



PROJETO DE GRADUAÇÃO

**O EFEITO DO ROMPIMENTO DA BARRAGEM
DE MARIANA: UM ESTUDO DE EVENTOS
PARA AS MINERADORAS BRASILEIRAS**

Por,
Giovanna Furtado Nunes Rocha

Brasília, 04 de dezembro de 2018

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Faculdade de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

PROJETO DE GRADUAÇÃO

O EFEITO DO ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE MARIANA: UM ESTUDO DE EVENTOS PARA AS MINERADORAS BRASILEIRAS

POR,

Giovanna Furtado Nunes Rocha

Relatório submetido como requisito
parcial para obtenção do grau de
Engenheiro de Produção

Banca Examinadora

Prof. Dr. João Carlos Félix Souza, UnB/ EPR
(Orientador)

João Gabriel de Moraes Souza

Brasília, 04 de dezembro de 2018

Agradecimentos

Dedico a minha família, primeiramente, esse trabalho, por todo estímulo que me deram durante toda a minha vida e, principalmente, à minha graduação. A minha mãe, Ione, a minha irmã, Amanda e ao meu pai, Geraldo, esse último sendo a pessoa, que tenho toda a certeza, que mais se orgulha de mim.

A uma grande companheira de graduação, Amanda Lima (Hermione), por todos esses anos de ajuda e de incentivo, sinto que devo parte do meu diploma a você, muito obrigada. A um grande amigo meu, Guilherme Gervásio, que sempre me apoiou nas decisões.

Agradeço ao Professor Orientador João Carlos, pelo tempo, paciência e pela partilha de conhecimento no decorrer de toda a orientação desse projeto de graduação

Giovanna Furtado Nunes Rocha

RESUMO

Em 5 de novembro de 2015, em Minas Gerais, aconteceu o maior acidente ambiental do Brasil, o desastre de Mariana, que espalhou lama e rejeitos de mineração por diversas cidades do estado. A tragédia causada pelo rompimento da barragem de Fundão, deixou 19 pessoas mortas e inúmeras desabrigadas, destruiu a vegetação nativa e poluiu a bacia do Rio Doce, deixando consequências ambientais que até hoje não podem ser mensuradas em sua totalidade. A Vale S.A, detém 50% da empresa responsável pela barragem, a Samarco, e os outros 50% pertencem a BHP Billiton Brasil Ltda. No relatório final do Ministério Público do Estado de Minas Gerais, a conclusão foi de que o rompimento ocorreu pelo acumulado excessivo de água e da não manutenção da barragem, que apresentava sinais de pré-ruptura. Dessa forma, esse trabalho procurou analisar o impacto do acidente, nas principais mineradoras brasileiras, que possuem ações na Bovespa. Foi utilizada a técnica de Estudo de Eventos para a análise da Vale, da Gerdau e da Siderúrgica Nacional. O acidente impactou de forma bastante expressiva os ativos da Vale, que tiveram queda bastante brusca. Em 2015, a Vale chegou a perder cerca de 49 bilhões de valor de mercado. Para as outras mineradoras estudadas, o impacto do acidente foi mais difícil de mensuração pois, ocorreram outros eventos que também impactaram nas ações, porém houve queda das ações próximo da data do evento. Todas as empresas demonstraram, de acordo com a hipótese nula, que a eficiência do mercado na forma semiforte não foi atingida.

Palavras-chaves: *Estudo de eventos, Mineradoras Brasileiras, Hipótese do Mercado Eficiente, Acidente de Mariana.*

ABSTRACT

On November 5th of 2015, in Minas Gerais, occurred the biggest environmental accident of Brazil, the Mariana Disaster, that spread mud and mining waste for several cities of the state. The tragedy caused by the rupture of Fundão dam, left 19 dead people and innumerable homeless, destroyed the native vegetation and polluted the Rio Doce basin, leaving environmental consequences that up today cannot be totally measured. The Vale S.A, owns 50% of company that is responsible for the basin, the Samarco, and the other 50% belongs to BHP Billiton Brasil Ltda. In the final report of Public Ministry of the state of Minas Gerais, the conclusion were that the rupture occurred by the excessive accumulation of water and the lack of maintenance in the dam, that was presenting signs of pre-rupture. Thus, this study searched for analyzing the impact of the accident, in the most important mining companies in Brazil, that have shares in Bovespa. Were used the technique of Study of Events to the Vale analysis, of Gerdau and Siderúrgica Nacional. The accident impacted in a expressive way in Vale assets, that fell abruptly. In 2015 Vale lost about R\$ 49 billion in market value. For the other studied mining companies, the impact with the accident were more difficult on measuring because occurred other events that also impacted in the shares, but occurred fall in the shares near to the date of the event. All the companies demonstrated, according to the null hypothesis, that the efficiency of the semi-strong market was not reached.

Keywords: Event Study, Brazilian Mining, Market Efficiency Hypothesi, Mariana accident.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	11
1.2 MOTIVAÇÃO	11
1.3 OBJETIVO	12
1.3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
1.4 ESTRUTURA DOS CAPÍTULOS	13
2. REVISÃO DA LITERATURA	14
2.1 ESTUDOS ANTERIORES SOBRE A RELAÇÃO ENTRE ACIDENTE AMBIENTAL E VALOR DAS AÇÕES	14
2.2 INFLUÊNCIA DO DESEMPENHO AMBIENTAL NO VALOR DA EMPRESA	18
2.3 HIPÓTESE DOS MERCADOS EFICIENTES	21
2.4 ESTUDO DE EVENTOS	23
3. METODOLOGIA	27
4 DESENVOLVIMENTO	29
4.1 DEFINIÇÃO DO EVENTO E DA JANELA DO EVENTO	29
4.2 CRITÉRIOS DE SELEÇÃO	29
4.2.1 MINERADORAS SELECIONADAS	31
4.3 CÁLCULO DOS RETORNOS	32
4.4 PROCESSO DE ESTIMAÇÃO	33
4.5 TESTE DE NORMALIDADE	36
4.6 TESTE DA HIPÓTESE NULA	37
5 ANÁLISE DOS RESULTADOS	39
5.1 ANÁLISE DO COEFICIENTE BETA	39
5.2 ANÁLISE DOS RETORNOS	40
5.3 NORMALIZAÇÃO DOS RETORNOS	46
6 CONCLUSÃO	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
APÊNDICE	53
ANEXOS	61

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tipos de eficiência	22
Figura 2 - Etapas do estudo de evento.....	24
Figura 3 - Janela do evento.....	29
Figura 4 - Janela de estimação	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Distribuição do IMAT11.....	30
Tabela 2 - As maiores empresas no setor de mineração brasileiro	32
Tabela 3 - Covariância, Variância e Médias amostrais para o modelo com o IMAT como retorno de mercado.....	34
Tabela 4 - Covariância, Variância e Médias amostrais para o modelo com o IBOVESPA como retorno de mercado.....	34
Tabela 5 - Parâmetros do modelo com relação ao imat como retorno de mercado	35
Tabela 6 - Parâmetros do modelo com relação ao IBOVESPA como retorno de mercado.....	35
Tabela 7 - Teste de Shapiro-Wilk com relação ao IMAT	37
Tabela 8 – Teste de Shapiro-Wilk com relação ao IMAT	37
Tabela 9 - Coeficiente beta com relação ao IMAT	39
Tabela 10 - Coeficiente beta com relação ao IBOVESPA.....	40

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Relação de estudos sobre impactos ambientais e retornos.....	17
---	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Reação do preço do mercado da ação a um novo evento	23
Gráfico 2 - Retornos da CSNA3 considerando o IMAT como retorno de mercado	41
Gráfico 3 - Retornos da CSNA3 considerando o IBOVESPA como retorno de mercado.....	41
Gráfico 4 - Retornos da GGBR4 considerando o IMAT como retorno de mercado.....	43
GRÁFICO 5 - RETORNOS DA GGBR4 CONSIDERANDO O IBOVESPA COMO RETORNO DE MERCADO	43
Gráfico 6 - Retornos da VALE3 considerando o IMAT como retorno de mercado	45
Gráfico 7 - RETORNOS DA VALE 3 CONSIDERANDO O IBOVESPA COMO RETORNO DE MERCADO	45
Gráfico 9 - Retornos da VALE3 considerando o IBOVESPA como retorno de mercado.....	47

LISTA DE ABREVIATURAS

VALE3 – Código na Bolsa das Ações Ordinárias da Vale

BM&F Bovespa – Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros de São Paulo

CSNA3 – Código na Bolsa das Ações Ordinárias da Companhia Siderúrgica Nacional

CAR – Retorno Anormal Acumulado

COV – Covariância

EBITDA - Earnings before interest

GGBR4 – Código na Bolsa das Ações Preferenciais da GERDAU

IFNC – Índice Financeiro da Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros de São Paulo

IBOVESPA - Índice Bovespa

IMAT - Índice Materiais Básicos

ONG - Organizações Não Governamentais

VAR – Variância

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O mundo cada vez mais tem a necessidade de consumir bens materiais. As organizações estão imersas em um ambiente cada dia mais competitivo e os países sempre buscando maior desenvolvimento. Os acidentes ambientais acontecem nesse contexto. Esses fatores colaboram para que as empresas, muitas vezes, reduzam os custos de manutenção e não respeitem as normas reguladoras, o que leva a desastres ambientais. Em contrapartida, a sociedade vem cobrando maior responsabilidade ambiental nas organizações e governo, exemplo disso, é que muitas organizações não governamentais (ONG) foram criadas para defender o meio ambiente, acordos internacionais foram feitos como, por exemplo, o Acordo de Paris, para redução de emissão de gases de efeito estufa e o plano de ação Agenda 21, que foi criado como instrumento para o desenvolvimento sustentável.

Ao longo dos últimos anos ocorreram muitos acidentes ambientais no país e no mundo. No Brasil, podemos citar alguns acidentes envolvendo diversas empresas como, o vazamento de petróleo na Bacia de Campos no estado do Rio de Janeiro em 2011, o vazamento da barragem de celulose em Cataguases, Minas Gerais, o rompimento da barragem de mineração em Miraf, Minas Gerais, o vazamento na Bahia de Guanabara, no Rio de Janeiro e em Araucária no Paraná, ambos em 2000. Os acidentes foram causados, respectivamente, pela americana Chevron, Indústria Cataguases, Mineração Rio Pomba Cataguases e Petrobrás para os dois últimos casos. Todos esses acidentes causaram inúmeros consequências como a destruição do ecossistema e danos sociais.

O acidente do rompimento da barragem de Mariana em 2015 é considerado o mais grave acidente ambiental do Brasil segundo muitos especialistas. Esse acidente gerou destruição da biodiversidade e consequências sociais e econômicas que até hoje não se sabe a total extensão. Praticamente toda a economia da cidade de Mariana girava em torno da Mineradora de Samarco, que até hoje não voltou a funcionar. Em investigações internas foi constatado, que entre outros fatores, as várias alterações no projeto da barragem, assim como, a falta de manutenção, resultaram no acidente.

1.2 MOTIVAÇÃO

Pressupõe-se que um acidente ambiental está intimamente ligado com o desempenho econômico. Dessa forma, quando acontece um acidente, como foi o de Mariana, geralmente

se observa que a empresa responsável sofre uma reação negativa do mercado. A empresa em questão acaba não sendo atrativa, pois transmite a ideia de não ser responsável. Ao passo que, um incidente ambiental causa um impacto no preço das ações da empresa. É observado que, não somente as ações da empresa sejam influenciadas pela ocorrência do acidente ambiental, mas também, outras empresas, principalmente as do mesmo ramo.

O setor de mineração corresponde a quase 5% do Produto Interno Bruto (PIB) do país e oferece produtos para diversos tipos de indústria. É uma das principais commodities que o Brasil exporta e geralmente tem superávit, ou seja, o país exporta mais do que importa o minério. O principal minério produzido e exportado pelo país é o minério de ferro, os rejeitos provenientes da extração desse minério era um dos que estavam na barragem que rompeu em Mariana.

A Vale S.A é a maior mineradora do Brasil e detém 50% das ações da Samarco, assim, o acidente em Mariana influencia diretamente nas suas ações. Dessa forma, o objetivo desse trabalho é verificar se a Vale S. A, que é uma das maiores empresas do país, e outras grandes mineradoras brasileiras como, por exemplo, Gerdau e Siderúrgica Nacional, que possuem peso na Bolsa de Valores e Mercados Futuros de São Paulo (BM&F Bovespa), foram afetadas pelo anúncio do rompimento da barragem em Mariana.

1.3 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é analisar, através da metodologia de estudo de eventos, se aconteceram grandes impactos nas ações da Vale S. A, Gerdau e Siderúrgica Nacional, devido ao acidente ambiental de Mariana e se o mercado incorporou de modo eficiente esse evento para as empresas em questão.

1.3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

O estudo em questão irá verificar se a seguinte hipótese aconteceu:

Ho: Não é possível constatar a presença de retornos anormais acumulados, ou seja, o mercado reagiu de maneira semiforte.

Dessa forma, vai-se verificar o impacto do acidente ambiental de Mariana nas ações das principais mineradoras do país, mantendo a hipótese do mercado eficiente referente a informação pública, ou seja, testando a eficiência semiforte para as mineradoras estudadas.

1.4 ESTRUTURA DOS CAPITULOS

O trabalho está dividido em 6 capítulos, dispostos da seguinte forma:

- No capítulo 1 está presente a introdução, que possui quatro seções: contextualização, motivação e os objetivos para a realização do trabalho;
- No capítulo 2 está presente o referencial teórico, que aborda os assuntos conceituais tratados no trabalho como, o estudo de eventos, a Teoria dos Mercados Eficientes, trabalhos anteriores relacionados ao desempenho ambiental e consequências no valor das ações;
- No capítulo 3 é apresentada a metodologia do trabalho, que compreende os passos estabelecidos para a realização deste projeto;
- O capítulo 4 aborda o desenvolvimento do trabalho, que tem por objetivo garantir que todas as regras e diligências estabelecidas sejam seguidas para atingir o que foi proposto e validar os objetivos;
- O capítulo 5 apresenta os resultados alcançados com o trabalho;
- No capítulo 6 é apresentado a conclusão do trabalho, ou seja, se os objetivos do trabalho foram atingidos e a indicação para trabalhos futuros.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 ESTUDOS ANTERIORES SOBRE A RELAÇÃO ENTRE ACIDENTE AMBIENTAL E VALOR DAS AÇÕES

Essa sessão irá tratar de estudos anteriores, onde foram apontados os retornos sobre as ações de empresas negociadas na bolsa de valores após divulgação de acidentes ambientais e de emissões de poluentes. Além disso, os estudos estão embasados na hipótese do mercado eficiente na forma semiforte, ou seja, o preço das ações vai refletir todas as informações publicamente disponíveis, incluindo informações históricas e que os preços mudam rapidamente para refletir novas informações públicas.

A maioria dos estudos relacionados com impactos ambientais e o valor das ações são norte-americanos. Eles apontam que, empresas de capitais abertos sofrem uma queda nos valores das ações quando acidentes ambientais acontecem e são divulgados, sendo que, o contrário também é válido, ou seja, quando acontecem impactos ambientais benéficos como, por exemplo, a redução da emissão de gases do efeito estufa, os valores das ações tendem a aumentar. Porém, alguns autores apontam resultados contrários, ou seja, que o valor das ações não sofre nenhum impacto, seja positivo ou negativo, quando algum tipo de impacto ambiental é divulgado.

Klassen e McLaughlin (1996) utilizaram o estudo de eventos para verificar a relação entre o desempenho financeiro e o desempenho ambiental e encontraram os seguintes resultados: retornos anormais negativos em empresas relacionados com desastres ambientais e retornos anormais positivos em empresa que tiveram seu nome relacionados com impactos ambientais positivos. Também verificaram que o valor médio perdido das ações com desastres ambientais é muito superior ao valor de aumento das ações com impactos ambientais positivos. Foram estudadas 118 firmas e seus eventos negativos ou positivos envolvendo desempenho ambiental.

Laplante e Lanoie (1994) realizaram estudos relacionados a empresas que tiveram processos judiciais envolvendo desastres ambientais. Empresas que foram multadas, tiveram redução do valor de mercado, enquanto que, empresas que não foram multadas, não se constatou perda ou valorização.

Muoghalu, Robinson e Glascok (1990) obtiveram resultados opostos ao de Laplante e Lanoie (1994). Vale ressaltar que, o número total de empresas estudadas por Laplante e

Lanoie foram cerca de $\frac{1}{9}$ das estudadas por Muoghalu, Robinson e Glascok (1990), as quais no total somaram 202. Além disso, eles fizeram sua pesquisa através de empresas que sofreram algum processo judicial relacionado com acidentes ambientais. Foi constatado que, empresas que estavam relacionadas com anúncios de processos judiciais sofreram baixa no valor de mercado, enquanto que, empresas que além do anúncio foram penalizadas, não tiveram impactos consideráveis no seu valor de mercado. Vale considerar que, o número de casos estudados com a aplicação de multa foi menor do que o de casos que sofreram apenas o processo judicial.

Dasgupta, Laplante e Mamingi (2001) estudaram empresas da Argentina, Chile, México e Filipinas e relacionaram as notícias ambientais com o retorno sobre suas ações. Foi obtido o mesmo resultado encontrado por Klassen e McLaughlin (1996) em seu estudo, ou seja, impactos ambientais negativos tendem a diminuir o valor das ações e impactos ambientais positivos tendem a aumentar o valor das ações.

Jones e Rubin (1999) tiveram resultados diferentes dos constatados pelos autores citados anteriormente. Foram considerados 98 eventos ambientais negativos de empresas que não tiveram seus produtos ou serviços prejudicados pelos eventos. No estudo foram encontradas respostas insignificantes nas ações das empresas.

Os estudos brasileiros se dividem em duas categorias: estudos amplos que envolvem várias empresas e vários acidentes ambientais, que se encaixam nos estudos citados até aqui, e estudos sobre seguimentos de mercados e empresas específicas quanto a algum desastre ambiental. Todos os estudos encontraram retornos negativos para as ações. Na primeira categoria se encontra os autores Brito (2005) e Fernandes (2012) e na segunda categoria se encontra os autores Nogueira e Angotti (2011).

Brito (2005) utilizou a metodologia de estudo de eventos para examinar a reação do mercado acionário brasileiro quanto a eventos ambientais. Foram estudadas empresas de setores com grande potencial de impacto ambiental tais como, papel e celulose, petróleo e gás, indústria química, mineração e siderurgia, com capital aberto negociados na BOVESPA, entre julho de 1997 a agosto de 2004. Foram encontrados resultados significativos quanto a notícias ambientais negativas, mas as ações não reagiram a notícias positivas de cunho ambiental. Como explicação, o autor levanta quatro hipóteses: a primeira é que fatores ambientais negativos tendem a afetar o fluxo de caixa da empresa, a segunda é que o mercado reage lentamente a fatores positivos, pois a construção da imagem da empresa é gradual, a terceira é com relação a mídia, que tende a divulgar e dar muito mais enfoque a notícias negativas e a quarta é a hipótese do mercado saber com antecedência um resultado positivo como, o ganho

de um prêmio ambiental, ou seja, esse evento já ter sido absorvido pelo mercado anteriormente.

Fernandes (2012) também estudou setores com alto índice de poluição como, o de exploração, refino, minerais metálicos, papel e celulose e siderurgia, e a influência que impactos ambientais tinham em suas ações através da Metodologia de Eventos. Foram estudados 29 eventos, de 2007 a 2012. Como resultado, foi constatado que a divulgação dos impactos ambientais influenciou de forma negativa o preço e o retorno das ações, evidenciando a forma semiforte do mercado acionário brasileiro, ou seja, a resposta do mercado aos acidentes ambientais foi de forma rápida e precisa. Os setores de siderurgia e papel e celulose foram os mais penalizados com as divulgações do que os de minerais metálicos e exploração e refino.

Nogueira e Angotti (2011) estudaram a reação do mercado de capitais, através da variação dos retornos das ações, após a divulgação de vazamentos de petróleo causados por firmas do setor petrolífero. Foram estudadas 4 empresas, Petrobrás, British Petroleum, Chevron e Shell, com uma amostra de 30 eventos, entre 2000 e 2010. As análises apontaram que, a divulgação dos acidentes ambientais provocou retornos negativo nas ações, porém demora alguns dias após o evento para que se veja o reflexo nestas, ou seja, o mercado não reagiu prontamente ao evento. Isso diverge com o que foi apontado por Fernandes (2012), onde o mercado respondeu de forma rápida aos acidentes ambientais.

O quadro (1) resume os estudos citados neste trabalho, que possuem relação com evento ambiental e impacto financeiro.

QUADRO 1 - RELAÇÃO DE ESTUDOS SOBRE IMPACTOS AMBIENTAIS E RETORNOS

Estudo	País	Evento	Período analisado	Quantidade de Observações	Retornos médios encontrados
Klassen e McLaughlin (1996)	EUA	Recebimento de prêmios ambientais	1985 a 1991	110	Retornos positivos
	EUA	Acidentes Ambientais	1989 a 1990	18	Retornos negativos
Lanoie e Laplante (1994)	Canadá	Anúncio da abertura de processo judicial	1982 a 1991	9	Sem significância estatística
	Canadá	Anúncio do encerramento do processo judicial com a aplicação de multas	1982 a 1991	13	Retornos negativos
Muoghalu, Robinson e Glascok (1990)	EUA	Anúncio da abertura de processo judicial	1977 a 1986	128	Retornos negativos
	EUA	Anúncio do encerramento do processo judicial com a aplicação de multas	1977 a 1986	74	Sem Significância Estatística
Dasgupta, Laplante e Mamingi (2001)	Argentina, Chile, México e Filipinas	Divulgação na mídia de eventos ambientais positivos	1990 a 1994	39	Retornos positivos
	Argentina, Chile, México e Filipinas	Divulgação na mídia de eventos ambientais negativos	1990 a 1994	87	Retornos negativos
Jones e Rubin (1999)	EUA	Eventos ambientais negativos envolvendo empresas do setor de energia e petróleo	1970 a 1992	98	Não houve retornos anormais
Brito (2005)	Brasil	Eventos ambientais positivos envolvendo empresas de papel e celulose, petróleo e gás, indústria química, mineração e siderurgia	1997 a 2004	18	Não houve retornos anormais
		Eventos ambientais negativos envolvendo empresas de papel e celulose, petróleo e gás, indústria química, mineração e siderurgia	1997 a 2004	12	Retornos negativos
Fernandes (2012)	Brasil	Disclosure ambiental negativo involuntário envolvendo empresas de Exploração, Refino, Minerais Metálicos, Papel e Celulose, e Siderurgia.	2007 a 2012	29	Retornos negativos
Nogueira e Angotti (2011)	Brasil	Vazamentos de petróleo causados por empresas do setor petrolífero	2000 a 2010	30	Retornos negativos

FONTE: BRITO (2005), FERNANDES (2012), NOGUEIRA E ANGOTTI (2011) – ADAPTADO PELO AUTOR.

2.2 INFLUÊNCIA DO DESEMPENHO AMBIENTAL NO VALOR DA EMPRESA

Entende-se que o desempenho econômico de uma empresa está relacionado ao desempenho ambiental dela. Dessa forma, quanto melhor uma empresa conseguir gerir seus recursos ambientais, melhor será sua reputação e reconhecimento no mercado, pois subentende-se que a empresa é responsável, o que a torna mais atrativa. Por conta dessa influência, muitos investidores utilizam os relatórios de sustentabilidade e relatórios contábeis para saber se vão ou não investir em determinada empresa.

Apesar da divulgação de informações de acidentes ambientais revelar, muitas vezes, informações comprometedoras como, por exemplo, o seu custo, há um porquê dessa ação pelos gestores. Primeiro, há uma forte pressão da sociedade em geral e segundo, como Diamond e Verrecchia (1991) averiguaram, a redução de assimetria das informações sobre acidentes ambientais aumenta a liquidez das ações, influenciando a redução de capital por conta da demanda das ações da empresa e redução dos custos de transação, ou seja, não divulgar as informações ambientais, acaba trazendo um ônus a uma empresa, pois a não divulgação de informações desse cunho provoca o receio de investidores.

Através da Contabilidade é possível permitir a cada usuário, que tenha acesso aos relatórios contábeis, informações sobre os passivos e ativos ambientais, a fim de avaliar a situação financeira da organização. A Contabilidade auxilia a demonstrar os impactos dos acidentes ambientais, qual a preocupação com esta área e como a empresa se comporta para preveni-los. Dessa forma, os investidores têm como avaliar se uma empresa seria adequada ou não para se investir.

Porém, em muitos casos, como o Acidente em Mariana, as consequências são de difícil mensuração, uma vez que, são diversas áreas atingidas e as consequências perduram por anos. Alguns efeitos podem ser mensurados e correlacionados ao desempenho econômico da empresa, mesmo em casos que tenham processos judiciais longos, mas que apresentam grande probabilidade de multas e efeitos reparadores que impactem enormemente as empresas.

Russo e Fourts (1997) analisaram 243 empresas durante 2 anos, a fim de estudar a relação entre o desempenho ambiental e a lucratividade das empresas. Através de técnicas de regressão, sugeriram que há fortes evidências que correlacionam os dois, principalmente em empresas que possuem altas taxas de crescimento. Reppeto e Austim (2001) afirmam que, os custos causados por problemas ambientais influenciam, de modo significativo, o desempenho financeiro da firma.

Bertoldi e Ribeiro (2006) realizaram um estudo sobre os acidentes ambientais da Petrobrás e a repercussão ambiental nas demonstrações contábeis em consequência dos acidentes ocorridos. Com o pagamento de multas, indenizações e provisões ambientais, houve uma redução no patrimônio líquido da empresa de 13,08% no ano de 2001, ou seja, um valor bastante alto e que os investidores, com certeza, levam em consideração antes de investir. Segundo os autores do estudo, ainda é importante ressaltar que, os efeitos do pagamento dessas despesas, depois de ocorrido o acidente ambiental, poderiam ser comprometedoras se ocorressem em empresas de menor porte e fossem diferentes quanto à participação do governo no capital.

Segundo Gitman (2010, p. 432) “o custo de Capital é a taxa de retorno que uma empresa precisa obter sobre seus investimentos para manter o valor da ação inalterado”. Analisando a relação da divulgação das informações contábeis socioambientais no custo de capital próprio, Dhaliwal et al (2011) chegaram a conclusão que, divulgar as informações contábeis socioambiental traz benefícios às empresas com menor custo de capital, atraindo investidores em busca de lucros a longo prazo.

Blancard e Laguna (2010) analisaram a reação do mercado com a divulgação de informações ambientais contábeis de aspecto negativo das indústrias petroquímicas e encontraram evidências de retorno anormal negativo. Como conclusão, os autores divulgaram que investidores relacionam a poluição ambiental com despesas judiciais, queda nas vendas, custos de segurança e despesas de publicidade, fatores que afetam negativamente o custo de capital da empresa

Fernandes (2012) realizou um estudo sobre a divulgação de informações contábeis relacionadas a informações ambientais positivas e negativas e a estrutura de capital das empresas. Segundo Fernandes (2012, p. 41)

No mercado brasileiro, as informações ambientais sejam elas positivas ou negativas não impulsionam o mercado de modo a influenciar positivamente/negativamente o custo da dívida. Entretanto, os resultados demonstraram que o disclosure ambiental positivo afeta negativamente o custo de capital próprio demonstrando que a “boa imagem ambiental da empresa” alavanca a credibilidade da companhia fator esse crucial para a redução do risco da empresa uma vez que o envolvimento com a sustentabilidade além de gerar economia pela utilização eficaz e eficiente dos recursos elimina e/ou reduz a incidência de regulamentações do governo.

Vários estudos colaboram para visão de que, a redução da poluição ambiental traz mais lucro para a empresa. Hart e Ahuja (1996) relacionaram a redução de emissão de

poluentes e o desempenho financeiro de 127 empresas. Eles utilizaram como indicador de desempenho ambiental, a emissão de poluentes baseadas no TRI ((Toxic Release Inventory). Como indicadores de desempenho financeiro, utilizaram o ROA, ROE e retorno sobre as vendas (ROS). Através de regressões lineares, eles concluíram que, o desempenho financeiro estava diretamente ligado ao desempenho ambiental. Identificaram que, após 2 anos de redução de emissão de poluentes, as empresas conseguiam melhorar o desempenho financeiro. Além disso, foi verificado que essa melhora no desempenho financeiro atingia mais as empresas que possuíam maior índice de poluição.

Johnson (1996) encontrou resultados diferentes. Usando os mesmos indicadores financeiros e de desempenho ambiental que Hart e Ahuja (1996), ele encontrou resultados conflitantes, ou seja, os resultados dependiam do setor da indústria. Para o setor químico, um melhor desempenho financeiro está ligado à redução de multas e penalidades por desastres ambientais, porém a redução de alguns tipos de poluentes estava ligada a um pior retorno financeiro.

Dessa forma, há vários estudos que comprovam que há uma correlação entre eventos ambientais e indicadores financeiros, por outro lado, alguns apontam que não existe tal relação. Existem alguns motivos para isso acontecer, o primeiro ponto é que investir em um melhor desempenho ambiental pode ser oneroso e caro, porém pode ajudar a aumentar a receita, tendo uma melhor utilização dos recursos naturais ou uma maior demanda de mercados que exigem uma melhor regulação ambiental. Além disso, existem diferentes formas de se medir o retorno financeiro de uma empresa, relacionada a causas ambientais, o que pode gerar resultados diferentes.

Silva (2016) estudou os impactos do desastre de Mariana nas demonstrações contábeis da empresa mineradora Samarco. A autora utilizou de uma análise comparativa dos relatórios da mineradora, do período de 2013 a 2015, para estudar os impactos. Segundo a autora, foram gastos cerca de 9,8 bilhões de reais, utilizados para recuperação socioambiental e socioeconômica. Somente no ano de 2015, ano do acidente, a empresa teve um prejuízo de 5,8 milhões de reais, não ocorrendo a distribuição de dividendos aos acionistas. Além disso, com o rompimento da barragem, as atividades da empresa cessaram e até maio de 2018 ainda não haviam retornado.

A Vale S.A detém 50% da Samarco e é responsável operacionalmente pela mineradora, ou seja, o prejuízo da Samarco, influencia diretamente à empresa. Essa influência foi sentida após 15 dias do acidente, onde as ações da Vale S.A despencaram cerca de 15,86%, no caso das ordinárias (ON) e 13,78%, para as preferenciais (PNA), enquanto a

Ibovespa subiu 0,9%.

2.3 HIPÓTESE DOS MERCADOS EFICIENTES

Um dos primeiros estudos sobre o comportamento dos títulos nos mercados surgiu no século XX com Bachelier (1900), ele pensou nos primeiros testes para entender como funcionada os preços e sua aleatoriedade. Working (1934) e o estatístico kendall (1953) identificaram a aleatoriedade dos preços e, esse último que, suas variações eram independentes. Roberts (1959) foi o primeiro a comparar séries de números aleatórios e séries de preços correntes.

Mais tarde surgiram estudos da relação entre a Teoria Random Walk e a dos Mercados Eficientes. A primeira teoria diz que, um caminho é definido da seguinte forma: possui um ponto de partida, a distância entre um ponto e o próximo no caminho é constante e a direção de um ponto para o próximo no caminho é escolhido aleatoriamente, sendo que, nenhuma direção tem maior probabilidade que a outra de ser escolhida. Presume-se que, o comportamento dos preços de um ativo segue a Teoria Random Walk.

São muitos os estudos sobre o comportamento dos preços de mercado quanto a velocidade que ocorre a mudança desses, precisão e aleatoriedade. Entre elas, existe a Hipótese dos Mercados Eficientes, que segundo Fama (1973) são os mercados em que os preços de seus títulos respondem imediatamente todas as informações que estão disponíveis no momento. Essa hipótese também diz que, um agente não consegue ter retornos muito superiores à média do mercado com as informações publicamente disponíveis. Jensen (1978) diz que, um mercado é eficiente quando um agente não consegue obter lucro com as informações disponíveis.

Dessa forma, a eficiência dos mercados é que delimita os preços, já que o preço estipulado é reflexo de todas as informações importantes. Algumas condições devem ser consideradas para que a Hipótese do Mercado Eficiente seja confirmada. Segundo Fama (1970, p. 387) "as informações estão disponíveis a todos; não há custos de transação na negociação, todos os investidores possuem expectativas homogêneas, isto é, todos têm a mesma distribuição de probabilidade dos retornos dos ativos", ou seja, essas condições servem também para que um mercado não se torne ineficiente.

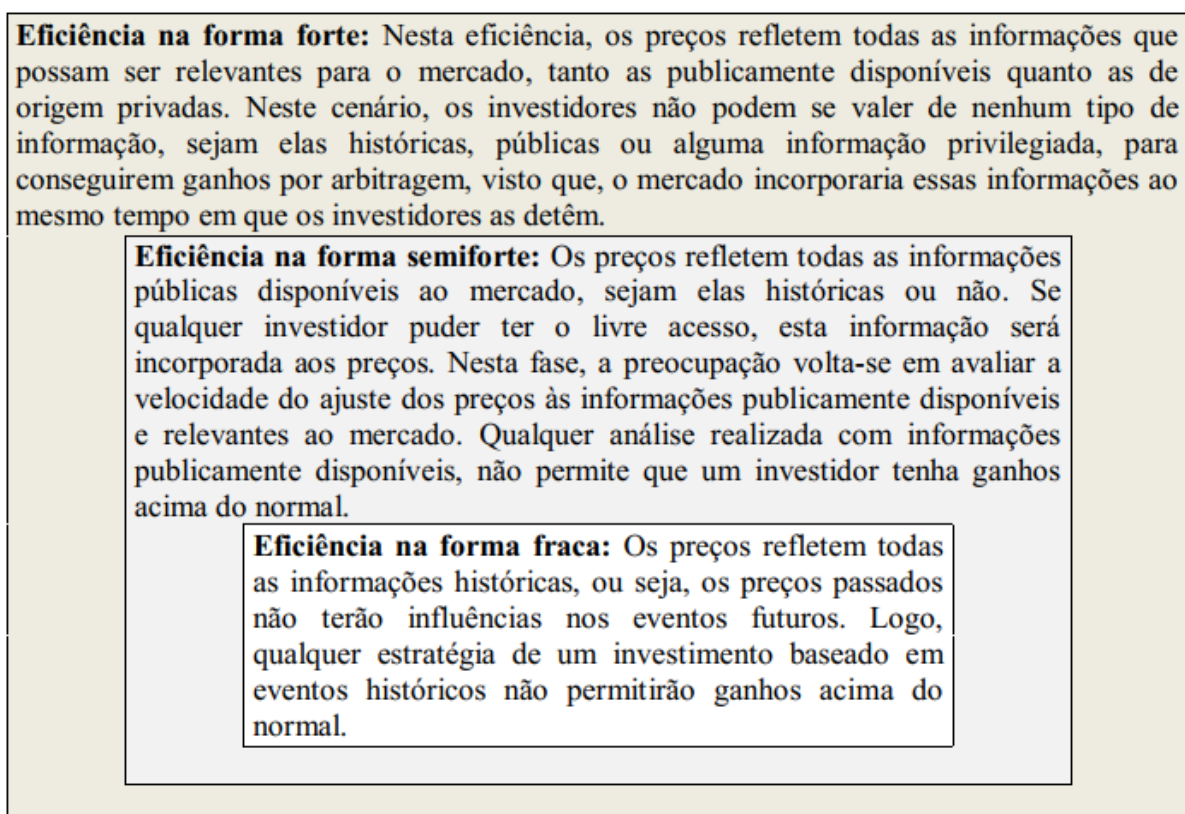
Segundo Damodaran (2002), algumas informações estão subentendidas na Hipótese de Mercado Eficiente, os preços podem ser maiores ou menores uns que outros. Se não forem de forma aleatória e não tendenciosa, essas diferenças de preço não podem estar relacionadas a

nenhuma variável observada. Dessa forma, nenhum investidor consegue nenhuma vantagem sobre o outro, como diz o mercado eficiente.

Um mercado eficiente ocorre quando não há informação assimétrica, ou seja, quando um agente econômico não possui mais informações que outro agente econômico quando se tem uma transação econômica. Isso resulta na precificação correta dos preços. Caso se tenha informação assimétrica, a precificação será incorreta por falta de informações de um lado ou na demora nos ajustes do preço. Também, com a existência de informação assimétrica, pode ocorrer de um agente não conseguir observar a qualidade de bens e serviços que foram colocados a disposição e um dos agentes pode não conseguir observar o outro, ou seja, um risco moral.

Roberts (1967) e Fama (1970) dividiram em três as formas de eficiência de mercado, a forma fraca, a forma semiforte e a forma forte, sendo que essa última engloba as outras duas, conforme a figura (1).

FIGURA 1 - TIPOS DE EFICIÊNCIA



FONTE: DIAS (2016).

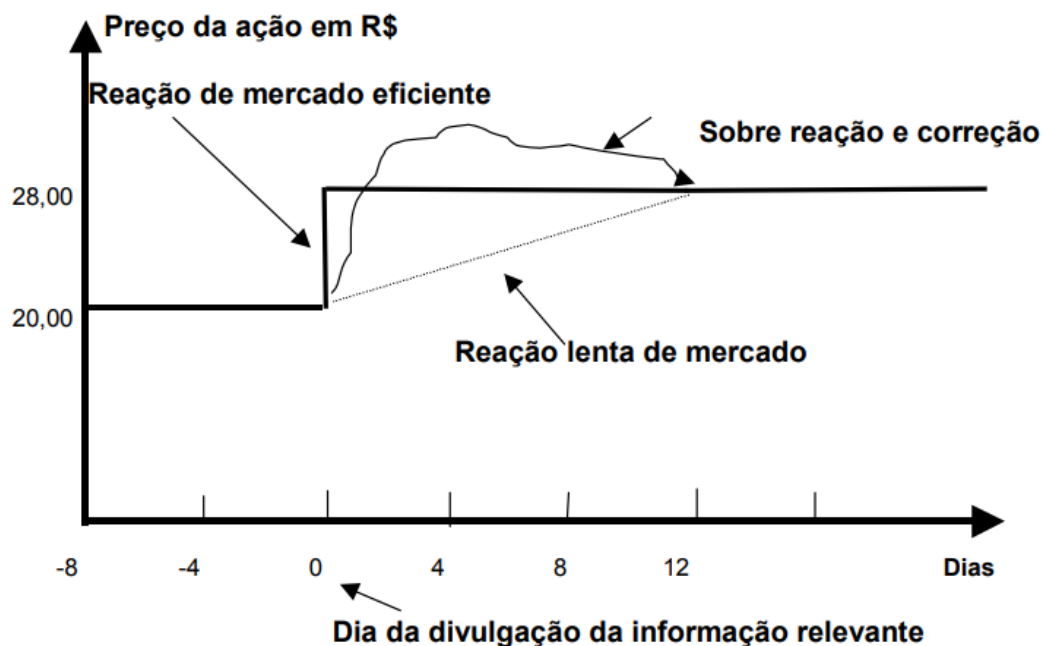
A eficiência do mercado de ações está relacionada em como uma informação pode fazer um comprador comprar ou vender uma ação. Segundo Silva (2003):

No caso de os preços reagirem de modo razoável, pode-se dizer que o mercado é relativamente eficiente. Se, pelo contrário, a informação é passada para o mercado e

seus participantes demoram em tomar conhecimento, também gastam tempo e, assim, levam tempo para analisar e reagir, os preços das ações dessa empresa podem variar; nesse caso pode-se dizer que o mercado é relativamente ineficiente.

O gráfico (1), elaborado por Silva (2003), representa a reação dos preços a um novo evento no caso dos Mercados Eficientes:

GRÁFICO 1 - REAÇÃO DO PREÇO DO MERCADO DA AÇÃO A UM NOVO EVENTO



FONTE: SILVA (2003).

2.4 ESTUDO DE EVENTOS

O estudo de eventos é uma metodologia criada por Fama et al. (1970) e é uma das técnicas mais utilizadas para avaliar a reação do mercado financeiro a algum tipo de evento. Para Camargos e Barbosa (2003), o estudo de eventos pode ser utilizado para diferentes objetivos, eventos e contextos e possui diversas alternativas estatísticas.

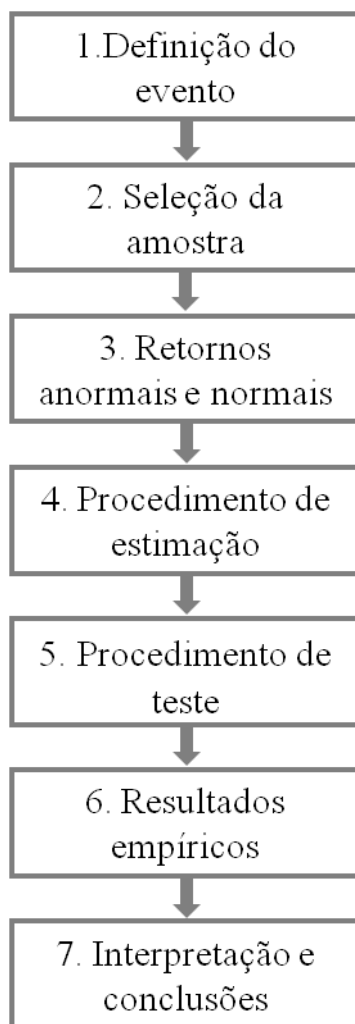
Segundo Brown e Warner (1980), o estudo de eventos pode ser empregado como teste para mensurar a eficiência do mercado frente a um determinado evento. Um dos fundamentos do estudo de eventos é a Hipótese do Mercado Eficiente. Para o estudo de eventos pressupõe-se que, o mercado se comporta de maneira semiforte, ou seja, as informações públicas, sejam positivas ou negativas, são rapidamente refletidas no preço das ações.

Um retorno anormal são retornos obtidos por um determinado título ou carteira durante um período, que são diferentes das taxas de retorno esperadas. Segundo Takamatsu et

al (2008), a rapidez com que o Mercado Eficiente reflete as informações públicas torna impossível a obtenção de retornos anormais por meio dessas informações, ou seja, se for constatado a presença de retornos anormais, com desvios aleatórios para positivo ou negativo, se comprova a ineficiência do mercado.

MacKinlay et al (1997) descreveu as sete etapas básicas do estudo de eventos. Essas etapas podem ser visualizadas na figura (2).

FIGURA 2 - ETAPAS DO ESTUDO DE EVENTO



FONTE: MACKINLAY E CAMPBELL (1997) – ADAPTADO PELO AUTOR.

A definição do evento, assim como, a definição do período de estudo é a primeira etapa a ser realizada no estudo de eventos. O período onde as ações vão ser examinadas denomina-se janela de eventos, englobando a data em que o evento estudado aconteceu, denominada data zero e o período anterior e posterior a data zero, que é subjetivo. A definição desses períodos depende do estudo e objetivos buscados, ou seja, deve-se buscar um período relevante para a verificação das alterações. Porém, a janela de eventos não deve ser muita curta, pois corre-se o risco de não cobrir todos os retornos anormais, e nem muito longa, de

forma a englobar retornos anormais de outros eventos. Além disso Brown e Warner (1985) afirmam que, quanto maior a janela de eventos, menor é a capacidade de os testes estatísticos encontrarem retornos anormais.

Na seleção da amostra, define-se quais são os critérios para a escolha daquela ação e daquele evento, como a definição subjetiva do porquê daquele setor ou empresa ser afetado pelo evento.

A terceira etapa refere-se ao cálculo dos retornos anormais e normais. Para se calcular o retorno anormal, primeiramente, deve-se estimar o retorno normal esperado $E(R_{it})$, que é o retorno esperado para a ação caso o evento não tivesse ocorrido. Para se estimar o retorno normal, pode-se utilizar o regime de capitalização discreta ou contínua.

No regime de capitalização discreta, supõe-se que as informações cheguem em diferentes momentos ao mercado, o que vai causar variações pequenas no valor das ações. O seu cálculo é realizado de acordo com a fórmula (1), onde P_t é o preço do título em t , P_{t-1} é o preço do título em $t-1$ e r é a taxa de retorno.

$$P_t = P_{t-1}(1 + r) \quad (1)$$

No segundo tipo, regime de capitalização contínuo, pressupõe-se que as informações cheguem ao mercado a todo instante e que a reação dos preços das ações ocorra de maneira contínua. O significado das variáveis para a fórmula desse regime são os mesmos do regime de capitalização discreta, a fórmula (2) se encontra abaixo:

$$P_t = P_{t-1}e^r \quad (2)$$

Segundo Rostagno e Soares (2002), o regime de capitalização contínuo apresenta uma forma de distribuição próxima a distribuição normal, assim, é mais utilizado para se trabalhar com testes paramétricos, uma vez que, a distribuição normal é um dos requisitos para a realização desse tipo de teste.

Para o processo de estimação, ou seja, do cálculo de $E(R_{it}/X_t)$, deve-se utilizar um período anterior ao que foi utilizado para a janela de eventos, dessa forma, evita-se que esse período sofra alguma influência do evento. A extensão dessa janela é de livre escolha, dependendo do autor do estudo, porém Campbell et al (1997) recomenda que se utilize dados diários e que estes sejam de no mínimo 120 dias anteriores ao evento.

Para o cálculo do retorno anormal, a seguinte operação é realizada: o retorno real do título (R_{it}) é subtraído pelo retorno normal esperado $E(R_{it})$, considerando as informações obtidas em X_t , a partir de um modelo de geração de retornos normais. A equação (3) a seguir

ilustra o cálculo do retorno anormal:

$$\text{Retorno anormal}_{it} = R_{it} - E(R_{it}/X_t) \quad (3)$$

O cálculo do retorno anormal é uma das partes mais importantes do estudo de eventos, uma vez que, é a partir dele que o estudo será baseado. É através desse cálculo que se descobre como a empresa foi afetada a partir do evento.

Depois do cálculo do retorno anormal, deve-se verificar se ele é factível estatisticamente. Nessa etapa, é importante definir a hipótese nula, escolher a técnica estatística mais apropriada e testar a hipótese nula. É importante acumular os retornos anormais da janela do evento, uma vez que, é difícil mensurar quando o mercado recebeu a informação. A técnica mais utilizada para o cálculo dos retornos acumulados é o *CAR* (*Cumulative Abnormal Return*), a fórmula (4) para o cálculo encontra-se abaixo, onde t , $t1$ e $t2$ são os tempos dentro da janela de evento para a firma i e AR_{it} é o retorno anormal da firma i no tempo t .

$$\text{CAR}(t1,t2) = \sum_{t=t1}^{t2} AR_{it} \quad (4)$$

Depois de todos os procedimentos estatísticos e a realização do teste de hipótese, é necessário a apresentação dos resultados empíricos, assim como, as conclusões e interpretações após o referente estudo.

3. METODOLOGIA

Este trabalho é uma pesquisa aplicada, pois tem como objetivo investigar, comprovar ou rejeitar a hipótese sugerida. Esse tipo de pesquisa, segundo Silveira e Córdova (2009), tem como objetivo gerar conhecimento para aplicação prática, direcionados para solução de problemas. Esse estudo se relaciona com a pesquisa aplicada, pois o interesse é analisar o comportamento financeiro e antecipar cenários após determinado evento.

É uma pesquisa do tipo quantitativa, pois é realizada através de procedimentos estatísticos e gera resultados e conclusões após o uso desses procedimentos. Assim como, no estudo realizado por Dias (2007), a abordagem utilizada foi através de técnicas de coleta, tratamento e análise de dados quantitativos, onde há uma relação entre as variáveis e a validação científica, pois se utilizou testes, os graus de significância e definições de etapas.

O estudo de eventos, segundo Vachadze (2001) é uma metodologia estatística muito utilizada em finanças e que vários tipos de profissionais utilizam para verificar o impacto de diferentes tipos de eventos no preço das ações. A justificativa para se utilizar o estudo de eventos, se encontra no fato de que segundo Brito (2005), é uma metodologia consolidada da área de finanças e que é o único método utilizado nos estudos que abordam a relação entre acidentes ambientais e o valor financeiro de empresas em países emergentes.

Dessa forma, o estudo de eventos foi aplicado nesse trabalho, onde foi investigou se o acidente de Mariana teve impacto nas ações de três grandes mineradoras brasileiras listadas na BOVESPA (Vale S.A, Gerdau e Siderúrgica Nacional). A Vale S.A está ligada diretamente ao acidente, pois é dona de 50% da Samarco, mineradora que ocasionou o acidente. As outras duas mineradoras, Gerdau e Siderúrgica Nacional, compõe o índice IMAT, onde tem maior representatividade nesse índice dentre as outras mineradoras.

Foram utilizadas as sete etapas do estudo de eventos, conforme a figura (3) no item 2.4, proposto por Campbell et al (1997), para testar a hipótese apresentada no item 1.3.1, ou seja, se não é possível encontrar retornos anormais acumulados, comprovando a eficiência do mercado semiforte. Na etapa dos retornos normais e anormais foi necessário utilizar a capitalização contínua, pois é a que mais se adéqua ao estudo, onde as informações chegam a todo instante no mercado.

Para a etapa do processo de estimação, dentre diversos métodos de avaliação de retornos, foi utilizado o modelo de mercado, proposto por Campbell et al (1997), que relaciona linearmente a rentabilidade de um determinado ativo financeiro com a rentabilidade

do mercado, para isso foi utilizado dois tipos de índices como retornos de mercado, o IMAT e o IBOVESPA.

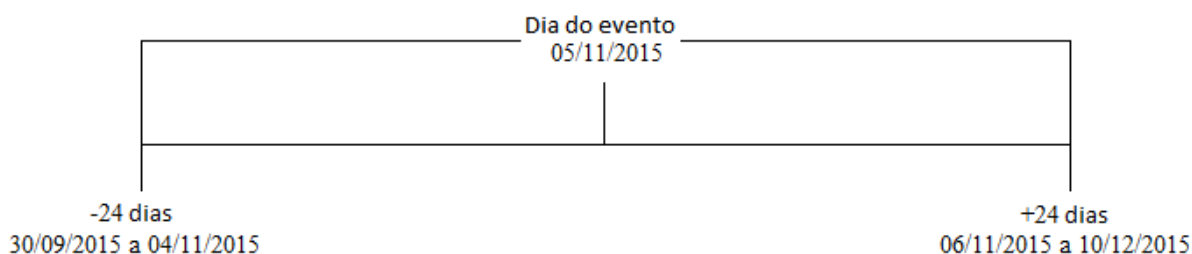
4 DESENVOLVIMENTO

4.1 DEFINIÇÃO DO EVENTO E DA JANELA DO EVENTO

Neste trabalho, o evento analisado é o Rompimento da Barragem em Mariana, acidente ocorrido em de 5 de novembro de 2015 e causado devido a negligência por parte da empresa Samarco, mineradora da qual a Vale S.A possui 50% das ações. Com a perda de credibilidade da Samarco após o evento, este trabalho visa investigar se o acidente teve influência sobre a Vale S.A e outras mineradoras brasileiras, ou seja, se o evento trouxe uma perda de credibilidade nas maiores mineradoras brasileiras, culminando em queda das ações.

Foram utilizados 49 dias para a janela de evento, sendo 24 dias anteriores ao evento, o dia do acidente, e 24 dias posteriores ao acidente. Essa extensão de janela foi utilizada porque em muitos estudos de eventos a quantidade de dias utilizada foi próxima ou igual a 49 dias, além de que 24 dias é aproximadamente a quantidade de dias uteis em um mês. Foram considerados dias que ocorrem negociação na Bovespa, ou seja, foram excluídos finais de semana e feriados, considerando, dessa forma, somente dias úteis. A representação da janela do evento encontra-se na figura (3).

FIGURA 3 - JANELA DO EVENTO



FONTE: O AUTOR (2018).

4.2 CRITÉRIOS DE SELEÇÃO

Como fonte para os dados, utilizou-se o site finance.yahoo e os dados referentes ao fechamento dos ativos das mineradoras estudadas.

Para se verificar o retorno do mercado foram utilizados dois índices, o índice de materiais básicos (IMAT11) e o índice bovespa (IBOVESPA) da BM&F Bovespa. O IMAT é o resultado de uma carteira teórica de ativos, elaborada de acordo com os critérios estabelecidos nesta metodologia e tem como objetivo ser o indicador do desempenho médio das cotações dos ativos de maior negociabilidade e representatividade do setor de materiais básicos (BM&FBOVESPA, 2018). O IBOVESPA é o principal índice do mercado de ações e

é o mais importante indicador de desempenho médio dos ativos mais negociados e representativos do mercado de ações do Brasil (BM&FBOVESPA, 2018). A justificativa em se usar o IMAT se dá devido ao trabalho em estudar mineradoras, dessa forma, esse índice foi o que melhor se ajustou, pois em sua composição existem mais ações desse tipo de empresa do que em qualquer outro índice na Bolsa de Valores. Porém, como é um índice que possui apenas 12 empresas em sua composição, onde a Vale S.A possui grande participação, há uma tendência desses dados não mostrarem anormalidades, pois quase todas as ações podem ter se modificado por conta do evento. Dessa forma, foi escolhido realizar o estudo também através do Ibovespa, como índice de retorno de mercado e comparar o resultado obtido através desses dois índices.

Na tabela (1) é possível perceber como é distribuída a participação das empresas que compõem o IMAT11.

TABELA 1 - DISTRIBUIÇÃO DO IMAT11

Código	Ação	Tipo	Qtde. Teórica	Part. (%)
VALE3	VALE	ON NM	513.355.235	21,193
SUZB3	SUZANO PAPEL	ON NM	467.427.022	17,224
FIBR3	FIBRIA	ON NM	229.520.397	13,225
GGBR4	GERDAU	PN N1	987.996.350	11,449
KLBN11	KLABIN S/A	UNT N2	591.009.862	9,797
BRKM5	BRASKEM	PNA N1	264.593.366	8,836
BRAP4	BRADESPAR	PN N1	222.247.346	5,439
CSNA3	SID NACIONAL	ON	607.240.926	4,085
USIM5	USIMINAS	PNA N1	510.965.930	3,368
GOAU4	GERDAU MET	PN N1	576.097.093	2,967
DTEX3	DURATEX	ON NM	272.071.542	1,852
FESA4	FERBASA	PN EJ N1	38.363.160	0,565

FONTE: BM&F BOVESPA

As empresas selecionadas para o estudo foram a Vale S.A, Gerdau e a Companhia Siderúrgica Nacional, sendo que, estas outras são grandes mineradoras brasileiras que possuem cotações na bolsa de valores e estão incluídas no Índice de Materiais Básicos (IMAT). A classificação utilizada para a separação das grandes mineradoras foi feita

conforme a sua participação no IMAT e sua receita líquida e a Vale S.A, além da grande participação que possui no índice, foi selecionada pela sua relação com a Samarco.

Devido a maior liquidez das ações preferenciais quanto as ações ordinárias, foram escolhidas as preferências no caso das mineradoras com mais de um tipo de ação, ou seja, para a Gerdau. Para a Vale S.A foi adotada as ações do tipo ordinárias, pois apesar de possuir ações do tipo preferenciais na época da janela do evento e janela de estimação, elas eram em menor quantidade, deixando de existir desde setembro de 2017. Dessa forma, para não haver prejuízo ao estudo foi adotado apenas as ações do tipo ordinária. A Companhia Siderúrgica Nacional não possui ações do tipo preferencial, dessa forma, foi adotada as ações do tipo ordinária. Apesar da diferença entres os tipos de ações estudadas, a alta participação desse tipo de ação minimiza essa diferença.

4.2.1 MINERADORAS SELECIONADAS

A Vale S.A é considerada uma das maiores mineradoras do mundo, sendo a maior produtora mundial de ferro, pelotas e níquel. No fechamento de 2015 possuía 139,419 bilhões de reais em patrimônio líquido. Como consequência da barragem do Fundão, a Samarco incorreu em despesas e baixas de ativos, o que afetou seu balanço patrimonial. Como a Vale S.A reconhece a Samarco pelo método de equivalência patrimonial, o rompimento da barragem não teve efeito no fluxo de caixa da Vale S.A no exercício findo em 31 de dezembro de 2015.

A Gerdau S.A atua no segmento de mineração, por ser um meio de autossuficiência para abastecimento próprio e comercialização, produzindo 11,5 milhões de toneladas anuais de minério de ferro. Através da extração de minério de ferro, se tornou líder no segmento de aços longos nas Américas e uma das principais fornecedoras de aços longos especiais e a maior fornecedora para a indústria automobilística no mundo. No fechamento de 2015, possuía um patrimônio líquido de 31,97 bilhões de reais.

O grupo Companhia Siderúrgica Nacional é um dos mais eficientes complexos siderúrgicos integrados do mundo, atuando em vários ramos, entre eles a mineração. Segundo o site da Companhia Siderúrgica Nacional, a CSN Mineração S.A. é a segunda maior exportadora de minério de ferro do Brasil e está entre as cinco mais competitivas no mercado. O seu patrimônio líquido estimado no final de 2015 era de 7,66 bilhões de reais.

A tabela (2) apresenta as maiores empresas no setor de mineração brasileiro. Nela é mostrado os indicadores de receita líquida, a ebitda, que é o indicador de lucro antes da

redução de obrigações fiscais, e o lucro líquido das empresas estudadas no ano de 2014. Essa tabela mostra que as empresas estudadas são as maiores mineradoras do país, com destaque para Samarco, que não possui cotação na bolsa de valores, mas que nesse estudo é representada pela Vale S.A, detentora de 50% das ações. A Arcelor Mittal apesar de estar presente na Bovespa, não possui participação no IMAT, que é o índice utilizado.

Tabela 2 - As maiores empresas no setor de mineração brasileiro

Empresa	Sede	Ebitda (em R\$ milhões)	Receita Líquida (em R\$ milhões)	Lucro Líquido (em R\$ milhões)
Vale	RJ	30.464	88.275	219
Gerdau	RS	5.091	42.546	1.488
Arcelor Mittal	MG	3.543	17.989	1.495
CSN	SP	3.768	16.126	-112
Usiminas	MG	1.768	11.741	208,5
Samarco	MG	3.762	7.536	2.805,5

FONTE: VALOR ECONÔMICO - RANKING DAS 1000 MAIORES EMPRESAS (2014).

Apesar da Usiminas possuir uma grande liquidez e estar presente no Índice de Materiais, ela não foi selecionada para o presente estudo. Através do teste de Shapiro Wilk, se verificou que os retornos anormais da amostra desta empresa não provêm de uma distribuição normal, dessa forma, não sendo possível utilizar o teste de T-student para verificar a existência dos retornos anormais.

4.3 CÁLCULO DOS RETORNOS

Para realizar o cálculo dos retornos reais que aconteceram foi utilizada o logaritmo natural do valor de fechamento da ação do dia atual subtraído do logaritmo natural do valor de fechamento da ação do dia anterior, conforme a equação (5), aqui simplificada.

$$Retorno Real = \ln(P_t) - \ln(P_{t-1}) \quad (5)$$

Os cálculos dos retornos reais para todas as ações das empresas na janela do evento podem ser verificados no apêndice. Foi realizado o cálculo de retorno real também para a janela de estimação, de 250 dias anteriores ao evento, no índice de materiais e das ações das outras empresas para o processo de estimação.

4.4 PROCESSO DE ESTIMAÇÃO

Para analisar o impacto do evento, é necessário se ter um retorno anormal, assim, primeiramente, foi estimado o retorno real conforme o item 2.3 e, então, dele subtraído o retorno normal, que seria o retorno se não tivesse acontecido o evento. Para isso, previamente, foi selecionado a janela de estimação.

A janela de estimação, como já descrito, será de 250 dias anteriores a janela do evento, considerando os dias que possuem pregão, dessa forma, finais de semana e feriados não são incluídos. O espaço de tempo da janela de estimação compreende a data de 31/07/2014 a 31/07/2015. A figura (4) apresenta uma comparação da janela de estimação e da janela de evento.

FIGURA 4 - JANELA DE ESTIMAÇÃO

Janela de estimação	Janela do evento
250 dias 26/09/2014 a 29/09/2015	49 dias 30/09/2015 a 10/12/2015

FONTE: O AUTOR (2018).

Após a seleção da janela de estimação, para a realização do cálculo do retorno normal, é necessário utilizar um índice como parâmetro de retorno do mercado e, nesse caso como dito anteriormente, será o IMAT e o IBOVESPA. Dessa forma, para o cálculo do retorno normal, é utilizado a fórmula (6)

$$\text{Retorno normal} = \alpha + \beta R_{mt} + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

O R_{mt} é o retorno real do índice escolhido como parâmetro, nesse caso o IMAT, α e β são dois parâmetros obtidos através dos procedimentos de Mínimos dos Quadrados Ordinários (MQO), que encontra o melhor ajuste para o conjunto de dados, nesse caso do retornos. O retorno aleatório é dado por ε_{it} .

Para o cálculo dos parâmetros ε_{it} e β , como demonstrado por Wooldridge (1938), é preciso realizar o cálculo da covariância, variância e medias amostrais, respectivamente, representados por Cov, Var e μ , para cada empresa com relação ao índice IMAT e IBOVESPA e para cada um desses índices. A covariância e variância podem ser calculadas, através das equações (7) e (8), respectivamente.

$$Cov = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y}) = Cov(R_i; R_{IMAT}) \quad (7)$$

$$Var = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 = Var(R_{IMAT}) \quad (8)$$

Onde X representa os retornos reais da janela de estimação do IMAT e Y representa retornos reais da janela de estimação de cada ação. A média dos retornos reais da janela de estimação do IMAT é representado por \bar{X} e, da ação de cada empresa por \bar{Y} . A média μ amostral deve ser calculada através da janela de estimação para o IMAT e as ações de cada empresa. Os valores de Covariância (Cov), Variância (Var) e Médias Amostrais (μ) estão apresentados nas tabelas (3) e (4).

TABELA 3 - COVARIÂNCIA, VARIÂNCIA E MÉDIAS AMOSTRAIS PARA O MODELO COM O IMAT COMO RETORNO DE MERCADO

Ação	COV(Ri;RIMAT)	VAR(RIMAT)	μ_i	μ_{IMAT}
CSNA3	0,000579466		-0,003274139	
GGBR4	0,000473428	0,000336607	-0,002989995	-0,000407036
VALE3	0,000485795		-0,001749940	

FONTE: O AUTOR (2018).

TABELA 4 - COVARIÂNCIA, VARIÂNCIA E MÉDIAS AMOSTRAIS PARA O MODELO COM O IBOVESPA COMO RETORNO DE MERCADO

Ação	COV(Ri;RIMAT)	VAR(RIBOVESPA)	μ_i	$\mu_{IBOVESPA}$
CSNA3	0,000384340		-0,003274139	
GGBR4	0,000256392	0,000284267	-0,002989995	-0,000950042
VALE3	0,000327499		-0,001749940	

FONTE: O AUTOR (2018).

Para a estimação de β e α , utilizando a covariância, a variância e a média amostral temos:

$$\beta = \frac{Cov(R_i; R_I)}{Var(R_I)} \quad (9)$$

E para α :

$$\alpha = \mu_i - \beta_i \times \mu_I \quad (10)$$

Onde R_i são os retornos da janela de estimação das ações e R_I são os retornos da janela de estimação do Índice de materiais e do Índice Bovespa. Dessa forma, os valores calculados de β , α e μ se encontram abaixo nas tabelas (5) e (6).

TABELA 5 - PARÂMETROS DO MODELO COM RELAÇÃO AO IMAT COMO RETORNO DE MERCADO

Ação	β	
CSNA3	1,721494509	-0,002573429
GGBR4	1,406472078	-0,002417511
VALE3	1,443213066	-0,001162500

FONTE: O AUTOR (2018).

TABELA 6 - PARÂMETROS DO MODELO COM RELAÇÃO AO IBOVESPA COMO RETORNO DE MERCADO

Ação	β	
CSNA3	1,262236757	-0,002074962
GGBR4	0,890407121	-0,002144072
VALE3	1,088962787	-0,000715380

FONTE: O AUTOR (2018).

Após todos os parâmetros calculados para o modelo, é possível estimar o valor do retorno normal, ou seja, os retornos das ações sem a influência do evento, para cada dia da janela de evento. Para isso, foi utilizado a equação (6), substituindo os parâmetros encontrados na tabela (6) para o IMAT e da tabela (7) para o IBOVESPA na equação. As equações para cada mineradora se encontram abaixo, separadas pelo índice escolhido para retorno de mercado.

1. IMAT

Para a Companhia Siderúrgica Nacional:

$$R_{it} = -0,002373245 + 1,659500157 \times R_{mt} + \varepsilon_i \quad (11)$$

Para a Gerdau:

$$R_{it} = -0,002258999 + 1,362365641 \times R_{mt} + \varepsilon_i \quad (12)$$

Para a Vale:

$$R_{it} = -0,001147844 + 1,376148867 \times R_{mt} + \varepsilon_i \quad (13)$$

2. IBOVESPA

Para a Companhia Siderúrgica Nacional:

$$R_{it} = -0,002999034 + 1,114728379 \times R_{mt} + \varepsilon_i \quad (14)$$

Para a Gerdau:

$$R_{it} = -0,002823150 + 0,802346575 \times R_{mt} + \varepsilon_i \quad (15)$$

Para a Vale:

$$R_{it} = -0,001665037 + 0,928301423 \times R_{mt} + \varepsilon_i \quad (16)$$

Após o cálculo do retorno normal, foi realizado o cálculo para o retorno anormal dentro da janela de evento. O cálculo do retorno anormal consiste do retorno real calculado pela capitalização contínua subtraído do retorno normal esperado, que é o retorno sem a influência do evento, conforme a equação (3).

Os valores encontrados na janela de evento, para o retorno normal esperado e do retorno anormal, se encontram no apêndice.

4.5 TESTE DE NORMALIDADE

Primeiramente, antes de verificar se existem retornos anormais acumulados, é preciso verificar se os retornos anormais que foram calculados são normalmente distribuídos, pois é uma premissa do teste t-student que será realizado mais a frente no trabalho. O teste utilizado para a verificação da distribuição dos retornos anormais foi o de Shapiro-Wilk. No teste, no nível de significância de 0,01, se o W encontrado for um valor inferior a $W_{0,01}$ rejeita-se a hipótese H_0 , de que não existem retornos anormais acumulados, mostrando que a amostra não provém de uma distribuição normal. A fórmula para encontrar W, fórmula (17), encontra-se abaixo, onde xi representa os retornos anormais, ordenador do menor para o maior, e b é uma constante que pode ser encontrada através da fórmula (20) ou (21), dependendo do tamanho da amostra n.

$$W = \frac{b^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (17)$$

Se n é par:

$$b = \sum_{i=1}^{n/2} a_{n-i+1} \times (x_{(n-i+1)} - x_{(i)}) \quad (18)$$

Se n é ímpar:

$$b = \sum_{i=1}^{\frac{n+1}{2}} a_{n-i+1} \times (x_{(n-i+1)} - x_{(i)}) \quad (19)$$

Como a amostra do trabalho, que se refere a janela do evento, é de 49 dias, n será igual a 49 e portanto é utilizada a equação (19) para o cálculo de b. O a_{n-i+1} são constantes que são geradas e tabuladas para diferentes tamanhos de amostra, que como já mencionado, é de 49 dias. Os valores a_{n-i+1} se encontram no apêndice.

Após a aplicação do teste de Shapiro-Wilk, tanto os dados anormais obtidos com o IMAT, quanto com o IBOVESPA, mostraram que provem de uma distribuição normal, dessa forma, esses retornos anormais podem ser utilizados para o teste paramétrico t-student. As tabelas (7) e (8) apresentam os valores de Shapiro-Wilk obtidos.

TABELA 7 - TESTE DE SHAPIRO-WILK COM RELAÇÃO AO IMAT

Mineradora	Ativo	Wmineradora	W0,01
Ciderurgica Nacional	CSNA3	0,950	
Gerdau	GGBR4	0,983	0,930
Vale	VALE3	0,974	

FONTE: O AUTOR (2018).

TABELA 8 – TESTE DE SHAPIRO-WILK COM RELAÇÃO AO IMAT

Mineradora	Ativo	W mineradora	W 0,01
Ciderurgica Nacional	CSNA3	0,98	
Gerdau	GGBR4	1,13	0,930
Vale	VALE3	1,25	

FONTE: O AUTOR (2018).

4.6 TESTE DA HIPÓTESE NULA

Para verificar que não existem retornos anormais acumulados na janela de evento, ou seja, a hipótese H_0 , será utilizado o teste t-student, com um nível de confiança de 95%, dessa

forma, tendo α crítico de 5%. A fórmula (22) é usada para essa verificação. Nela, o retorno acumulado da mineradora i no tempo t é o CAR_{it} , a hipótese nula, de que não existem retornos anormais acumulados, é representada por H_0 , $\sum(R'_{it} - R_{it})^2$ é a soma dos x'quadrados dos resíduos produzidos pela regressão do procedimento de estimação e n é o número total da janela de estimação, que no presente estudo é 250.

$$t = \frac{CAR_{it} - H_0}{\frac{\sqrt{\sum(R'_{it} - R_{it})^2}}{n-2}} \quad (20)$$

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

5.1 ANÁLISE DO COEFICIENTE BETA

O coeficiente beta, ou coeficiente de risco de mercado, foi calculado na etapa de estimação do valor do retorno normal das ações, sem a influência do evento. O coeficiente beta mede o risco de um título em uma carteira, pois ele afere a sensibilidade de uma variação do retorno de uma ação à variação do retorno de um mercado, dessa forma, o coeficiente beta revela o grau de influência das variações globais do mercado na evolução da cotação de uma ação, medindo assim, o seu risco sistemático. Esse risco é aquele que afeta, neste caso, a economia de uma ação de uma maneira geral.

O beta igual a 1 é considerado um beta neutro, pois é um retorno que se move na mesma direção e intensidade que o retorno médio da carteira de mercado que foi calculado, dessa forma, possui o mesmo risco sistemático dessa carteira de mercado. Já o beta maior que 1 é considerado alto ou agressivo, pois tende a ser um risco maior que o da carteira de mercado, porém espera-se dele também uma taxa de retorno mais alta, compensando assim, esse risco. O beta inferior a 1 é considerado um beta baixo ou defensivo, pois indica um risco menor que o risco sistemático de mercado, porém a sua taxa de retorno é inferior à do mercado.

A coeficiente beta para as 3 empresas foi calculado através do Modelo de Mínimos Quadrados Ordinários e considerados estatisticamente significativos pelo beta e p-valor com nível de significância de 5%. Os valores de beta encontrados apresentaram resultados significativamente diferentes, dependendo se o retorno do mercado considerado foi o IMAT ou o IBOVESPA, eles podem ser vistos na tabela (9).

Tabela 9 - Coeficiente beta com relação ao IMAT

Empresa	Ação	β	p-valor
Companhia Siderúrgica Nacional	CSNA3	1,721494509	2,28319E-41
Gerdau S.A.	GGBR4	1,406472078	6,17579E-68
Vale S.A.	VALE3	1,443213066	1,72736E-52

FONTE: O AUTOR (2018).

TABELA 10 - COEFICIENTE BETA COM RELAÇÃO AO IBOVESPA

Empresa	Ação	β	p-valor
Companhia Siderúrgica Nacional	CSNA3	1,262236757	3,31921E-16
Gerdau S.A.	GGBR4	0,890407121	1,97679E-16
Vale S.A.	VALE3	1,088962787	2,03447E-20

FONTE: O AUTOR (2018).

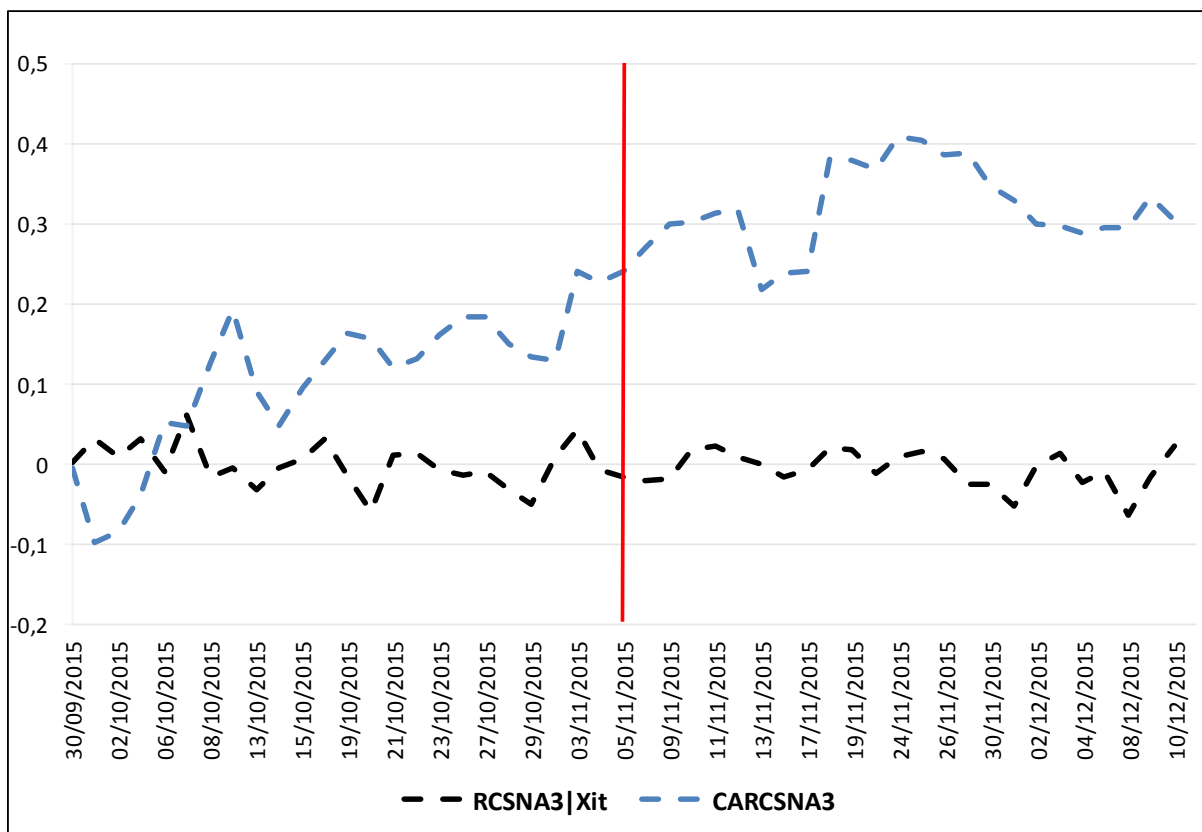
Como é possível observar com relação ao IMAT, os valores do coeficiente beta de todas as ações se apresentaram agressivos, pois estão acima de 1. O beta mais alto foi constatado na Companhia Siderúrgica Nacional, o beta de 1,721494509 para essa ação, significa que se o IMAT subir 1%, a ação da CSNA vai subir 1,721494509%, sendo a relação contrária válida também. A segunda ação com o beta mais alto é da Vale S.A seguida da Gerdau S.A com menor coeficiente. Com relação ao IBOVESPA, o valor do coeficiente beta da Gergau S.A se apresentou baixo, ou seja, com beta inferior a 1, o da Vale S.A, se mostrou neutro, pois ficou próximo de 1, o da Companhia Siderúrgica Nacional apresentou beta mais agressivo.

5.2 ANÁLISE DOS RETORNOS

Todos os valores calculados, os retornos reais, o retorno normal sem a influência do evento ($R_i/IFNC$), os retornos anormais (AR) e o retorno anormal calculado (CAR_i), para cada empresa do estudo, se encontram em formato de tabela, na seção de apêndices. Para uma melhor compreensão e análise dos resultados, foram produzidos dois gráficos, um utilizando o IMAT como retorno de mercado e outro utilizando o IBOVESPA, para cada empresa, ambos contemplado a janela de eventos. Para os gráficos foram plotados os retornos estimados ou normais, que mostram como deveria se comportar os valores das ações sem o evento e os retornos anormais acumulados, que mostram como foi o comportamento das ações e se elas se ajustaram no período da janela do evento.

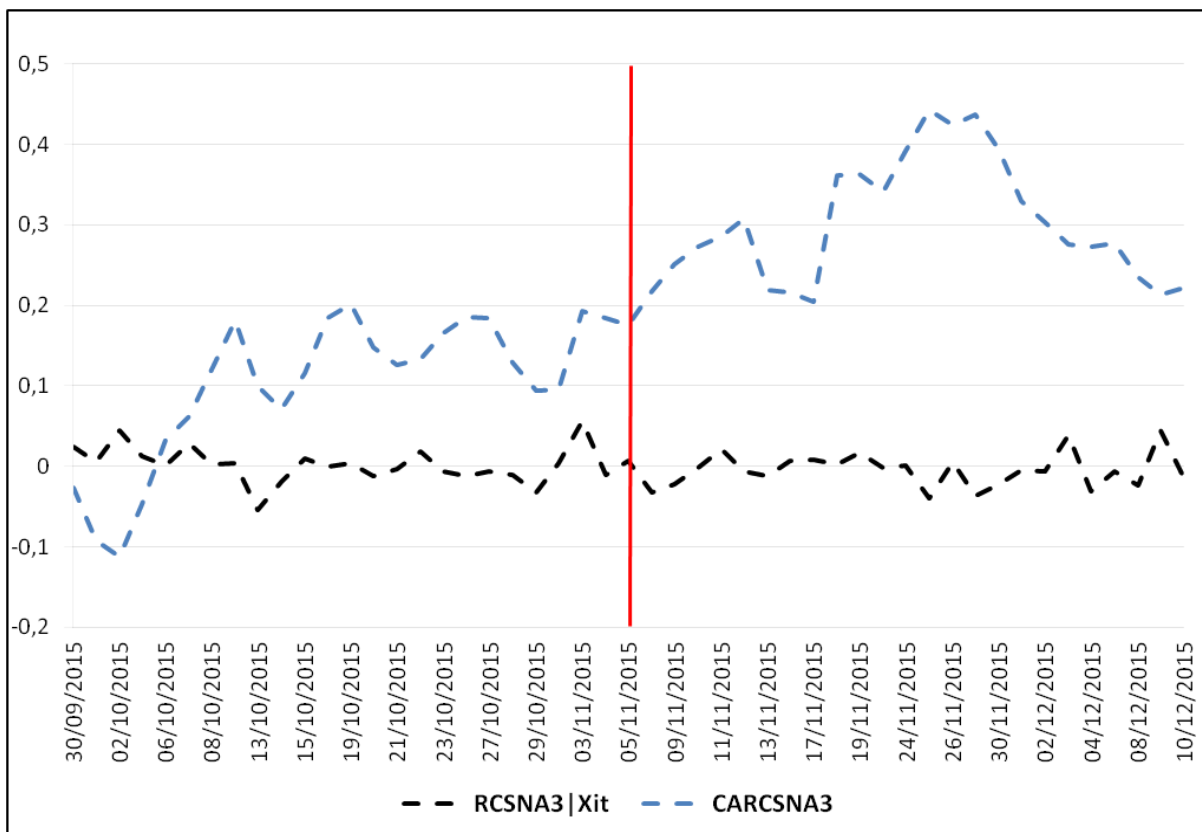
Em todas as análises dos resultados é importante inferir a crise de minério de ferro que se implantou em 2015, por conta da superoferta desse minério e o aumento de produção entre as mineradoras. Por esse motivo, foi importante utilizar dois retornos de mercado, um que incluía em sua composição só empresas de materiais básicos, que diminuía essa influência, e um índice amplo com empresas de outros setores e com uma carteira muito maior, para minimizar a crise e o efeito da participação da Vale.

GRÁFICO 2 - RETORNOS DA CSNA3 CONSIDERANDO O IMAT COMO RETORNO DE MERCADO



FONTE: O AUTOR (2018).

GRÁFICO 3 - RETORNOS DA CSNA3 CONSIDERANDO O IBOVESPA COMO RETORNO DE MERCADO



FONTE: O AUTOR (2018).

Como é possível observar, nos gráficos (2) e (3), para a Companhia Siderúrgica Nacional os resultados encontrados foram parecidos, independente do retorno de mercado escolhido. As ações da empresa no começo da janela estavam abaixo das do mercado, depois começaram a crescer acima do mercado. Mesmo antes do evento e após ele as ações tiveram uma subida ainda mais elevada.

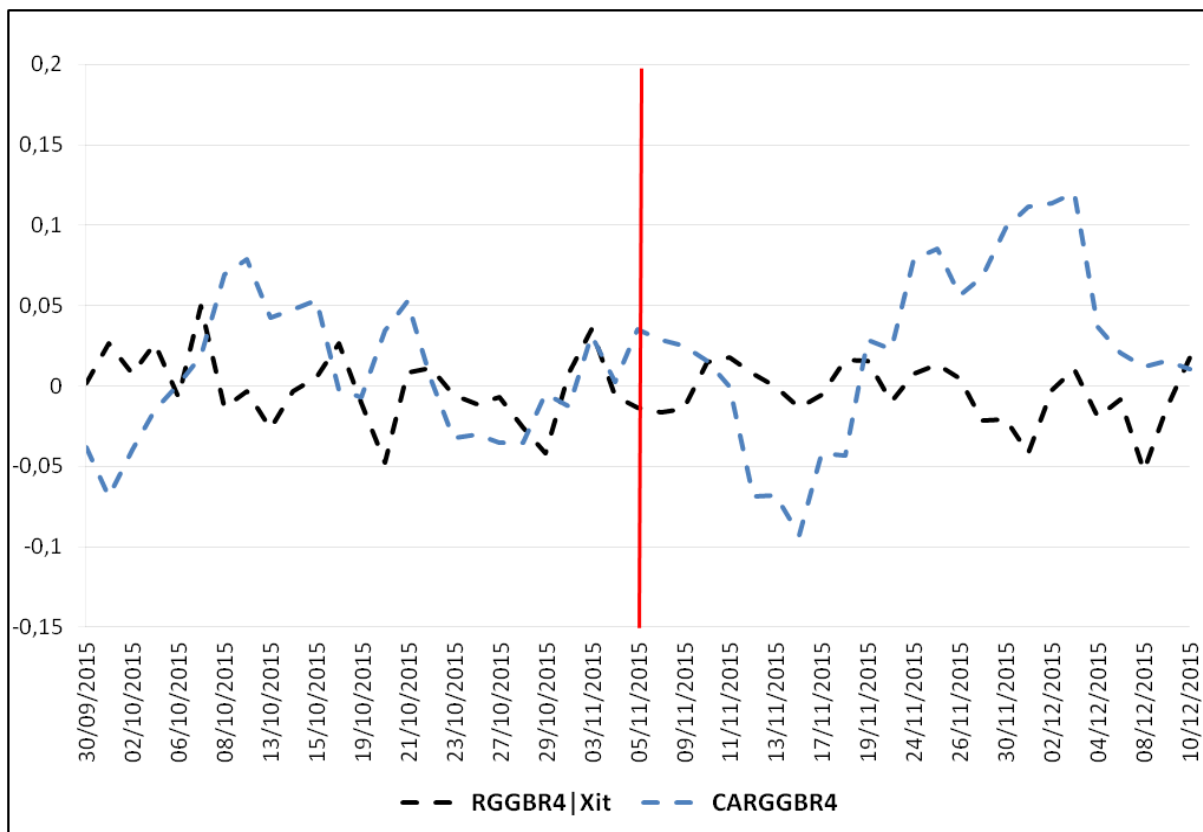
Esse fato pode ser explicado devido ao fato da Vale S.A ter grande influência tanto no IMAT quanto no IBOVESPA, sendo que, no primeiro índice a sua participação é de 21% e no segundo de quase 13%. Dessa forma, quando a ação da Vale S.A cai, leva esses índices a caírem como um todo, e isso pode ter acontecido na janela de estimação. Além disso, a Companhia Siderúrgica Nacional, no final da janela do evento, no dia 30 de novembro de 2015, anunciou¹ que concluiu um acordo de cerca de R\$ 16 bilhões de reais com sócios asiáticos, na aquisição de uma nova mineradora, onde sua parte correspondente foi de 87,52% da nova empresa, que está entre as 10 maiores mineradoras do mundo. Esse contrato garante, ainda, escoamento de minério de ferro da nova empresa por pelo menos 40 anos, por meio de um contrato de fornecimento com a própria CSN. A empresa possui o 4º menor custo de produção e reservas estimadas em 3 bilhões de toneladas de minério de ferro. Essa negociação já era prevista, pois o acordo se arrastava a mais de dois anos e o prazo finalizava em dezembro de 2015, dessa forma, essa informação foi incorporada ao longo de toda a janela de evento, explicando os retornos anormais estatisticamente significativos mesmo antes do incidente de Mariana e após.

Apesar de um retorno anormal negativo alguns dias após ao acidente, que pode ter ocorrido devido a esse evento, as ações voltaram rapidamente a subir, provavelmente, devido a expectativa sobre a nova aquisição da Companhia Siderúrgica Nacional. Dessa forma, talvez sem a influência do evento, os retornos anormais seriam mais altos, uma vez que, após o acidente as ações da empresa caíram, mostrando a influência do evento.

¹ Disponível em: <https://www.valor.com.br/empresas/4335466/csn-conclui-acordo-de-us-16-bilhoes-com-socios-asiaticos-da-namisa>

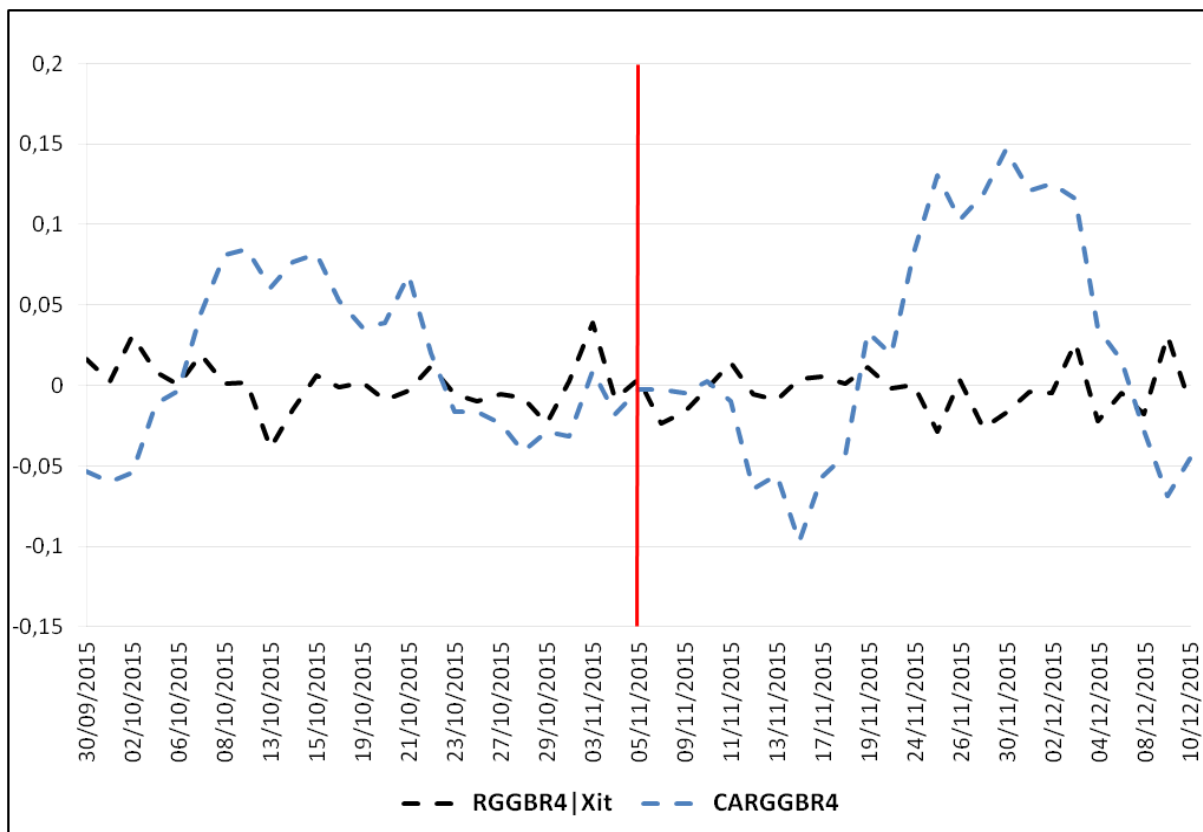
² Disponível em: <https://www.gerdau.com/pt/media-center/noticias/receita-liquida-da-gerdau-42>

GRÁFICO 4 - RETORNOS DA GGBR4 CONSIDERANDO O IMAT COMO RETORNO DE MERCADO



FONTE: O AUTOR (2018).

GRÁFICO 5 - RETORNOS DA GGBR4 CONSIDERANDO O IBOVESPA COMO RETORNO DE MERCADO



FONTE: O AUTOR (2018).

Os retornos encontrados para a Gerdau S.A, apesar de parecidos, foram ligeiramente diferentes em alguns dias, dependendo do retorno de mercado utilizado. Enquanto em algumas datas, tanto nos dias anteriores quanto posteriores ao evento, o retorno do GBR4 foi abaixo do retorno esperado, em outros foi acima. Dessa forma, os retornos anormais encontrados foram em dias variados, porém na data de 24/11/2015 a 03/12/2015 foram mais acentuados. Nos dias próximos da data do evento, não foram encontrados retornos anormais, exceto para o retorno considerando o IMAT na data do evento, onde foi encontrado retorno anormal.

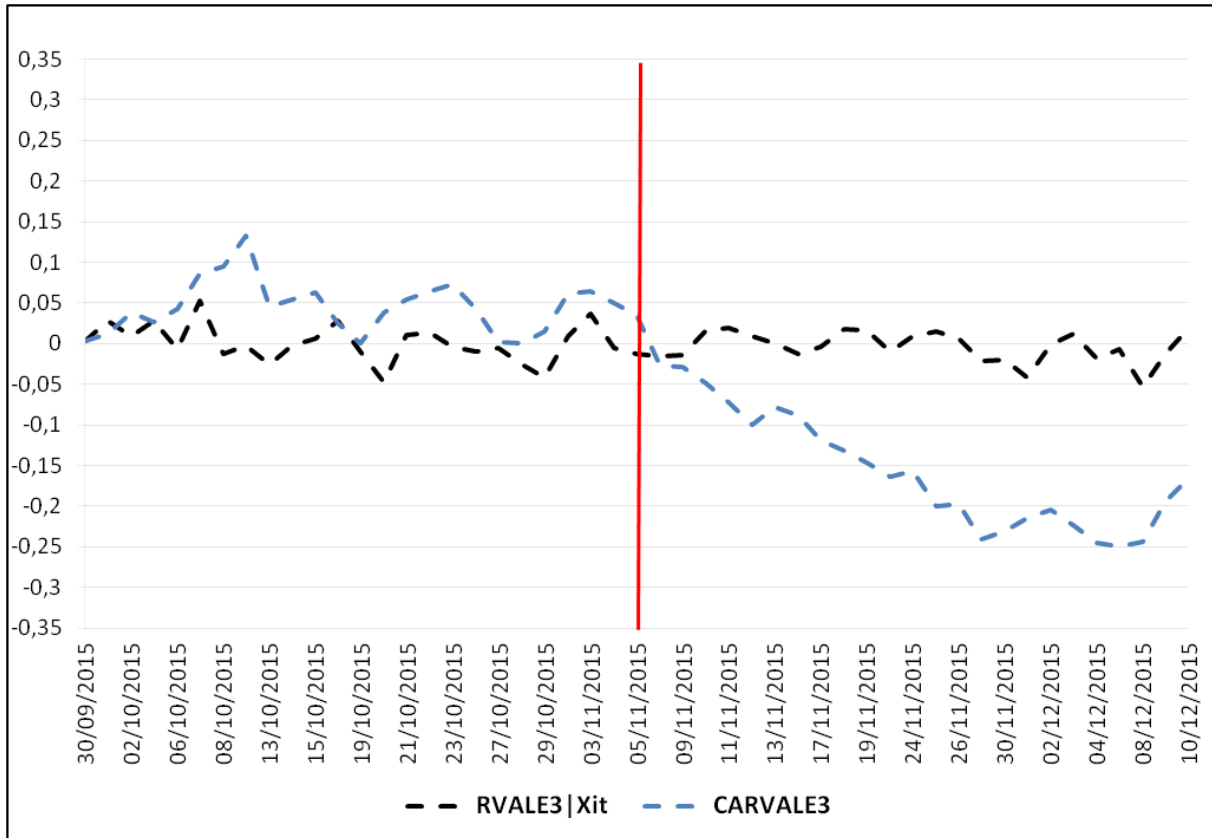
Em novembro de 2015, a Gerdau S.A. concluiu² uma oferta pública de 500 milhões de ações, com capitalização de R\$ 900 milhões, para amortizar o endividamento da companhia e melhorar a sua posição de liquidez. A diminuição da dívida pública, em quase metade, fez com que suas ações tivessem um pequeno aumento com relação ao mercado. Em outubro de 2015 foi anunciado³ o aumento de 11% da receita líquida do 3º trimestre, com relação ao mesmo período do ano anterior, provavelmente, isso fez com que as ações no começo da janela de eventos tivessem uma pequena melhora. Porém, apesar dessas duas notícias, é perceptível a baixa das ações da empresa na janela de eventos, não sendo encontrado nenhum fator, a não ser a do evento estudado para essa queda, dessa forma, é possível justificar a desvalorização das ações ao evento em questão.

Considerando datas posteriores a janela de evento, é possível perceber que o valor da ação GBR4 acompanha o valor de mercado, voltando aos valores normais.

²Disponível em: <https://www.gerdau.com/pt/media-center/noticias/receita-liquida-da-gerdau-alcanca-r-43-6-bi-em-2015>

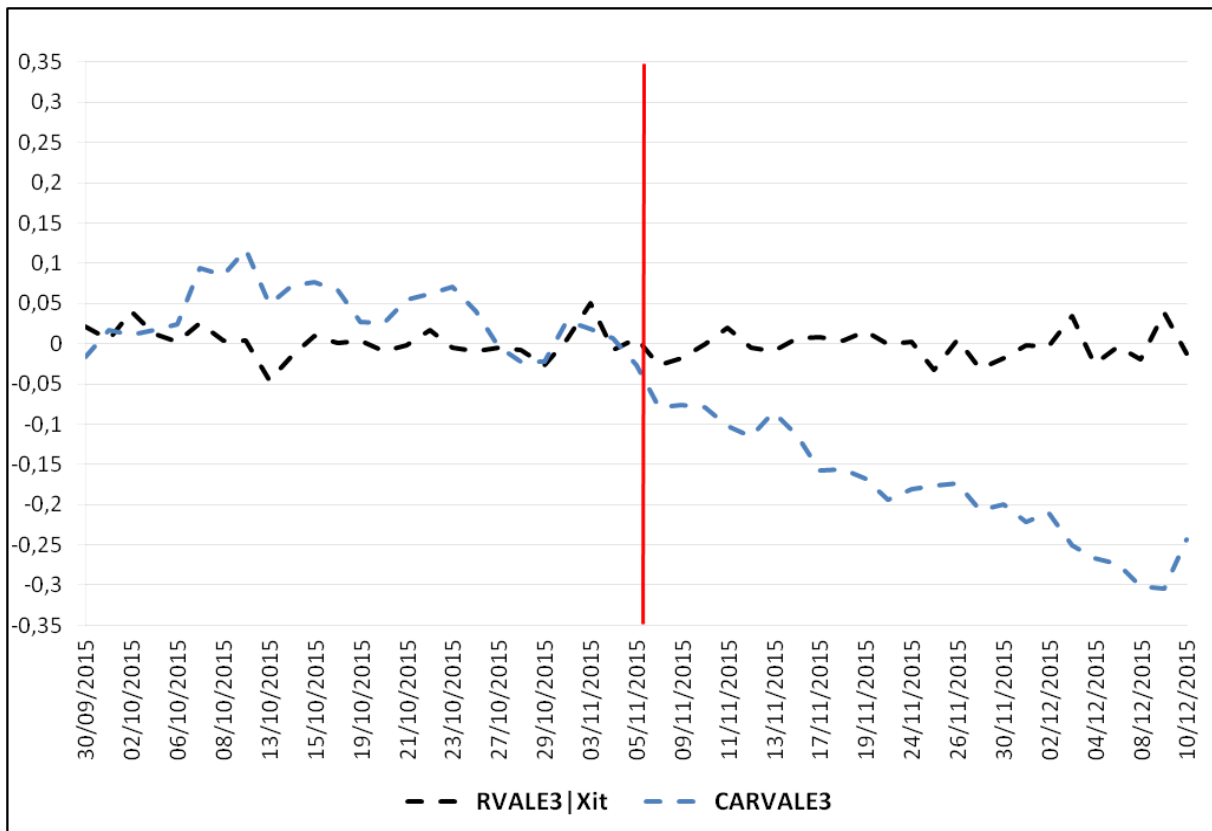
³Disponível em: <https://www.gerdau.com/br/pt/media-center/noticias/receita-liquida-da-gerdau-cresce-11-no-3-trimestre>

GRÁFICO 6 - RETORNOS DA VALE3 CONSIDERANDO O IMAT COMO RETORNO DE MERCADO



FONTE: O AUTOR (2018).

Gráfico 7 - RETORNOS DA VALE 3 CONSIDERANDO O IBOVESPA COMO RETORNO DE MERCADO



FONTE: O AUTOR (2018).

Conforme observado nos gráficos (6) e (7), os resultados encontrado para a VALE3 foram parecidos, independentemente do retorno de mercado utilizado, porém utilizando o retorno o IBOVESPA, os retornos anormais acumulados foram maiores, provavelmente, isso se deve ao fato da Vale S.A ter uma maior composição no IMAT do que no outro índice, conseqüentemente, os retornos normais do IMAT, como é possível observar nos gráficos, são mais influenciadas por essa mineradora, fazendo com que os retornos anormais fiquem menores. As datas onde a hipótese nula é rejeitada são parecidas independente do retorno de mercado, principalmente após o evento em questão.

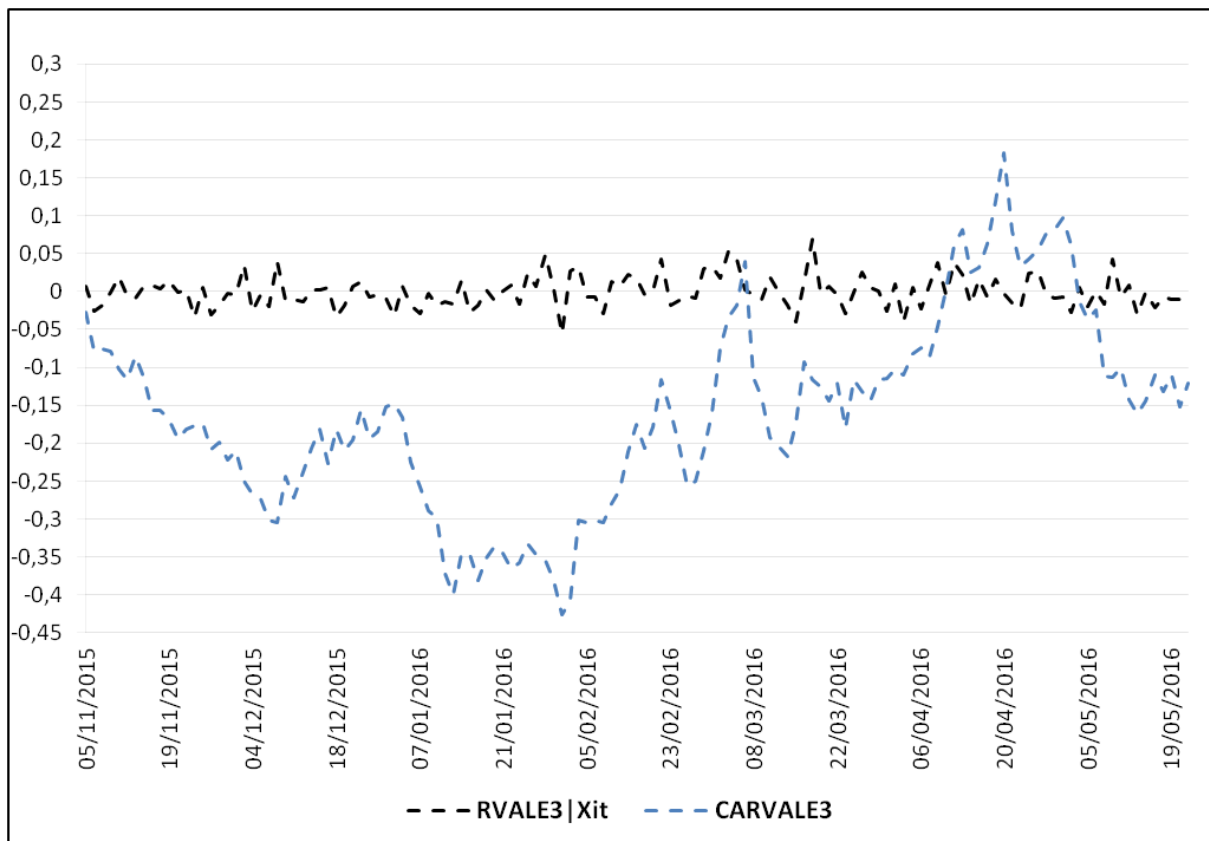
No período anterior ao evento, a VALE3 possuía um retorno maior do que o encontrado no mercado na maioria do tempo, porém nos dias próximos a data de 5 de novembro de 2015, os retornos acumulados eram maiores do que o do mercado com relação ao IMAT e inferiores em relação ao IBOVESPA. Após o evento, a mineradora teve uma queda brusca nos valores das ações. Não foram encontrados outros eventos que justificassem esse comportamento, dessa forma, é possível induzir que o rompimento da barragem da Samarco foi o principal motivo que ocasionou essa queda. Pelos gráficos, ainda é perceptível que ao passar dos dias do evento o retorno anormal acumulado só cresceu, esse fato, provavelmente, se deu pela divulgação das informações nos dias posteriores, principalmente, ao fato de vazamento de informações de que o acidente se deu por negligência da Samarco, como comprova⁴ laudo divulgado.

5.3 NORMALIZAÇÃO DOS RETORNOS

No gráfico (8) é possível observar quando os retornos acumulados da VALE S.A começaram a se normalizar, utilizando o Ibovespa como retorno de mercado. No dia 07 de março de 2016 aconteceu o primeiro retorno anormal acumulado positivo identificado, porém somente em 11 de abril de 2016 os retornos acumulados começaram a ficar mais próximos do retorno de mercado. Não foram encontrados outros eventos significantes que pudessem contribuir para a queda acentuada das ações da Vale S.A, a não ser aqueles relacionados com o Acidente de Mariana, como no caso de divulgações contábeis que foram impactadas por este evento.

⁴Disponível em: <http://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2015/11/rompimento-de-barragens-em-mariana-perguntas-e-respostas.html>

GRÁFICO 8 - RETORNOS DA VALE3 CONSIDERANDO O IBOVESPA COMO RETORNO DE MERCADO



FONTE: O AUTOR (2018).

6 CONCLUSÃO

Este trabalho, como proposto no item 1.3, teve o intuito de mostrar o impacto causado nas grandes mineradoras brasileiras (Vale, Companhia Siderúrgica Nacional e Gerdau) devido ao evento do rompimento da barragem de Fundão na cidade de Mariana, acidente ocasionado pela negligência da Samarco quanto a manutenções e realizações de estudos a fim de atestar a segurança do reservatório.

As mineradoras, como demonstrado nesse estudo, apresentaram retornos anormais na janela de evento, independente do índice de retorno de mercado escolhido, ou seja, do IBOVESPA ou o IMAT. Alguns retornos anormais, dependendo da empresa, foram explicados por outros motivos, principalmente os retornos anormais positivos. Apesar de não se poder comprovar a influência do evento, por terem ocorrido outros eventos na janela, fica evidente que o mercado não se mostrou eficiente da forma semiforte, para as empresas em questão. Por consequência, o mercado não incorporou de forma imediata as informações e em alguns casos demorou um período considerável para voltar ao seu ponto de equilíbrio. Esse tipo de resultado, tem consequência contrária ao que a teoria propõe se o mercado se comportasse da maneira semiforte, pois deixa a possibilidade de os agentes econômicos conseguirem alcançar retornos superiores à média do mercado. Com base nesses resultados, pode-se concluir que a Gerdau e a Vale de fato tiveram seus ativos afetados pelo evento em questão e no caso da Companhia Siderúrgica Nacional pode-se inferir, pois apesar das negociações que vinham sendo feitas e os retornos positivos, as suas ações tiveram uma queda após o evento.

A comprovação da hipótese nula, que era o objetivo específico deste trabalho, conforme o item 1.4, foi rejeitada. Com isso, foi provado que na janela de eventos, existem retornos anormais estatisticamente significativos, dessa forma, o mercado reagiu de forma ineficiente na forma semiforte para as mineradoras deste estudo.

Conforme resultados anteriores, vistos no item 2.1, que mostram a relação entre acidentes ambientais e valores das ações, os resultados foram próximos ao de Klassen e McLaughlin (1996), Lanoie e Laplante (1994), Dasgupta, Laplante e Mamingi (2001), Brito (2005), Fernandes (2012), Nogueira e Angotti (2011) no caso da Vale, que é a mineradora envolvida, mas também na Gerdau que obteve retornos negativos com o acidente apesar de somente estar na mesma categoria de empresa. Com isso, é possível concluir que impactos ambientais não influenciam apenas as empresas relacionadas, mas também empresas na mesma categoria no país.

A análise do beta mostrou que, as empresas em questão, são altamente influenciadas pelo mercado, com grande risco sistemático quando considerado o IMAT. Porém, a Companhia Siderúrgica Nacional se mostrou com o beta agressivo, independente da carteira utilizada.

Este trabalho se limitou a apenas as três maiores empresas de mineração do país até 2015. Como recomendação de trabalhos futuros, seria interessante a investigação de outras mineradoras quanto ao mesmo evento, mas também de empresas de diferentes categorias, como bancos e empresas do ramo de energia, alimentício e indústrias. Também seria interessante, o estudo com as mesmas empresas, mas com outros tipos de eventos relacionados com acidentes ambientais. Utilizar BHAR (Buy-and-hold Abnormal Return) para verificar a normalização dos retornos é outra possibilidade, dessa forma seria interessante comparar o resultado utilizando essa técnica de cálculo de retornos com a técnica utilizada no presente trabalho. Esses estudos se tornam de fundamental importância, pois acidentes ambientais ocorrem cada vez com maior frequência e isso causa um impacto no valor das empresas precisando, não somente por esse fator, serem mitigados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACTION STAT. Portal Action. Disponível em: <<http://www.portalaction.com.br>> Acesso em: 27 de ago. 2018.

BACHELIER, L. Théorie de la spéculation. **Annales scientifiques de l'É.N.S.**, v. 3, n. 17, p. 21-86, 1900.

BERTOLDI, M.; RIBEIRO, M. C. P. Curso avançado de direito comercial: títulos de crédito, falência e concordata, contratos mercantis. 3.ed. São Paulo: **Revista dos Tribunais**, 2006.

Blancard, G., & Laguna, M. A. How does the stock market respond to chemical disasters? **Journal of Environmental Economics and Management**, v. 59, n. 2, p. 192–205, 2010.

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

BROWN, Stephen J. and WARNER, J. B. Measuring Security Price Performance. **Journal of Financial Economics**, v. 8, p. 205-258, 1980.

CAMARGOS, M. A.; BARBOSA, F. V. Fusões, aquisições e takeovers: um levantamento teórico dos motivos, hipóteses testáveis e evidências empíricas. **Caderno de Pesquisas em Administração**, v. 10, n. 2, 2003.

CAMPBELL, J. Y.; LO, A. W.; MACKINLAY, A. C. **The Econometrics of Financial Markets**. New Jersey: Princeton University Press, 1997.

DAMODARAN, A. Finanças corporativas aplicadas, manual do usuário. Porto Alegre: Bookman., p. 65, 2002.

DASGUPTA, S.; LAPLANTE, B.; MAMINGI, N. Pollution and capital markets in developing countries. **Journal of Environmental Economics and Management**, v.42, p.310-335, 2001.

DHALIWAL, D.; SUBRAMANYAM, K. R.; TREZEVANT, R. Is comprehensive income superior to net income as a measure of firm performance. **Journal of Accounting and Economics**, v. 26, p. 43- 67, 1999.

DIAMOND, D.; VERRECCHIA, R. Disclosure, Liquidity, and the Cost of Capital. **Journal of Finance**, v.66, p.1325-1355, 1991.

DIAS, E. A. **Índice de Sustentabilidade Empresarial e retorno ao acionista: Um estudo de evento**. 2007. Dissertação (Mestrado de Administração de Empresas) - Centro de Ciências Sociais e Aplicadas, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2007.

FAMA, E. F. Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Works. **The Journal of Finance** 25, Issue 2. **Papers and Proceedings of the 28th Annual Meeting of AFA New York**, Nova Iorque, Maio, 1970.

- FAMA, E. F. Risk, return and equilibrium: empirical tests. **Journal of Political Economy**, n. 81, v. 3, p. 607-636, 1973.
- FERNANDES, S. M. A influência do disclosure ambiental na estrutura de capital das empresas brasileiras listadas na BM&FBovespa. **Sociedade, Contabilidade e Gestão**, v. 7, n. 2, p. 41-54, 2012.
- GITMAN, J. Lawrence. **Princípios de Administração Financeira**. São Paulo: Pearson cEducation - Br, 12.ed, 2010.
- HART, S.L.; AHUJA. G. Does it pay to be green? An empirical examination of the relationship between emission reduction and firm performance. **Business Strategy and the Environment**. v.5: p. 30-37, 1996.
- Jensen, M. C. Some Anomalous Evidence Regarding Market Efficiency. **Journal of Financial Economics**, v. 6, (Ed. 1), p. 96. 1978.
- JOHNSON, S. D. Environmental Performance Evaluation: Prioritizing Environmental Performance Objectives. **Corporate Environmental Strategy**, p.17-28, fall, 1996.
- JONES, K.; RUBIN, P.H. Effects of Harmful Environmental Events on Reputation of Firms Disponível em: < [https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1016/S1569-3732\(01\)06007-8](https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1016/S1569-3732(01)06007-8)>. Acesso em: 15 mai. 2018.
- KENDALL, M. G. The Analysis of Economic Time-Series – Part I: prices. **Journal of the Royal Statistical Society**. Series A (General). v.116, n. 1, p. 11-25, 1953.
- KLASSEN, R. D., MCLAUGHLIN, C. P. The impact of environmental management on firm performance. **Management Science**, Evanston, v. 42, n. 8, p. 1199-1214, 1996.
- LAPLANTE, B.; LANOIE, P.; The market response to environmental incidents in Canada: A theoretical and empirical analysis. **Southern Economic Journal**, v. 60, n.3, p. 657-672, 1994.
- MUOGHALU, M.I.; ROBINSON, H.D.; GLASCOCK J.L. Hazardous Waste Lawsuits, Stockholder Returns, and Deterrence, **Southern Economic Journal**, v. 57, p. 357-370, 1990.
- NOGUEIRA, K. G. DE F.; ANGOTTI, M. Os efeitos da divulgação de impactos ambientais: um estudo de eventos em companhias petrolíferas. **Revista Contemporânea de Contabilidade - UFSC**, v. 8, n. 16, p. 65–88, 2011.
- ROBERTS, H. V. **Statistical versus clinical prediction of the stock market**. Unpublished work presented in the Conference of Securities Price Analysis. Chicago, 1967.
- RUSSO, M.; FOUTS, P. A Resource-based Perspective on Corporate Environmental Performance. **Academy of Management Journal**, v.40, p. 534-559, Jun 1997.
- SILVA, T. B. B. **Desastre em Mariana: um estudo de caso dos impactos nas demonstrações contábeis da empresa mineradora Samarco**. 2016. Disponível em: < http://bdm.unb.br/bitstream/10483/14429/1/2016_ThaisBrasilBarrosdaSilva_tcc.pdf>. Acesso em: 17 de maio de 2018.
- SILVA, L. A. F.; **A verificação das relações entre estratégias de investimento e as**

hipóteses **de**
eficiência de mercado: um estudo na Bolsa de Valores de São Paulo. São Paulo, 2003.
SILVEIRA, D.T.; CORDOVA, F.P. **A pesquisa científica.** In.: Métodos de Pesquisa. Porto Alegre: Editora da UFRGS, p. 31-42, 2009.

SOARES, R. O.; ROSTAGNO, Luciano M.; SOARES, Karina T. C. **Estudo de Evento: o método e as formas de cálculo do retorno anormal.** In: Encontro Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Administração, XXVI, Anais... Salvador: ANPAD, set 2002.

TAKAMATSU, R. T.; LAMOUNIER, W. M.; COLAUTO, R. D. Impactos da divulgação de prejuízos nos retornos de ações de companhias participantes do IBOVESPA. **Revista Universo Contábil**, v. 4, n. 1, p. 46-63, 2008.

VACHADZE, G. Recovery of Hidden Information from stock price data: a semiparametric approach. **Journal of Economic and Finance.** V. 25, n. 3, p. 243-258, 2001.

WORKING, H. A random-difference series for use in the analysis of time series. **Journal of the American Statistical Association**, v. 29, n. 185, p 11-24. 1934.

APÊNDICE

	Pág.	
Apêndice I	Tabela de retornos na janela de evento para o IMAT e IBOVESPA	54
Apêndice II	Tabela de retornos para VALE3 considerando o IMAT	55
Apêndice III	Tabela de retornos para VALE3 considerando o IBOVESPA	56
Apêndice IV	Tabela de retornos para CSNA3 considerando o IMAT	57
Apêndice V	Tabela de retornos para CSNA3 considerando o IBOVESPA	58
Apêndice VI	Tabela de retornos para GGBR4 considerando o IMAT	59
Apêndice VII	Tabela de retornos para GGBR4 considerando o IBOVESPA	60

Apêndice I Tabela de retornos na janela de evento para o IMAT e IBOVESPA

Dia da janela	Data	IMAT	IBOVESPA
-24	30/09/2015	0,002930	0,0208103
-23	01/10/2015	0,020276	0,0056212
-22	02/10/2015	0,007143	0,0372555
-21	05/10/2015	0,020430	0,0119413
-20	06/10/2015	-0,003493	0,0028741
-19	07/10/2015	0,037092	0,0243988
-18	08/10/2015	-0,008125	0,0039176
-17	09/10/2015	-0,000680	0,0047133
-16	13/10/2015	-0,017153	-0,0408744
-15	14/10/2015	-0,000692	-0,0138619
-14	15/10/2015	0,005525	0,0095666
-13	16/10/2015	0,020451	0,0016314
-12	19/10/2015	-0,006091	0,0044570
-11	20/10/2015	-0,032428	-0,0078500
-10	21/10/2015	0,007684	-0,0010839
-9	22/10/2015	0,009695	0,0157603
-8	23/10/2015	-0,002070	-0,0036910
-7	26/10/2015	-0,006235	-0,0081642
-6	27/10/2015	-0,003481	-0,0035437
-5	28/10/2015	-0,016878	-0,0064405
-4	29/10/2015	-0,028049	-0,0240788
-3	30/10/2015	0,007267	0,0052461
-2	03/11/2015	0,026440	0,0465369
-1	04/11/2015	-0,002825	-0,0071635
0	05/11/2015	-0,007810	0,0070179
1	06/11/2015	-0,010029	-0,0237575
2	09/11/2015	-0,008677	-0,0155515
3	10/11/2015	0,012270	0,0002597
4	11/11/2015	0,014245	0,0184200
5	12/11/2015	0,007047	-0,0038745
6	13/11/2015	0,001404	-0,0078373
7	16/11/2015	-0,007744	0,0070478
8	17/11/2015	-0,002122	0,0085235
9	18/11/2015	0,013366	0,0039712
10	19/11/2015	0,012500	0,0147115
11	23/11/2015	-0,005536	0,0002493
12	24/11/2015	0,006916	0,0027791
13	25/11/2015	0,010967	-0,0298078
14	26/11/2015	0,004760	0,0059355
15	27/11/2015	-0,013661	-0,0273730
16	30/11/2015	-0,013154	-0,0165293
17	01/12/2015	-0,028270	-0,0016414
18	02/12/2015	0,000000	-0,0029346
19	03/12/2015	0,009276	0,0323990
20	04/12/2015	-0,012147	-0,0225179
21	07/12/2015	-0,004323	-0,0030470
22	08/12/2015	-0,036020	-0,0173762
23	09/12/2015	-0,008268	0,0367790
24	10/12/2015	0,014238	-0,0104211

FONTE: O AUTOR (2018).

Apêndice II: Tabela de retornos para VALE3 considerando o IMAT

Dia da janela	R_{VALE3}	R_{VALE3} / X_t	AR_{VALE3}	CAR_{VALE3}	tCAR_{VALE3}	Resultado
-24	0,005768	0,003067	0,002701	0,002701	0,126557	Não Rejeita H0
-23	0,038086	0,028100	0,009987	0,012688	0,594455	Não Rejeita H0
-22	0,034686	0,009146	0,025539	0,038227	1,791048	Não Rejeita H0
-21	0,017230	0,028323	-0,011093	0,027134	1,271327	Não Rejeita H0
-20	0,009807	-0,006203	0,016011	0,043145	2,021471	Rejeita H0
-19	0,095488	0,052369	0,043118	0,086263	4,041684	Rejeita H0
-18	-0,004742	-0,012888	0,008146	0,094409	4,423344	Rejeita H0
-17	0,036177	-0,002144	0,038321	0,132730	6,218774	Rejeita H0
-16	-0,112710	-0,025918	-0,086792	0,045938	2,152321	Rejeita H0
-15	0,006394	-0,002162	0,008555	0,054493	2,553171	Rejeita H0
-14	0,014553	0,006811	0,007742	0,062235	2,915884	Rejeita H0
-13	-0,009467	0,028352	-0,037819	0,024416	1,143961	Não Rejeita H0
-12	-0,034186	-0,009954	-0,024232	0,000184	0,008613	Não Rejeita H0
-11	-0,010554	-0,047963	0,037409	0,037592	1,761312	Não Rejeita H0
-10	0,026825	0,009928	0,016898	0,054490	2,553020	Rejeita H0
-9	0,022975	0,012830	0,010145	0,064635	3,028337	Rejeita H0
-8	0,004407	-0,004149	0,008556	0,073191	3,429218	Rejeita H0
-7	-0,040377	-0,010161	-0,030216	0,042975	2,013491	Rejeita H0
-6	-0,047548	-0,006186	-0,041362	0,001612	0,075541	Não Rejeita H0
-5	-0,027113	-0,025521	-0,001592	0,000020	0,000945	Não Rejeita H0
-4	-0,026421	-0,041644	0,015223	0,015243	0,714185	Não Rejeita H0
-3	0,054905	0,009326	0,045579	0,060822	2,849679	Rejeita H0
-2	0,040274	0,036995	0,003278	0,064100	3,003286	Rejeita H0
-1	-0,019934	-0,005239	-0,014695	0,049405	2,314790	Rejeita H0
0	-0,026523	-0,012434	-0,014089	0,035316	1,654656	Não Rejeita H0
1	-0,078837	-0,015636	-0,063201	-0,027885	-1,306506	Não Rejeita H0
2	-0,014270	-0,013685	-0,000585	-0,028470	-1,333907	Não Rejeita H0
3	-0,003789	0,016546	-0,020335	-0,048805	-2,286669	Rejeita H0
4	-0,003804	0,019396	-0,023200	-0,072005	-3,373664	Rejeita H0
5	-0,018462	0,009008	-0,027470	-0,099476	-4,660725	Rejeita H0
6	0,021506	0,000863	0,020643	-0,078833	-3,693534	Rejeita H0
7	-0,021506	-0,012338	-0,009168	-0,088000	-4,123070	Rejeita H0
8	-0,035563	-0,004226	-0,031337	-0,119338	-5,591311	Rejeita H0
9	0,004815	0,018128	-0,013313	-0,132650	-6,215045	Rejeita H0
10	0,003197	0,016878	-0,013680	-0,146331	-6,856014	Rejeita H0
11	-0,026690	-0,009153	-0,017537	-0,163868	-7,677682	Rejeita H0
12	0,015454	0,008818	0,006635	-0,157232	-7,366791	Rejeita H0
13	-0,028655	0,014665	-0,043320	-0,200552	-9,396448	Rejeita H0
14	0,009095	0,005708	0,003387	-0,197165	-9,237752	Rejeita H0
15	-0,064593	-0,020879	-0,043715	-0,240880	-11,285906	Rejeita H0
16	-0,010591	-0,020146	0,009554	-0,231325	-10,838255	Rejeita H0
17	-0,025159	-0,041963	0,016804	-0,214521	-10,050930	Rejeita H0
18	0,008156	-0,001162	0,009318	-0,205203	-9,614335	Rejeita H0
19	-0,005430	0,012225	-0,017654	-0,222857	-10,441495	Rejeita H0
20	-0,041692	-0,018694	-0,022998	-0,245855	-11,519031	Rejeita H0
21	-0,011418	-0,007401	-0,004017	-0,249872	-11,707223	Rejeita H0
22	-0,047021	-0,053147	0,006126	-0,243746	-11,420214	Rejeita H0
23	0,036439	-0,013094	0,049534	-0,194212	-9,099416	Rejeita H0
24	0,048145	0,019386	0,028760	-0,165453	-7,751947	Rejeita H0

FONTE: O AUTOR (2018).

Apêndice III: Tabela de retornos para VALE3 considerando o IBOVESPA

Dia da janela	R_{VALE3}	R_{VALE3} / X_{it}	AR_{VALE3}	CAR_{VALE3}	$tCAR_{VALE3}$	Resultado
-24	0,005768	0,021946	-0,016178	-0,016178	-0,563613	Não Rejeita H0
-23	0,038086	0,005406	0,032680	0,016502	0,574893	Não Rejeita H0
-22	0,034686	0,039854	-0,005169	0,011333	0,394820	Não Rejeita H0
-21	0,017230	0,012288	0,004942	0,016275	0,566993	Não Rejeita H0
-20	0,009807	0,002414	0,007393	0,023668	0,824538	Não Rejeita H0
-19	0,095488	0,025854	0,069634	0,093302	3,250398	Rejeita H0
-18	-0,004742	0,003551	-0,008293	0,085009	2,961496	Rejeita H0
-17	0,036177	0,004417	0,031759	0,116768	4,067912	Rejeita H0
-16	-0,112710	-0,045226	-0,067484	0,049284	1,716941	Não Rejeita H0
-15	0,006394	-0,015811	0,022204	0,071489	2,490487	Rejeita H0
-14	0,014553	0,009702	0,004850	0,076339	2,659460	Rejeita H0
-13	-0,009467	0,001061	-0,010528	0,065811	2,292692	Rejeita H0
-12	-0,034186	0,004138	-0,038324	0,027487	0,957581	Não Rejeita H0
-11	-0,010554	-0,009264	-0,001290	0,026197	0,912625	Não Rejeita H0
-10	0,026825	-0,001896	0,028721	0,054918	1,913194	Não Rejeita H0
-9	0,022975	0,016447	0,006528	0,061445	2,140607	Rejeita H0
-8	0,004407	-0,004735	0,009141	0,070587	2,459070	Rejeita H0
-7	-0,040377	-0,009606	-0,030771	0,039816	1,387075	Não Rejeita H0
-6	-0,047548	-0,004574	-0,042974	-0,003158	-0,110028	Não Rejeita H0
-5	-0,027113	-0,007729	-0,019384	-0,022543	-0,785332	Não Rejeita H0
-4	-0,026421	-0,026936	0,000516	-0,022027	-0,767371	Não Rejeita H0
-3	0,054905	0,004997	0,049907	0,027880	0,971272	Não Rejeita H0
-2	0,040274	0,049962	-0,009688	0,018192	0,633779	Não Rejeita H0
-1	-0,019934	-0,008516	-0,011418	0,006774	0,236005	Não Rejeita H0
0	-0,026523	0,006927	-0,033450	-0,026676	-0,929308	Não Rejeita H0
1	-0,078837	-0,026586	-0,052251	-0,078926	-2,749600	Rejeita H0
2	-0,014270	-0,017650	0,003380	-0,075546	-2,631832	Rejeita H0
3	-0,003789	-0,000433	-0,003357	-0,078903	-2,748774	Rejeita H0
4	-0,003804	0,019343	-0,023147	-0,102050	-3,555157	Rejeita H0
5	-0,018462	-0,004935	-0,013528	-0,115577	-4,026422	Rejeita H0
6	0,021506	-0,009250	0,030756	-0,084821	-2,954956	Rejeita H0
7	-0,021506	0,006959	-0,028466	-0,113287	-3,946626	Rejeita H0
8	-0,035563	0,008566	-0,044129	-0,157416	-5,483978	Rejeita H0
9	0,004815	0,003609	0,001206	-0,156210	-5,441953	Rejeita H0
10	0,003197	0,015305	-0,012107	-0,168317	-5,863748	Rejeita H0
11	-0,026690	-0,000444	-0,026246	-0,194563	-6,778088	Rejeita H0
12	0,015454	0,002311	0,013143	-0,181420	-6,320226	Rejeita H0
13	-0,028655	-0,033175	0,004520	-0,176901	-6,162772	Rejeita H0
14	0,009095	0,005748	0,003347	-0,173554	-6,046185	Rejeita H0
15	-0,064593	-0,030524	-0,034070	-0,207624	-7,233091	Rejeita H0
16	-0,010591	-0,018715	0,008124	-0,199500	-6,950081	Rejeita H0
17	-0,025159	-0,002503	-0,022656	-0,222156	-7,739350	Rejeita H0
18	0,008156	-0,003911	0,012067	-0,210089	-7,318965	Rejeita H0
19	-0,005430	0,034566	-0,039996	-0,250085	-8,712320	Rejeita H0
20	-0,041692	-0,025237	-0,016455	-0,266540	-9,285586	Rejeita H0
21	-0,011418	-0,004033	-0,007384	-0,273924	-9,542840	Rejeita H0
22	-0,047021	-0,019637	-0,027384	-0,301308	-10,496828	Rejeita H0
23	0,036439	0,039336	-0,002896	-0,304205	-10,597728	Rejeita H0
24	0,048145	-0,012064	0,060209	-0,243996	-8,500207	Rejeita H0

FORNTE: O AUTOR (2018).

Apêndice IV: Tabela de retornos para CSNA3 considerando o IMAT

Dia da janela	R_{CSNA3}	R_{CSNA3} / X_{it}	AR_{CSNA3}	CAR_{CSNA3}	$tCAR_{CSNA3}$	Resultado
-24	-0,002548	0,002627	-0,005175	-0,005175	-0,169393	Não Rejeita H0
-23	-0,060465	0,032487	-0,092952	-0,098127	-3,212042	Rejeita H0
-22	0,024098	0,009879	0,014219	-0,083909	-2,746619	Rejeita H0
-21	0,078821	0,032753	0,046068	-0,037841	-1,238671	Não Rejeita H0
-20	0,082109	-0,008430	0,090540	0,052699	1,725005	Não Rejeita H0
-19	0,056908	0,061436	-0,004528	0,048170	1,576778	Não Rejeita H0
-18	0,061875	-0,016404	0,078279	0,126450	4,139128	Rejeita H0
-17	0,063913	-0,003588	0,067502	0,193951	6,348681	Rejeita H0
-16	-0,134336	-0,031946	-0,102389	0,091562	2,997131	Rejeita H0
-15	-0,048361	-0,003609	-0,044752	0,046810	1,532253	Não Rejeita H0
-14	0,054778	0,007094	0,047685	0,094495	3,093134	Rejeita H0
-13	0,067997	0,032788	0,035209	0,129704	4,245652	Rejeita H0
-12	0,021676	-0,012904	0,034580	0,164284	5,377557	Rejeita H0
-11	-0,066490	-0,058242	-0,008248	0,156036	5,107575	Rejeita H0
-10	-0,025318	0,010811	-0,036129	0,119907	3,924958	Rejeita H0
-9	0,025318	0,014273	0,011045	0,130952	4,286492	Rejeita H0
-8	0,024693	-0,005980	0,030673	0,161625	5,290525	Rejeita H0
-7	0,008097	-0,013151	0,021248	0,182873	5,986044	Rejeita H0
-6	-0,008097	-0,008409	0,000312	0,183185	5,996266	Rejeita H0
-5	-0,065081	-0,031473	-0,033608	0,149577	4,896172	Rejeita H0
-4	-0,067290	-0,050704	-0,016586	0,132992	4,353265	Rejeita H0
-3	0,006936	0,010093	-0,003157	0,129835	4,249927	Rejeita H0
-2	0,153492	0,043098	0,110394	0,240229	7,863500	Rejeita H0
-1	-0,019961	-0,007280	-0,012680	0,227548	7,448433	Rejeita H0
0	-0,002018	-0,015862	0,013844	0,241392	7,901588	Rejeita H0
1	0,010050	-0,019682	0,029732	0,271125	8,874825	Rejeita H0
2	0,011929	-0,017355	0,029283	0,300408	9,833364	Rejeita H0
3	0,019570	0,018705	0,000865	0,301272	9,861669	Rejeita H0
4	0,034289	0,022106	0,012183	0,313456	10,260475	Rejeita H0
5	0,014870	0,009714	0,005156	0,318612	10,429244	Rejeita H0
6	-0,100861	-0,000001	-0,100859	0,217753	7,127780	Rejeita H0
7	0,004073	-0,015748	0,019822	0,237574	7,776612	Rejeita H0
8	-0,002035	-0,006071	0,004037	0,241611	7,908744	Rejeita H0
9	0,159664	0,020593	0,139071	0,380682	12,461007	Rejeita H0
10	0,017212	0,019101	-0,001889	0,378793	12,399163	Rejeita H0
11	-0,022434	-0,011948	-0,010486	0,368307	12,055928	Rejeita H0
12	0,051031	0,009488	0,041544	0,409850	13,415795	Rejeita H0
13	0,011542	0,016461	-0,004920	0,404931	13,254762	Rejeita H0
14	-0,013202	0,005777	-0,018979	0,385952	12,633521	Rejeita H0
15	-0,023530	-0,025936	0,002405	0,388357	12,712246	Rejeita H0
16	-0,066809	-0,025061	-0,041747	0,346610	11,345712	Rejeita H0
17	-0,067695	-0,051085	-0,016610	0,330000	10,802007	Rejeita H0
18	-0,031623	-0,002418	-0,029206	0,300794	9,846006	Rejeita H0
19	0,009990	0,013551	-0,003561	0,297233	9,729452	Rejeita H0
20	-0,032326	-0,023329	-0,008997	0,288236	9,434951	Rejeita H0
21	-0,002055	-0,009859	0,007804	0,296040	9,690391	Rejeita H0
22	-0,065911	-0,064426	-0,001485	0,294555	9,641770	Rejeita H0
23	0,021740	-0,016650	0,038390	0,332945	10,898410	Rejeita H0
24	-0,006473	0,022093	-0,028565	0,304379	9,963372	Rejeita H0

FONTE: O AUTOR (2018).

Apêndice V: Tabela de retornos para CSNA3 considerando o IBOVESPA

Dia da janela	R_{CSNA3}	R_{CSNA3} / X_{it}	AR_{CSNA3}	CAR_{CSNA3}	$tCAR_{CSNA3}$	Resultado
-24	-0,002548	0,024193	-0,026740	-0,026740	-0,694019	Não Rejeita H0
-23	-0,060465	0,005020	-0,065486	-0,092226	-2,393634	Rejeita H0
-22	0,024098	0,044950	-0,020853	-0,113079	-2,934847	Rejeita H0
-21	0,078821	0,012998	0,065823	-0,047255	-1,226468	Não Rejeita H0
-20	0,082109	0,001553	0,080557	0,033301	0,864300	Não Rejeita H0
-19	0,056908	0,028722	0,028186	0,061487	1,595842	Não Rejeita H0
-18	0,061875	0,002870	0,059005	0,120493	3,127273	Rejeita H0
-17	0,063913	0,003874	0,060039	0,180532	4,685526	Rejeita H0
-16	-0,134336	-0,053668	-0,080668	0,099864	2,591872	Rejeita H0
-15	-0,048361	-0,019572	-0,028789	0,071075	1,844680	Não Rejeita H0
-14	0,054778	0,010000	0,044778	0,115853	3,006846	Rejeita H0
-13	0,067997	-0,000016	0,068013	0,183866	4,772060	Rejeita H0
-12	0,021676	0,003551	0,018125	0,201991	5,242475	Rejeita H0
-11	-0,066490	-0,011983	-0,054506	0,147484	3,827817	Rejeita H0
-10	-0,025318	-0,003443	-0,021875	0,125610	3,260082	Rejeita H0
-9	0,025318	0,017818	0,007500	0,133109	3,454724	Rejeita H0
-8	0,024693	-0,006734	0,031426	0,164536	4,270368	Rejeita H0
-7	0,008097	-0,012380	0,020477	0,185013	4,801837	Rejeita H0
-6	-0,008097	-0,006548	-0,001549	0,183464	4,761628	Rejeita H0
-5	-0,065081	-0,010204	-0,054876	0,128588	3,337366	Rejeita H0
-4	-0,067290	-0,032468	-0,034822	0,093766	2,433597	Rejeita H0
-3	0,006936	0,004547	0,002390	0,096155	2,495615	Rejeita H0
-2	0,153492	0,056666	0,096827	0,192982	5,008657	Rejeita H0
-1	-0,019961	-0,011117	-0,008844	0,184138	4,779127	Rejeita H0
0	-0,002018	0,006783	-0,008801	0,175337	4,550695	Rejeita H0
1	0,010050	-0,032063	0,042113	0,217449	5,643694	Rejeita H0
2	0,011929	-0,021705	0,033633	0,251083	6,516612	Rejeita H0
3	0,019570	-0,001747	0,021317	0,272400	7,069879	Rejeita H0
4	0,034289	0,021175	0,013114	0,285514	7,410232	Rejeita H0
5	0,014870	-0,006965	0,021836	0,307349	7,976956	Rejeita H0
6	-0,100861	-0,011967	-0,088893	0,218456	5,669819	Rejeita H0
7	0,004073	0,006821	-0,002748	0,215708	5,598506	Rejeita H0
8	-0,002035	0,008684	-0,010718	0,204990	5,320321	Rejeita H0
9	0,159664	0,002938	0,156726	0,361716	9,387993	Rejeita H0
10	0,017212	0,016494	0,000718	0,362434	9,406619	Rejeita H0
11	-0,022434	-0,001760	-0,020674	0,341760	8,870052	Rejeita H0
12	0,051031	0,001433	0,049599	0,391358	10,157335	Rejeita H0
13	0,011542	-0,039699	0,051241	0,442600	11,487252	Rejeita H0
14	-0,013202	0,005417	-0,018619	0,423981	11,004025	Rejeita H0
15	-0,023530	-0,036626	0,013096	0,437077	11,343912	Rejeita H0
16	-0,066809	-0,022939	-0,043870	0,393207	10,205313	Rejeita H0
17	-0,067695	-0,004147	-0,063548	0,329659	8,555980	Rejeita H0
18	-0,031623	-0,005779	-0,025844	0,303815	7,885223	Rejeita H0
19	0,009990	0,038820	-0,028830	0,274985	7,136963	Rejeita H0
20	-0,032326	-0,030498	-0,001828	0,273156	7,089516	Rejeita H0
21	-0,002055	-0,005921	0,003865	0,277022	7,189840	Rejeita H0
22	-0,065911	-0,024008	-0,041903	0,235119	6,102279	Rejeita H0
23	0,021740	0,044349	-0,022609	0,212510	5,515487	Rejeita H0
24	-0,006473	-0,015229	0,008756	0,221266	5,742749	Rejeita H0

FONTE: O AUTOR (2018).

Apêndice VI: Tabela de retornos para GGBR4 considerando o IMAT

Dia da janela	R_{CSNA3}	R_{CSNA3} / X_{it}	AR_{CSNA3}	CAR_{CSNA3}	$tCAR_{CSNA3}$	Resultado
-24	-0,036701	0,001857	-0,038558	-0,038558	-2,303559	Rejeita H0
-23	-0,003745	0,026253	-0,029998	-0,068556	-4,095712	Rejeita H0
-22	0,036837	0,007781	0,029055	-0,039501	-2,359883	Rejeita H0
-21	0,051112	0,026470	0,024642	-0,014858	-0,887680	Não Rejeita H0
-20	0,008554	-0,007177	0,015732	0,000873	0,052178	Não Rejeita H0
-19	0,067515	0,049904	0,017611	0,018484	1,104309	Não Rejeita H0
-18	0,037504	-0,013692	0,051196	0,069681	4,162907	Rejeita H0
-17	0,006116	-0,003221	0,009338	0,079018	4,720755	Rejeita H0
-16	-0,062914	-0,026390	-0,036524	0,042495	2,538736	Rejeita H0
-15	0,001622	-0,003239	0,004861	0,047355	2,829119	Rejeita H0
-14	0,011281	0,005506	0,005776	0,053131	3,174168	Rejeita H0
-13	-0,029270	0,026498	-0,055769	-0,002638	-0,157602	Não Rejeita H0
-12	-0,014963	-0,010832	-0,004131	-0,006769	-0,404379	Não Rejeita H0
-11	-0,006723	-0,047874	0,041151	0,034382	2,054084	Rejeita H0
-10	0,026624	0,008543	0,018081	0,052463	3,134288	Rejeita H0
-9	-0,036793	0,011371	-0,048165	0,004298	0,256793	Não Rejeita H0
-8	-0,041745	-0,005176	-0,036569	-0,032271	-1,927958	Não Rejeita H0
-7	-0,008921	-0,011034	0,002113	-0,030158	-1,801702	Não Rejeita H0
-6	-0,012624	-0,007160	-0,005464	-0,035622	-2,128125	Rejeita H0
-5	-0,025737	-0,026003	0,000267	-0,035355	-2,112198	Rejeita H0
-4	-0,011236	-0,041715	0,030479	-0,004876	-0,291284	Não Rejeita H0
-3	0,000000	0,007957	-0,007957	-0,012832	-0,766636	Não Rejeita H0
-2	0,079608	0,034922	0,044686	0,031854	1,903042	Não Rejeita H0
-1	-0,035402	-0,006238	-0,029164	0,002690	0,160709	Não Rejeita H0
0	0,019626	-0,013249	0,032875	0,035565	2,124747	Rejeita H0
1	-0,023236	-0,016370	-0,006866	0,028699	1,714548	Não Rejeita H0
2	-0,018249	-0,014469	-0,003780	0,024919	1,488714	Não Rejeita H0
3	0,005510	0,014993	-0,009483	0,015436	0,922172	Não Rejeita H0
4	0,001830	0,017771	-0,015941	-0,000505	-0,030178	Não Rejeita H0
5	-0,060282	0,007647	-0,067929	-0,068434	-4,088421	Rejeita H0
6	0,000000	-0,000291	0,000291	-0,068143	-4,071046	Rejeita H0
7	-0,037591	-0,013156	-0,024435	-0,092578	-5,530839	Rejeita H0
8	0,045328	-0,005250	0,050578	-0,042000	-2,509186	Rejeita H0
9	0,015297	0,016535	-0,001238	-0,043238	-2,583143	Rejeita H0
10	0,087169	0,015316	0,071853	0,028615	1,709552	Não Rejeita H0
11	-0,015776	-0,010052	-0,005724	0,022891	1,367561	Não Rejeita H0
12	0,063323	0,007462	0,055861	0,078752	4,704858	Rejeita H0
13	0,019705	0,013159	0,006546	0,085298	5,095920	Rejeita H0
14	-0,024693	0,004430	-0,029123	0,056175	3,356037	Rejeita H0
15	-0,010050	-0,021479	0,011429	0,067604	4,038828	Rejeita H0
16	0,010050	-0,020765	0,030815	0,098419	5,879810	Rejeita H0
17	-0,028742	-0,042026	0,013284	0,111703	6,673427	Rejeita H0
18	0,000000	-0,002265	0,002265	0,113968	6,808734	Rejeita H0
19	0,017007	0,010781	0,006226	0,120194	7,180681	Rejeita H0
20	-0,102928	-0,019350	-0,083578	0,036616	2,187520	Rejeita H0
21	-0,024599	-0,008345	-0,016254	0,020361	1,216437	Não Rejeita H0
22	-0,061223	-0,052926	-0,008297	0,012064	0,720728	Não Rejeita H0
23	-0,010236	-0,013893	0,003657	0,015721	0,939236	Não Rejeita H0
24	0,012270	0,017760	-0,005490	0,010231	0,611242	Não Rejeita H0

FONTE: O AUTOR (2018).

Apêndice VII: Tabela de retornos para GGBR4 considerando o IBOVESPA

Dia da janela	R_{CSNA3}	R_{CSNA3} / X_{it}	AR_{CSNA3}	CAR_{CSNA3}	$tCAR_{CSNA3}$	Resultado
-24	-0,036701	0,016386	-0,053087	-0,053087	-1,970238	Rejeita H0
-23	-0,003745	0,002861	-0,006606	-0,059693	-2,215425	Rejeita H0
-22	0,036837	0,031029	0,005808	-0,053885	-1,999867	Rejeita H0
-21	0,051112	0,008489	0,042624	-0,011261	-0,417946	Não Rejeita H0
-20	0,008554	0,000415	0,008139	-0,003122	-0,115869	Não Rejeita H0
-19	0,067515	0,019581	0,047935	0,044813	1,663148	Não Rejeita H0
-18	0,037504	0,001344	0,036160	0,080973	3,005179	Rejeita H0
-17	0,006116	0,002053	0,004063	0,085036	3,155989	Rejeita H0
-16	-0,062914	-0,038539	-0,024375	0,060661	2,251351	Rejeita H0
-15	0,001622	-0,014487	0,016109	0,076770	2,849208	Rejeita H0
-14	0,011281	0,006374	0,004907	0,081677	3,031333	Rejeita H0
-13	-0,029270	-0,000691	-0,028579	0,053099	1,970670	Rejeita H0
-12	-0,014963	0,001824	-0,016787	0,036311	1,347634	Não Rejeita H0
-11	-0,006723	-0,009134	0,002411	0,038722	1,437116	Não Rejeita H0
-10	0,026624	-0,003109	0,029733	0,068455	2,540613	Rejeita H0
-9	-0,036793	0,011889	-0,048682	0,019773	0,733839	Não Rejeita H0
-8	-0,041745	-0,005431	-0,036315	-0,016542	-0,613923	Não Rejeita H0
-7	-0,008921	-0,009414	0,000493	-0,016049	-0,595632	Não Rejeita H0
-6	-0,012624	-0,005299	-0,007325	-0,023374	-0,867477	Não Rejeita H0
-5	-0,025737	-0,007879	-0,017858	-0,041232	-1,530249	Não Rejeita H0
-4	-0,011236	-0,023584	0,012348	-0,028884	-1,071976	Não Rejeita H0
-3	0,000000	0,002527	-0,002527	-0,031411	-1,165766	Não Rejeita H0
-2	0,079608	0,039293	0,040315	0,008904	0,330475	Não Rejeita H0
-1	-0,035402	-0,008523	-0,026879	-0,017975	-0,667111	Não Rejeita H0
0	0,019626	0,004105	0,015521	-0,002454	-0,091063	Não Rejeita H0
1	-0,023236	-0,023298	0,000062	-0,002392	-0,088769	Não Rejeita H0
2	-0,018249	-0,015991	-0,002257	-0,004649	-0,172551	Não Rejeita H0
3	0,005510	-0,001913	0,007422	0,002773	0,102922	Não Rejeita H0
4	0,001830	0,014257	-0,012427	-0,009654	-0,358300	Não Rejeita H0
5	-0,060282	-0,005594	-0,054688	-0,064342	-2,387959	Rejeita H0
6	0,000000	-0,009122	0,009122	-0,055220	-2,049393	Rejeita H0
7	-0,037591	0,004131	-0,041722	-0,096942	-3,597852	Rejeita H0
8	0,045328	0,005445	0,039883	-0,057059	-2,117670	Rejeita H0
9	0,015297	0,001392	0,013905	-0,043155	-1,601617	Não Rejeita H0
10	0,087169	0,010955	0,076214	0,033060	1,226959	Não Rejeita H0
11	-0,015776	-0,001922	-0,013854	0,019206	0,712795	Não Rejeita H0
12	0,063323	0,000330	0,062993	0,082199	3,050670	Rejeita H0
13	0,019705	-0,028685	0,048390	0,130589	4,846597	Rejeita H0
14	-0,024693	0,003141	-0,027834	0,102755	3,813598	Rejeita H0
15	-0,010050	-0,026517	0,016467	0,119222	4,424741	Rejeita H0
16	0,010050	-0,016862	0,026912	0,146134	5,423546	Rejeita H0
17	-0,028742	-0,003606	-0,025137	0,120997	4,490631	Rejeita H0
18	0,000000	-0,004757	0,004757	0,125755	4,667183	Rejeita H0
19	0,017007	0,026704	-0,009697	0,116057	4,307292	Rejeita H0
20	-0,102928	-0,022194	-0,080733	0,035324	1,310995	Não Rejeita H0
21	-0,024599	-0,004857	-0,019742	0,015582	0,578300	Não Rejeita H0
22	-0,061223	-0,017616	-0,043607	-0,028026	-1,040124	Não Rejeita H0
23	-0,010236	0,030604	-0,040840	-0,068865	-2,555826	Rejeita H0
24	0,012270	-0,011423	0,023693	-0,045172	-1,676491	Não Rejeita H0

FORNTE: O AUTOR (2018).

ANEXOS

Pág.

Anexo I Tabela de Shapiro-Wilk para a constante a

62

Anexo II Tabela da estatística W de Shapiro-Wilk conforme nível de significância

Anexo I: Tabela de Shapiro-Wilk para a constante a

i	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
1	0,4015	0,3989	0,3964	0,394	0,3917	0,3894	0,3872	0,385	0,383	0,3808	0,3789	0,377	0,3751
2	0,2774	0,2755	0,2737	0,2719	0,2701	0,2684	0,2667	0,2651	0,2635	0,262	0,2604	0,2589	0,2574
3	0,2391	0,238	0,2368	0,2357	0,2345	0,2334	0,2323	0,2313	0,2302	0,2291	0,2281	0,2271	0,226
4	0,211	0,2104	0,2098	0,2091	0,2085	0,2078	0,2072	0,2065	0,2058	0,2052	0,2045	0,2038	0,2032
5	0,1881	0,188	0,1878	0,1876	0,1874	0,1871	0,1868	0,1865	0,1862	0,1859	0,1855	0,1851	0,1847
6	0,1686	0,1689	0,1691	0,1693	0,1694	0,1695	0,1695	0,1695	0,1695	0,1695	0,1693	0,1692	0,1691
7	0,1513	0,152	0,1526	0,1531	0,1535	0,1539	0,1542	0,1545	0,1548	0,155	0,1551	0,1553	0,1554
8	0,1356	0,1366	0,1376	0,1384	0,1392	0,1398	0,1405	0,141	0,1415	0,142	0,1423	0,1427	0,143
9	0,1211	0,1225	0,1237	0,1249	0,1259	0,1269	0,1278	0,1286	0,1293	0,13	0,1306	0,1312	0,1317
10	0,1075	0,1092	0,1108	0,1123	0,1136	0,1149	0,116	0,117	0,118	0,1189	0,1197	0,1205	0,1212
11	0,0947	0,0967	0,0986	0,1004	0,102	0,1035	0,1049	0,1062	0,1073	0,1085	0,1095	0,1105	0,1113
12	0,0824	0,0848	0,087	0,0891	0,0909	0,0927	0,0943	0,0959	0,0972	0,0986	0,0998	0,101	0,102
13	0,0706	0,0733	0,0759	0,0782	0,0804	0,0824	0,0842	0,086	0,0876	0,0892	0,0906	0,0919	0,0932
14	0,0592	0,0622	0,0651	0,0677	0,0701	0,0724	0,0745	0,0765	0,0783	0,0801	0,0817	0,0832	0,0846
15	0,0481	0,0515	0,0546	0,0575	0,0602	0,0628	0,0651	0,0673	0,0694	0,0713	0,0731	0,0748	0,0764
16	0,0372	0,0409	0,0444	0,0476	0,0506	0,0534	0,056	0,0584	0,0607	0,0628	0,0648	0,0667	0,0685
17	0,0264	0,0305	0,0343	0,0379	0,0411	0,0442	0,0471	0,0497	0,0522	0,0546	0,0568	0,0588	0,0608
18	0,0158	0,0203	0,0244	0,0283	0,0318	0,0352	0,0383	0,0412	0,0439	0,0465	0,0489	0,0511	0,0532
19	0,0053	0,0101	0,0146	0,0188	0,0227	0,0263	0,0296	0,0328	0,0357	0,0385	0,0411	0,0436	0,0459
20		0	0,0049	0,0094	0,0136	0,0175	0,0211	0,0245	0,0277	0,0307	0,0335	0,0361	0,0386
21				0	0,0045	0,0087	0,0126	0,0163	0,0197	0,0229	0,0259	0,0288	0,0314
22							0,0042	0,0081	0,0118	0,0153	0,0185	0,0215	0,0244
23								0	0,0039	0,0076	0,0111	0,0143	0,0174
24										0	0,0037	0,0071	0,0104
25												0	0,035

Fonte: Adaptado do Portal action (2018).

Anexo II: Tabela da estatística W de Shapiro-Wilk conforme nível de significância

N	0,01	0,02	0,05	0,1	0,5	0,9	0,95	0,98	0,99
3	0,753	0,756	0,767	0,789	0,959	0,998	0,999	1	1
4	0,687	0,707	0,748	0,792	0,935	0,987	0,992	0,996	0,997
5	0,686	0,715	0,762	0,806	0,927	0,979	0,986	0,991	0,993
6	0,713	0,743	0,788	0,826	0,927	0,974	0,981	0,986	0,989
7	0,73	0,76	0,803	0,838	0,928	0,972	0,979	0,985	0,988
8	0,749	0,778	0,818	0,851	0,932	0,972	0,978	0,984	0,987
9	0,764	0,791	0,829	0,859	0,935	0,972	0,978	0,984	0,986
10	0,781	0,806	0,842	0,869	0,938	0,972	0,978	0,983	0,986
11	0,792	0,817	0,85	0,876	0,94	0,973	0,979	0,984	0,986
12	0,805	0,828	0,859	0,883	0,943	0,973	0,979	0,984	0,986
13	0,814	0,837	0,866	0,889	0,945	0,974	0,979	0,984	0,986
14	0,825	0,846	0,874	0,895	0,947	0,975	0,98	0,984	0,986
15	0,835	0,855	0,881	0,901	0,95	0,975	0,98	0,984	0,987
16	0,844	0,863	0,887	0,906	0,952	0,976	0,981	0,985	0,987
17	0,851	0,869	0,892	0,91	0,954	0,977	0,981	0,985	0,987
18	0,858	0,874	0,897	0,914	0,956	0,978	0,982	0,986	0,988
19	0,863	0,879	0,901	0,917	0,957	0,978	0,982	0,986	0,988
20	0,868	0,884	0,905	0,92	0,959	0,979	0,983	0,986	0,988
21	0,873	0,888	0,908	0,923	0,96	0,98	0,983	0,987	0,989
22	0,878	0,892	0,911	0,926	0,961	0,98	0,984	0,987	0,989
23	0,881	0,895	0,914	0,928	0,962	0,981	0,984	0,987	0,989
24	0,884	0,898	0,916	0,93	0,963	0,981	0,984	0,987	0,989
25	0,888	0,901	0,918	0,931	0,964	0,981	0,985	0,988	0,989
26	0,891	0,904	0,92	0,933	0,965	0,982	0,985	0,988	0,989
27	0,894	0,906	0,923	0,935	0,965	0,982	0,985	0,988	0,99
28	0,896	0,908	0,924	0,936	0,966	0,982	0,985	0,988	0,99
29	0,898	0,91	0,926	0,937	0,966	0,982	0,985	0,988	0,99
30	0,9	0,912	0,927	0,939	0,967	0,983	0,985	0,988	0,99
31	0,902	0,914	0,929	0,94	0,967	0,983	0,986	0,988	0,99
32	0,904	0,915	0,93	0,941	0,968	0,983	0,986	0,988	0,99
33	0,906	0,917	0,931	0,942	0,968	0,983	0,986	0,989	0,99
34	0,908	0,919	0,933	0,943	0,969	0,983	0,986	0,989	0,99
35	0,91	0,92	0,934	0,944	0,969	0,984	0,986	0,989	0,99
36	0,912	0,922	0,935	0,945	0,97	0,984	0,986	0,989	0,99
37	0,914	0,924	0,936	0,946	0,97	0,984	0,987	0,989	0,99
38	0,916	0,925	0,938	0,947	0,971	0,984	0,987	0,989	0,99
39	0,917	0,927	0,939	0,948	0,971	0,984	0,987	0,989	0,991
40	0,919	0,928	0,94	0,949	0,972	0,985	0,987	0,989	0,991
41	0,92	0,929	0,941	0,95	0,972	0,985	0,987	0,989	0,991
42	0,922	0,93	0,942	0,951	0,972	0,985	0,987	0,989	0,991
43	0,923	0,932	0,943	0,951	0,973	0,985	0,987	0,99	0,991
44	0,924	0,933	0,944	0,952	0,973	0,985	0,987	0,99	0,991
45	0,926	0,934	0,945	0,953	0,973	0,985	0,988	0,99	0,991
46	0,927	0,935	0,945	0,953	0,974	0,985	0,988	0,99	0,991
47	0,928	0,936	0,946	0,954	0,974	0,985	0,988	0,99	0,991
48	0,929	0,937	0,947	0,954	0,974	0,985	0,988	0,99	0,991
49	0,929	0,938	0,947	0,955	0,974	0,985	0,988	0,99	0,991
50	0,93	0,939	0,947	0,955	0,974	0,985	0,988	0,99	0,991

Fonte: Adaptado do Portal action (2018).