicação do

teste *t de student* realizado, concluiu-se que há significância estatística nas alterações durante a janela de evento. É significativo o fato de que houve grande mudança nos valores das ações da empresa no dia do evento. Portanto, há indícios consideráveis que comprovam a hipótese de mercado semiforte, pois o mercado rapidamente precificou as ações devido ao evento.

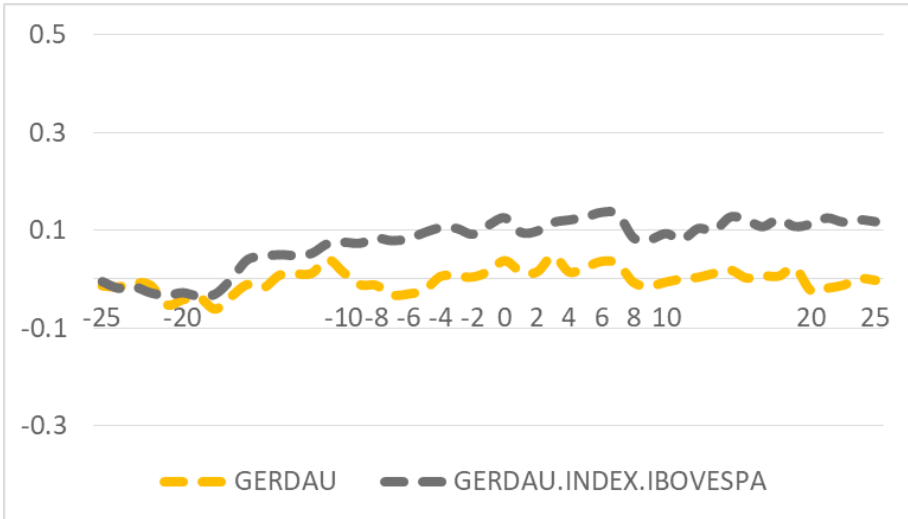


Figura 3 – Variação das ações da GERDAU.

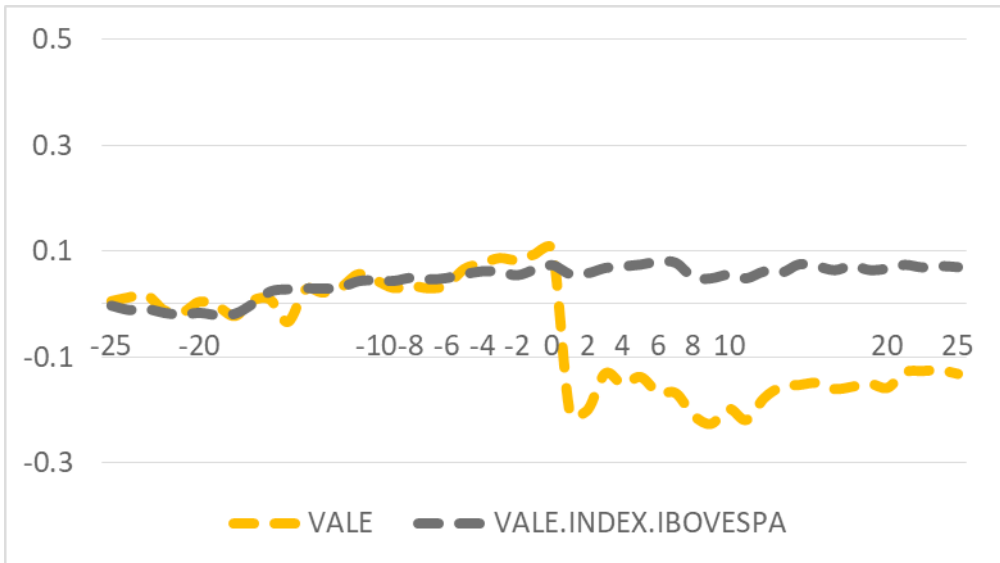


Figura 4 – Variação das ações da VALE.

## 4. Conclusão

Dados os resultados obtidos, é possível verificar que, com uma significância estatística considerável, o rompimento da barragem de Brumadinho influenciou negativamente o preço das ações das companhias estudadas. A única das três que apresentou resultados positivos ao término da janela foi a CSN, no entanto, seu resultado certamente foi influenciado pela divulgação do Balanço positivo de 2018, visto que não foi possível considerar que houve significância estatística (*p-value* de 0,05) até 20 dias depois do evento. Muito embora, no acumulado antes de 20 dias, com 90% de confiança houve uma indicação de *gap* negativo com IBOVESPA.

Como foi possível verificar, as ações da principal empresa responsável pelo acidente, a VALE, caíram cerca de 25% no dia do evento, e esse preço manteve-se estável até o fim da janela, o que é um indício importante para a comprovação da teoria de um mercado semiforte, pois a ação foi precificada no dia do acontecimento e seu valor foi mantido no decorrer da janela (25 dias) após a data focal “o”.

Por fim, é importante acrescentar que os desastres ambientais impactam inúmeros agentes diretos e indiretos de maneiras e intensidades distintas. A sociedade é afetada diretamente pelo impacto causado nas pessoas presentes na região do evento; o meio-ambiente sofre com os danos gerados que muitas vezes são permanentes; as organizações paralelas do mesmo setor sofrem indiretamente pela perda de credibilidade ou aumento de incerteza e insegurança; e, finalmente, a economia oscila quase que instantaneamente na ocorrência do evento. Foi possível correlacionar o impacto do desastre ambiental do rompimento da barragem de Brumadinho com a queda nas ações da Vale. Essa correlação é justificada principalmente pelo descobrimento de um problema que não era compartilhado com os investidores. A empresa possui inúmeras outras barragens em situações similares a de Brumadinho quando estava prestes a romper. Esse problema não possui uma solução imediata e simples, e pode ocasionar outros rompimentos, sendo possível estimar um dano ainda maior às ações da empresa, assim como à sociedade e ao meio-ambiente.

Importante salientar, para alertar as empresas mineradoras de atividades semelhantes, que o prejuízo também se faz no aspecto financeiro. Além dos inúmeros prejuízos de vidas, econômicos e ambientais, mesmo que, estas empresas consigam, com excelentes advogados, escaparem de grandes indenizações, elas estão sujeitas a grandes prejuízos no mercado financeiro.

Como sugestão seria interessante comparar este evento com o evento de Mariana para que se possa avaliar e comparar a anormalidade do comportamento das ações das empresas mineradoras nestes casos. Uma outra avaliação interessante seria a análise pós evento. Esta análise compara a evolução, involução, ou mesmo uma instabilidade negativa (ou positiva) das ações em um determinado período após a data focal “o”. Este estudo pós-evento deve ser feito, preferencialmente, a longo prazo ou com prazo previsível adequado.

## Referências

- BMF&BOVESPA. Bolsa de Valores de São Paulo. (Consulta feita em maio/2019) <https://br.advfn.com/bolsa-de-valores/bovespa>.
- Brown, S., Warner, J. (1980). *Measuring security price performance*. *Journal of Financial Economics*, 8 (3), 1 -23.
- Campbell, J. Y.; Lo, A. W.; Mackinlay, A. C. (1997). *The Econometrics of Financial Markets*. New Jersey: Princeton University Press.
- Fama, E. F. (1973). *Risk, return and equilibrium: empirical tests*. *Journal of Political Economy*, 81 (3), 607-636.
- Kendall, M. G. (1953). *The analysis of economic time-series, part I. prices*. *Journal of the Royal Statistical Society*. 1 (3), 11-25.
- Pott, C.M.; Estrela, C.C. (2017). Histórico Ambiental: desastres ambientais e o despertar de um novo pensamento. *Revista Estudos Avançados*, 31 (80), 271-283.
- Ribeiro, J.; Vieira, R.; Tômio, D. (2017). Análise de percepção de risco de desastres naturais por meio da expressão gráfica de estudantes do Projeto Defesa Civil na Escola. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*. 42 (1), 202 – 223. doi: 10.5380/dma.v42i0.46271.
- Roberts, H. V. (1967). *Statistical versus clinical prediction of the stock market*. *Unpublished work presented in the Conference of Securities Price Analysis*. Chicago.
- Santos, P.H.; Souza, J.C.F.; Andrade, V. (2017). Uso do Value-at-Risk (VaR) para mensuração de risco de Fundos de Investimento de Renda Fixa a partir do Modelo Delta-Normal e Simulação de Monte Carlo. *Revista de Gestão, Finanças e Contabilidade*, 7 (1), 60 -77.
- Souza, J. G. de M.; Gartner, I. R. (2019). *Market reaction to bank merger and acquisition events in Brazil: an analysis of the effects of market waves*. *Revista Contabilidade & Finanças* (online). 30 (1), 139-159.
- Suleiman, S. N., Aledo, A. (2016). Desastres Naturais: Convivência com o Risco. *Revista Estudos Avançados*, 30 (88). Doi: 10.1590/89103 – 40142016.30880003.

© 2020. This work is published under <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>(the “License”). Notwithstanding the ProQuest Terms and Conditions, you may use this content in accordance with the terms of the License.