

## **Análise do impacto da Operação Lava Jato sobre as ações da Petrobras: uma abordagem estatística à luz das notícias**

**Analysis of the impact of Operation Lava Jato on Petrobras stocks: a statistical approach based on the news**

**Análisis del impacto de la Operación Lava Jato en las acciones de Petrobras: una aproximación estadística a la luz de la noticia**

Recebido: 27/03/2023 | Revisado: 12/04/2023 | Aceitado: 14/04/2023 | Publicado: 19/04/2023

### **Daniel Cunha de Araujo Júnior**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5108-561X>  
Universidade Federal Fluminense, Brasil  
E-mail: [danielgriffo@gmail.com](mailto:danielgriffo@gmail.com)

### **Fabício Maione Tenório**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6478-1825>  
Universidade Federal Fluminense, Brasil  
E-mail: [fabriciomte@gmail.com](mailto:fabriciomte@gmail.com)

### **Marcelo Miguel da Cruz**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6356-1196>  
Universidade Federal Fluminense, Brasil  
E-mail: [cruzmarcelo@id.uff.br](mailto:cruzmarcelo@id.uff.br)

### **Felipe Monteiro dos Santos Assis**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9100-3762>  
Universidade Federal Fluminense, Brasil  
E-mail: [felipe\\_monteiro@id.uff.br](mailto:felipe_monteiro@id.uff.br)

### **Lizzie Bessa Risicato**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0662-8443>  
Universidade Federal Fluminense, Brasil  
E-mail: [lizziebr@id.uff.br](mailto:lizziebr@id.uff.br)

### **Renan Carriço Payer**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0417-082X>  
Universidade Federal Fluminense, Brasil  
E-mail: [rpayer@id.uff.br](mailto:rpayer@id.uff.br)

### **Resumo**

O fortalecimento do conceito ESG tem tornado a reputação corporativa um fator crucial para a valorização das empresas no mercado acionário, tornando-se inclusive um objeto de grande interesse dos investidores, sobretudo no que se refere a práticas anticorrupção. Assim, escândalos que expõem casos de corrupção podem acarretar custos e causar desvalorização das empresas no mercado. Este artigo objetiva, portanto, verificar se há diferença estatística para o comportamento do preço das ações da Petrobras em dias normais e em dias pós-eventos de escândalos. Para isso, realizou-se um teste estatístico a partir dos dados totais e as datas que ocorreram os eventos (dia do evento e dia seguinte), por meio do teste Z para duas proporções e ANOVA no período estudado. A partir das informações sobre as fases da Operação Lava Jato, foram coletadas as datas nas quais a Petrobras foi citada. No teste Z, comparou-se a proporção de subida (ou manutenção) e queda no preço das ações em dois grupos: amostra contendo todos os pontos e amostra contendo apenas os dias de notícias envolvendo a empresa. Uma outra análise foi realizada observando se as quedas pós-eventos são quedas meramente eventuais, normais para a ação, ou quando há influência essa queda é mais proeminente do que as quedas normais. A ANOVA foi utilizada como instrumento de análise. Pôde-se inferir, via Teste Z, que as duas proporções são iguais para as ações, não havendo evidência estatística de que o escândalo impacta nos valores. Com o Teste F, não se encontrou evidência estatística (a 5% de significância) suficiente para afirmar que as quedas são mais proeminentes após notícias de escândalo.

**Palavras-chave:** Ações; ESG; Governança corporativa; Petrobras; Operação Lava Jato.

### **Abstract**

The strengthening of the ESG concept has made corporate reputation a crucial factor for the valuation of companies in the stock market, even becoming an object of great interest for investors, especially with regard to anti-corruption practices. Thus, scandals that expose cases of corruption can entail costs and cause companies to devalue in the market. This article aims, therefore, to verify if there is a statistical difference in the behavior of the price of Petrobras

shares in normal days and in post-scandal events. For this, a statistical test was carried out from the total data and the dates that the events occurred (day of the event and the following day), using the Z test for two proportions and ANOVA in the studied period. Based on information about the phases of Operation Lava Jato, the dates on which Petrobras was cited were collected. In the Z test, the proportion of rise (or maintenance) and fall in stock prices was compared in two groups: a sample containing all points and a sample containing only news days involving the company. Another analysis was carried out by observing whether the post-event declines are merely occasional, normal falls for the stock, or when there is influence, this fall is more prominent than the normal falls. ANOVA was used as an analysis tool. It was possible to infer, via the Z Test, that the two proportions are the same for the shares, with no statistical evidence that the scandal has an impact on the values. With the F Test, we did not find enough statistical evidence (at 5% significance) to state that falls are more prominent after scandal news.

**Keywords:** Stocks exchange; ESG; Corporate governance; Petrobras; Operation Car Wash.

### Resumen

El fortalecimiento del concepto ESG ha convertido a la reputación corporativa en un factor crucial para la valoración de las empresas en bolsa, convirtiéndose incluso en un objeto de gran interés para los inversores, especialmente en lo que se refiere a prácticas anticorrupción. Así, los escándalos que exponen casos de corrupción pueden implicar costos y hacer que las empresas se devalúen en el mercado. Este artículo tiene como objetivo, por lo tanto, verificar si existe una diferencia estadística en el comportamiento del precio de las acciones de Petrobras en días normales y en eventos posteriores al escándalo. Para ello, se realizó una prueba estadística a partir de los datos totales y las fechas en que ocurrieron los hechos (día del evento y día siguiente), utilizando la prueba Z para dos proporciones y ANOVA en el periodo estudiado. Con base en información sobre las fases de la Operación Lava Jato, se recogieron las fechas en que se menciona a Petrobras. En la prueba Z, la proporción de aumento (o mantenimiento) y caída en los precios de las acciones se comparó en dos grupos: una muestra que contenía todos los puntos y una muestra que contenía solo los días de noticias que involucraban a la empresa. Otro análisis se realizó observando si las caídas posteriores al evento son caídas ocasionales, normales para la acción, o cuando hay influencia, esta caída es más acentuada que las caídas normales. Se utilizó ANOVA como herramienta de análisis. Se pudo inferir, a través de la Prueba Z, que las dos proporciones son iguales para las acciones, sin evidencia estadística de que el escándalo tenga un impacto en los valores. Con la Prueba F, no encontramos suficiente evidencia estadística (al 5% de significancia) para afirmar que las caídas son más prominentes después de las noticias sobre escándalos.

**Palabras clave:** Acciones; ESG; Gobierno corporativo; Petrobras; Operación Lava Jato.

## 1. Introdução

A reputação corporativa tem se tornado cada vez mais importante para as companhias, principalmente porque contribui para a valorização de suas ações no mercado financeiro (Jeffrey et al., 2019; Koprowski et al., 2021). Desse modo, as empresas têm buscado adotar boas práticas de governança, já que, além de ajudarem a melhorar a reputação, também estimulam a tomada de decisão dos investidores de forma positiva, uma vez que os riscos tendem a ser minimizados (Spanos, 2005).

A governança também possui um papel fundamental no combate à corrupção no ambiente corporativo (Agyei-Mensah, 2017; Silva, 1999), que por sua vez representa um risco para a performance financeira das companhias (Koprowski et al., 2021; Krishnamurti et al., 2018). Isso porque escândalos que expõem práticas de corrupção podem acarretar custos associados a penalidades legais por exemplo, causando inclusive perda de valor das empresas (Karpoff et al., 2008), além de reduzir a confiança de investidores, os quais tendem a acreditar que empresas antiéticas são mais propensas a apresentarem queda em suas ações (Kim et al., 2014; Utz, 2018).

Nesse contexto, torna-se importante compreender como notícias de escândalos de corrupção afetam as ações das empresas envolvidas. Recentemente, alguns estudos buscaram analisar, por exemplo, o impacto de um dos maiores escândalos de corrupção do Brasil sobre as ações e o valor da maior empresa estatal do país, e líder do setor de óleo e gás nacional, a Petrobras; bem como os desdobramentos do processo de investigação conhecido como Operação Lava Jato (Bastos et al., 2016; Cordeiro Júnior et al., 2018; De Araújo et al., 2018; Silva, 1999; Torga et al., 2021; Vilela et al., 2018). A maioria desses trabalhos identificou impactos negativos a partir de diferentes metodologias.

Deflagrada em março de 2014, e tendo a Petrobras como uma das partes mais citadas, a Operação Lava Jato é considerada uma das maiores iniciativas anticorrupção da história recente do Brasil. Devido a sua complexidade, sob o ponto

de vista de todos os esquemas políticos e econômicos envolvidos e a serem investigados, foi necessário a abertura de diversas frentes de trabalho em vários estados como Paraná, Rio de Janeiro, São Paulo e Distrito Industrial (Brasil, 2021). O esquema envolvia diversas empresas e organizações, tanto empresas privadas quanto outras empresas estatais, inclusive.

Inicialmente, quatro organizações criminosas lideradas por doleiros (operadores do mercado paralelo de câmbio) foram investigadas e processadas, e logo em seguida, o Ministério Público Federal (MPF); instituição que defende a ordem jurídica e o regime democrático, bem como os direitos da população; recolheu provas de um grande esquema de corrupção que envolvia a Petrobras (Brasil, 2021).

Tal fato, ainda em março de 2014, culminou em uma queda repentina de credibilidade e de reputação (goodwill) da estatal frente ao mercado nacional e internacional, devido às frequentes publicações sobre o andamento da operação, que em poucas horas estamparam as manchetes dos grandes jornais de veiculação mundial. Isso porque os papéis da empresa também eram negociados na mais famosa bolsa de valores do mundo, a Bolsa de Nova Iorque, sob os tickers PBRA e PBR.

O presente estudo, portanto, tem como objetivo verificar se as fases da Operação Lava Jato, bem como as recorrentes notícias negativas relacionadas à Petrobras referente ao escândalo de corrupção no qual estaria envolvida, de fato afetaram os preços de suas ações (PETR3 e PETR4) negociadas na Bolsa de Valores Brasileira (BM&F Bovespa) entre 24/09/2013 e 23/09/2021. Além disso, o estudo busca compreender o comportamento das ações da empresa em dias considerados normais e em dias pós-eventos (escândalos) relacionados à empresa.

Diferente dos trabalhos anteriormente citados, este estudo utiliza uma nova abordagem. Utilizou-se o Teste Z de duas proporções e da Análise de Variância (ANOVA) para verificar a existência de diferença estatística e para identificar o comportamento das duas ações da estatal frente ao mercado no intervalo de tempo definido.

O trabalho foi estruturado da seguinte forma: seguido desta introdução, a seção 2 realiza uma revisão de literatura a respeito da importância da governança corporativa, no contexto ESG, para a reputação das empresas, bem como os trabalhos que analisaram o impacto dos escândalos de corrupção no valor de mercado da Petrobras - Além dos métodos estatísticos utilizados e as informações gerais sobre a empresa e seu envolvimento com a corrupção. Já a seção 3, apresenta a metodologia utilizada para desenvolvimento desta pesquisa. Na seção 4 são apresentados os resultados obtidos e a discussão acerca do desenvolvimento. Por fim, na seção 5 são apresentadas as considerações finais.

## **2. Referencial teórico**

### **2.1 ESG (Environmental, Social and Corporate Governance)**

O acrônimo ESG, do inglês, Environmental, Social and Governance representa uma resposta prática das organizações perante os desafios da sociedade contemporânea (Hourneaux et al., 2014; Martins et al., 2019). Na realidade, trata-se de agregar a geração de valor na organização com as questões ambientais, sociais e de governança corporativa (Giese et al., 2021). Para alguns autores, é ainda, uma maneira de transparecer comprometimento, responsabilidade e zelo com os stakeholders da organização (investidores, clientes, fornecedores e funcionários) e ainda com o mercado onde a organização está inserida (Balluchi et al., 2021; Chatzitheodorou et al., 2019; Maniatis, 2016).

Os critérios ESG estão sendo considerados também pelo mercado financeiro. Fundos específicos, índices e variedades de investimentos são exemplos de opções que um investidor possui para construir carteiras de investimentos que exploram os quesitos da sustentabilidade (Chatzitheodorou et al., 2019). Alguns autores defendem que carteiras que abordam investimentos em empresas sustentáveis podem estar menos expostas a riscos de volatilidade acentuada por fatores econômicos, sociais e ambientais (Baier et al., 2020; Chatzitheodorou et al., 2019; Hourneaux et al., 2014).

Uma organização precisa estar consciente de seu papel econômico e de seu papel como agente social (Mota et al., 2015). Nesse sentido, o ESG é como um ponteiro que indica e direciona a organização diante do seu papel, sobretudo dos

impactos gerados pelas suas atividades e pelo valor agregado de suas atividades e produtos (Caiado et al., 2019; Chatzitheodorou et al., 2019; Martins et al., 2019).

Paralelamente a isso, é preciso manter a solidez financeira, isto é, ser uma organização economicamente viável (Ahi e Searcy, 2013). Para isso é fundamental manter uma estrutura de governança capaz de unir esses elos: social, ambiental e econômico (Govindan et al., 2016). Desta forma, uma organização poderá se apresentar sustentável perante si mesma e diante de seus stakeholders (Mota et al., 2015).

O ESG aborda padrões e boas práticas indicadoras da consciência social, da sustentabilidade e da coerente governança de uma organização (Ahi & Searcy, 2013; Maniatis, 2016; Vlek & Steg, 2007). Em outras palavras, a sustentabilidade organizacional deve superar as fronteiras financeiras, sendo sustentável e capaz de atrair investidores atraídos por seus resultados financeiros, sociais e ambientais (Chatzitheodorou et al., 2019). Para alcançar esta façanha, a governança tem um papel fundamental (Addae-Korankye, 2014; Baier et al., 2020).

No escopo do ESG, o quesito governança diz respeito a forma como uma organização é gerida por seus administradores, diretores e demais gestores (Maniatis, 2016). O esforço do ESG será direcionado na compreensão e entendimento se os interesses da alta administração organizacional estão alinhados com os interesses dos stakeholders (investidores, clientes, fornecedores e funcionários) (Caiado et al., 2019; Maniatis, 2016).

Efetivamente, uma governança saudável significa zelar por alguns fatores (Baier et al., 2020; Chatzitheodorou et al., 2019). O primeiro deles é a transparência com as partes interessadas através da fiel demonstração em relatórios financeiros e contábeis, além de outros fatores pertinentes (Balluchi et al., 2021; Hourneaux et al., 2014). Outro fator relevante é a eficiência dos processos internos desencadeando em qualidade de serviços, produtos e atendimento (Addae-Korankye, 2014; Caiado et al., 2019).

Alguns autores apontam que um fator importante na governança é se prezar por uma gestão descentralizada (Giese et al., 2021; Hourneaux et al., 2014). Ainda nessa linha dos boards, outros autores destacam a importância do fator independência, equidade e diversidade nos conselhos (Balluchi et al., 2021; Raut et al., 2019; Vlek e Steg, 2007).

No que tange ao campo dos investimentos, é destacada a importância da boa relação com investidores, diversificação de investimentos e, ainda na remuneração de acionistas (dividendos, retorno sobre capital próprio, etc.) (Chatzitheodorou et al., 2019; Giese et al., 2021).

Por fim, no que tange a governança, diversos autores frisam a importância da reputação corporativa, ou seja, uma imagem organizacional consolidada (Vlek & Steg, 2007). Esse quesito requer políticas claras contra fraudes e corrupção internas (Balluchi et al., 2021). Além disso, é apontada a importância na redução de falhas e vulnerabilidades (Baier et al., 2020).

## **2.2 A relação do ESG e o mercado financeiro de ações**

Segundo Jeffrey et al. (2019) a reputação corporativa tem se tornado cada vez mais importante para as empresas, uma vez que uma boa reputação pode contribuir para a valorização de suas ações no mercado. Para os autores, uma das formas de melhorar a reputação das companhias é a partir do engajamento em práticas de Responsabilidade Social Corporativa (RSC), a qual por sua vez também está associada à performance financeira (Lankoski, 2008; Peloza, 2009; Roman et al., 1999) e à criação de valor para os stakeholders (Peloza & Shang, 2011).

Nesse contexto, práticas de governança corporativa, inserida na RSC, também estimulam positivamente as decisões dos investidores, e o valor de mercado das companhias (Falck e Heblich, 2007; Michelon et al., 2013; Orlitzky et al., 2003). Segundo Spanos (2005) a governança corporativa tem implicações significativas para as perspectivas de crescimento econômico de uma empresa, já que essas práticas diminuem o risco para os investidores, atraem capital de investimento e

melhoram o desempenho corporativo. De acordo com Haat et al. (2008), uma das formas de melhorar a confiança do investidor é a empresa ter boas práticas de governança corporativa que possam contribuir para melhores práticas financeiras. Uma boa governança corporativa pode contribuir para o sucesso econômico das empresas e para a estabilidade de longo prazo, o que, por sua vez, atrai investidores locais e estrangeiros (Agyei-Mensah, 2017). De acordo com Kim et al. (2014) o engajamento de responsabilidade social corporativa efetivamente mitiga o risco de queda do preço das ações.

Além disso, de forma geral, uma boa governança corporativa desempenha um papel importante na redução da corrupção corporativa (Agyei-Mensah, 2017). De acordo com Bahoo et al. (2020), a corrupção pode ser definida como uma atividade ilegal (suborno, fraude, crime financeiro, abuso, falsificação, favoritismo, nepotismo, manipulação, etc.) conduzida para ganho financeiro. Hoi et al. (2013) constataram que as empresas com atividades sociais irresponsáveis estão associadas a atos de elisão fiscal corporativa por exemplo.

Escândalos que exponham práticas como essas, podem acarretar custos associados às consequentes penalidades legais, causando inclusive perda de valor das empresas (Karpoff et al., 2008). Além disso, investidores, em geral, buscam evitar empresas que estejam relacionadas a escândalos corporativos, como em casos de corrupção, uma vez que acreditam que empresas antiéticas são mais predispostas a apresentarem quedas nos preços das ações (Kim et al., 2014; Utz, 2018). Por isso, é importante considerar o risco de corrupção quando se pensa em performance financeira das companhias (Krishnamurti et al., 2018).

Krishnamurti et al. (2018) analisaram a relação da RSC e a redução do risco de corrupção em 167 empresas de diferentes países. Os autores então concluíram que a RSC contribui para a redução direta do risco de corrupção apenas em países desenvolvidos, enquanto em países emergentes essa relação é insignificante, sendo importante considerar outras variáveis institucionais em cada situação.

Também com foco nos mercados emergentes, Lin e Chuang (2016) concluíram que as empresas sediadas em países emergentes possuem marcas menos valorizadas no cenário internacional, e apresentam dificuldade em projetar seus produtos no mercado, o que causa um impacto negativo no valor de suas ações. Em geral, isso ocorre porque nesses países os níveis de corrupção são mais elevados, e as instituições mais frágeis, fazendo com que as empresas tendem a agir de forma mais oportunista, já que serão beneficiadas pelo sistema corrupto, com o pagamento de suborno, por exemplo. Desse modo, as empresas acabam perdendo a confiança dos consumidores.

Por outro lado, Lau et al. (2013) buscaram analisar como a corrupção corporativa se relaciona com a volatilidade do mercado de ações em 14 países emergentes. Os autores concluíram que os países com um ambiente de negócios mais corrompido têm mercados de ações menos voláteis, mesmo depois de controlar a liquidez e a maturidade dos mercados, as características da empresa e as variáveis econômicas. Segundo os autores, os investidores consideram o suborno um fator que reduz a incerteza enfrentadas pelas empresas, e quando há convergência mais ampla de corrupção corporativa, a volatilidade do mercado de ações diminui, uma vez que se torna mais fácil prever o resultado de mudanças na política governamental e, portanto, eliminar a incerteza que tais mudanças impõem ao desempenho de uma empresa.

Em contrapartida, Grossi et al. (2018) utilizaram o método de estudo de evento, que consiste em analisar o impacto de notícias no comportamento dos preços das ações em torno do dia do evento, e foi verificada a influência da divulgação do caso de corrupção envolvendo a empresa JBS e políticos brasileiros sobre os valores das ações de empresas brasileiras negociadas no mercado americano de ações. Os autores concluíram que a divulgação de informações públicas sobre empresas e governos envolvidos em crimes corporativos ou escândalos de corrupção podem afetar a economia e o mercado financeiro. Isso porque houve uma perda considerável de valor no dia seguinte ao evento (em média 15%), e, cinco dias após o evento, houve uma perda cumulativa de 12%. Os pesquisadores afirmam que o estudo se opõe à Hipótese de Mercado Eficiente (Fama, 1970), uma vez que foram encontrados retornos anormais e não houve um ajuste instantâneo dos preços logo após o anúncio do fato.

Esse atraso, de acordo com Carvalho et al. (2008), pode ser interpretado como ineficiência de mercado.

### **2.3 Revisão integrativa das recentes pesquisas sobre o impacto da Operação Lava Jato nas ações da Petrobras**

Especificamente em relação aos casos de corrupção envolvendo a Petrobras, De Araújo et al. (2018) buscaram identificar os efeitos causados pela divulgação desses eventos a partir da deflagração da Operação Lava Jato sobre o retorno anormal acumulado das ações, tanto de companhias citadas nas investigações (envolvimento direto) quanto de companhias listadas nos setores das empresas citadas, utilizando o método de estudo de eventos para analisar 37 fases da Operação. De acordo com os autores, a Lava Jato reduziu o valor de mercado das empresas diretamente envolvidas com os escândalos de corrupção, como a Petrobras, enquanto para as demais empresas dos setores envolvidos, evidenciou-se um efeito positivo sobre o retorno anormal acumulado. Isso, segundo os autores, sugere que a deflagração de operações anticorrupção como a Lava Jato têm potencial para reduzir diferenças de precificação existentes entre empresas que participam diretamente de contratos fraudulentos e demais empresas do mesmo setor, uma vez que esse ajuste pode estar associado à correção feita pelo mercado mediante os prejuízos trazidos pela concorrência desleal à competitividade.

Já Bastos et al. (2016), além de analisarem os impactos causados pela Operação, também consideram os efeitos da crise mundial do petróleo que ocorreu paralelamente. Para isso, os pesquisadores estabeleceram a análise via mercado, utilizando-se a técnica estudo de eventos, bem como analisando-se os indicadores contábeis, além de utilizarem o método do teste T de Student para verificar se as variações antes e durante a crise foram significativas. Desse modo, foi observado que após o anúncio da operação Lava Jato, os retornos anormais das ações ordinárias reagiram de forma positiva com 5% de significância, enquanto os referentes às ações de preferências não obtiveram reação. Os autores sugerem que isso se deve ao fato de ter havido uma expectativa de criação de valor ao se instaurar uma investigação na administração, até então considerada como ineficiente, da empresa e esperar por mudanças na sua composição e ser geridas por gestores mais competentes.

Com o mesmo propósito, porém utilizando o modelo GARCHX-in-mean para realizar o método de estudo de eventos, Padula e Albuquerque (2018) observaram que, durante a Operação Lava Jato (2014-2016), houve uma grande desvalorização nas maiores empresas estatais negociadas na bolsa de valores nacional, bem como em suas American Depositary Receipt (ADR), o que gerou um cenário de fuga de recursos financeiros, indicando uma queda no crescimento econômico. Os autores afirmam que, de forma geral, as ações no mercado internacional foram mais impactadas pelo evento do que o mercado nacional, tendo em vista que a PBR.A e a PBR (ativos da Petrobras no mercado americano), por exemplo, sofreram uma desvalorização de -36,41% e -20,46% respectivamente, enquanto a PETR4 uma queda de -15,97% e a PETR3 não apresentou evidências de alteração estatisticamente significante.

Seguindo a mesma linha, Cordeiro Júnior et al. (2018) observaram como o comportamento da ação ordinária da Petrobras em cada uma das primeiras 47 fases da operação Lava Jato, e desse modo, também verificaram um efeito negativo sobre as ações, embora destaquem que o mercado de capitais tenha demorado para reagir negativamente diante da investigação criminal noticiada pela mídia. Além disso, segundo os autores, apesar de a empresa ter sido impactada pela operação, esse efeito não se mostrou duradouro, pois as ações caíram, mas recuperaram-se após aproximadamente 2 anos.

Torga et al. (2021), por sua vez, buscaram identificar os efeitos da Operação Lava Jato no mercado de capitais brasileiro com foco na empresa Petrobras a partir de uma pesquisa quantitativa, a qual se baseou em evidências do volume de pesquisa on-line relacionado ao movimento dos preços das ações. Os autores utilizaram a ferramenta Google Trends para identificar as datas em que houve mais buscas das palavras-chave “Lava Jato” e “corrupção” na internet, a fim de encontrarem uma relação entre o sentimento que as fases da Operação despertavam na sociedade, e o impacto disso nas ações das empresas. Observou-se então que houve reações significativas nos momentos em que havia maior busca desses termos, e o fluxo do

capital parece ter optado por ativos mais confiáveis do que as ações PETR3 e PETR4 em algumas das semanas estudadas depois do início da Operação.

Também com uma abordagem diferente, Vilela et al. (2018) utilizaram o modelo de avaliação do Fluxo de Caixa Descontado, em três cenários de projeção com taxas de atratividade distintas, para mensurar o valor da Petrobras após a deflagração dos escândalos de corrupção apontados pela operação Lava Jato entre 2014 e 2016. Os autores observaram que nos três cenários avaliados houve uma redução do valor de empresa durante o período de projeção adotado (5 a 10 anos) e uma recuperação discreta no período residual. Os autores concluem, portanto, que a corrupção afetou negativamente o valor da Petrobras, embora também ressaltem que os resultados não podem ser tomados como único parâmetro para mensurar os impactos da corrupção na Petrobras, já que há um grau de subjetividade nas variáveis que influenciam o valor de uma empresa e que não podem ser captadas pelo método utilizado.

#### 2.4 Teste de hipóteses para diferenças entre proporções

Muitos problemas em ciências e engenharia requerem que se decida entre duas afirmações mutuamente excludentes acerca do valor de algum parâmetro (Douglas C Montgomery & George C. Runger, 2016).

Os testes de hipóteses são bastante úteis quando se quer fazer inferências em relação a um parâmetro da população, ou até mesmo da distribuição da população, através da análise das diferenças entre os resultados observados e os resultados que se espera obter (Levine et al., 2008; Montgomery, 2016). No entanto, do ponto de vista estatístico:

Uma hipótese estatística, ou simplesmente hipótese, é uma alegação ou afirmação sobre o valor de único parâmetro, sobre os valores de vários parâmetros ou sobre a forma de uma distribuição de probabilidade inteira (Devore, 2006, p. 275).

Em qualquer problema de testes de hipótese existem sempre duas suposições contraditórias. A hipótese nula,  $H_0$ , é a alegação assumida como verdadeira, que em geral é formulada em termos de igualdade entre parâmetros. Já a hipótese alternativa,  $H_1$ , é a afirmativa contraditória da  $H_0$ , que é aceita como verdade quando se tem evidências suficientes de assumir a  $H_0$  como falsa. Em geral, a hipótese alternativa é descrita em termos de desigualdades ( $\neq$ ,  $<$  ou  $>$ ) (Barbetta et al., 2010).

Ao tentar se fixar decisões, é decoroso a formulação de hipóteses a respeito das populações interessadas. As suposições, sendo verdadeiras ou não, são denominadas hipóteses estatísticas; e o processo de decisão para se aceitar ou rejeitar estas hipóteses é denominado teste de hipóteses (Toledo & Ovalle, 1981).

Em um teste de hipóteses, o primeiro passo a ser tomado acerca da definição do problema é formular as hipóteses, que devem ser duas: a hipótese nula ( $H_0$ ) e a hipótese alternativa ( $H_1$ ), que contesta a hipótese nula. Após enunciar-se as hipóteses, deve-se fixar o limite do erro, chamado de nível de significância e denotado por  $\alpha$ , e identificar a estatística do teste. Ao se considerar  $\alpha$  e a estatística, determina-se a região crítica para  $H_0$ . Avalia-se então o nível de evidência que a estatística amostral possui contra a hipótese nula, isto é, assumindo  $H_0$  verdadeira, calcula-se a probabilidade de se encontrar uma estatística tão ou mais distante que a estatística amostral. Em sendo essa probabilidade menor que o nível de significância, conclui-se pela rejeição da hipótese nula. Em caso de a estatística do teste resultar em uma probabilidade maior que o nível de significância, conclui-se pela não rejeição da hipótese nula. Levine et al. (2008) mencionam que deixar de rejeitar a hipótese nula não significa que ela seja verdadeira, pois a “decisão é baseada somente em informações sobre a amostra e não sobre a população inteira”, portanto, caso a hipótese nula não seja rejeitada pode-se apenas afirmar que não existem evidências suficientes para garantir sua rejeição. A metodologia de teste de hipótese é projetada de tal maneira que a rejeição da hipótese nula seja baseada em evidências contidas nas amostras.

O Teste Z é um teste estatístico tipicamente usado para determinar se a diferença entre a média da amostra e da

população é grande o suficiente para ser significativa estatisticamente (Solanky et al., 2019). Este também é um teste útil para testar a diferença entre duas médias ou duas proporções, isto é, o teste busca evidência estatística nas amostras contra a hipótese de igualdade entre médias ou proporções. A estatística do teste Z para testar a igualdade entre duas proporções é dada pela Equação 1, a seguir.

Equação 1 - Estatística do Teste Z

$$Z = \frac{(\hat{p}_1 - \hat{p}_2)}{\sqrt{\hat{p}(1 - \hat{p})\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

Onde:

$\hat{p}_1$  = proporção de sucesso da primeira variável e  $n_1$  = tamanho da amostra 1;

$\hat{p}_2$  = proporção de sucesso da segunda variável e  $n_2$  = tamanho da amostra 2;

$\hat{p}_3$  = proporção de sucesso das duas amostras.

Esse teste deve ser utilizado para amostras grandes, tipicamente maiores que 30, de modo a satisfazer as condições do teorema central do limite (Douglas C Montgomery & George C. Runger, 2016).

## 2.5 A análise de variância (ANOVA - Analysis of Variance)

De acordo com Montgomery (2009) a análise de variância, também conhecida como ANOVA, é uma abordagem utilizada para se comparar médias de grupos de interesse. A ANOVA é então um teste de hipótese que busca avaliar se há diferenças estatisticamente significativa entre as médias dos grupos investigados (Montgomery & Montgomery, n.d.).

De acordo com Walpole et al. (2009) a ANOVA é um procedimento poderoso para testar a homogeneidade de um conjunto de médias. Entretanto, ao rejeitar a hipótese nula – de que as médias são iguais – e aceitar a hipótese alternativa – de que as médias não são iguais – ainda não é possível saber quais dentre as médias populacionais são iguais e quais são diferentes. Em geral, é de interesse realizar diversas (talvez, todas as possíveis) comparações correlacionadas entre os tratamentos.

Segundo Scudino (2008), quando se tem problemas com duas ou mais amostras de distribuições normais é natural que se tenha interesse em comparar as variâncias populacionais. Assim, considerando uma amostra  $X_1, \dots, X_n$ , onde  $X_i \sim (\mu, \sigma^2)$ , pode-se testar hipóteses acerca do valor das variâncias. Segundo Pagotto et al. (2021), o teste estatístico utilizado para comparar as médias dos tratamentos na ANOVA foi proposto por Ronald Aylmer Fisher, e é chamado teste Z de Fisher. Atualmente, o teste foi suprido pelo seu equivalente teste F de Snedecor, ou simplesmente teste F. Caso o teste F seja significativo, sendo os tratamentos qualitativos, então a aplicação de testes de médias é feita, com o objetivo de investigar eventuais diferenças entre pares de médias específicas ou combinações lineares dessas médias.

O teste F global da ANOVA testa a hipótese nula de igualdade entre as médias populacionais dos tratamentos comparados, a qual também é chamada de hipótese de homogeneidade. Caso o teste F seja significativo, então rejeita-se a hipótese de homogeneidade e faz-se a aplicação de testes de comparação de médias, com o objetivo de investigar quais delas diferem entre si (Pagotto et al., 2021).

## 2.6 A Petrobras em números (empresa objeto de estudo)

A Petróleo Brasileiro S.A., estabelecida como uma das maiores produtoras de petróleo e gás do mundo, atuando principalmente na exploração e produção, refino, geração e comercialização de energia (Petrobras, 2022), é também considerada uma das maiores empresas nacionais de alcance global.

Em termos econômicos, operacionais e de áreas de atuação. A Figura 1, a seguir, ilustra os números relativos a estas dimensões.

**Figura 1** - A Petrobras em números.



Fonte: Adaptado de Petrobras (2021).

Fundada em 3 de outubro de 1953, como resultado de uma campanha popular que durou sete anos (Somos, n.d.), a Petrobras é uma empresa estatal de economia mista, de capital aberto (sociedade anônima). Sua sede está localizada na cidade do Rio de Janeiro, no entanto a empresa atua em 19 países, através de joint ventures e demais parcerias.

À época, a Petrobras foi criada a partir da Lei Federal nº 2.004, de 3 de outubro de 1953, que dispunha sobre a Política Nacional do Petróleo e que definia as atribuições do Conselho Nacional do Petróleo - que em sua essência legislava a respeito do regime de monopólio da estatal no setor (exploração, produção, refino e transporte do petróleo no país). Lei que fora revogada na década de 90, por meio da promulgação da Lei Federal nº 9.478, de 6 de agosto de 1997 que dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo e que institui o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) e a Agência Nacional do Petróleo (ANP) - que dentre outros quesitos, permite uma abertura concorrencial e passa a regulamentar a competição entre as empresas nacionais e estrangeiras do setor, que operam dentro do país.

Em 2007, a empresa concretiza a descoberta do pré-sal da costa brasileira, que por sua vez trouxe um novo horizonte para a indústria de petróleo mundial, alcançando, em cerca de sete anos depois, a marca de 300 mil barris de petróleo por dia (Somos, n.d.).

Apesar deste ritmo crescente rumo ao ápice operacional, a empresa viu-se diante de um dos maiores escândalos ligados à corrupção do país. Sendo alvo de uma operação investigativa que perdura anos - a já citada: Operação Lava Jato.

Segundo Brasil (2021), a origem do nome da operação (Operação Lava Jato) decorre do uso de uma rede de postos de

combustíveis e lava a jato de automóveis para movimentar recursos ilícitos pertencentes a uma das organizações criminosas inicialmente investigadas. Embora os trabalhos tenham avançado para outros rumos, o nome inicial se consagrou.

No entanto, mesmo após mais de seis anos ininterruptos, as designações foram prorrogadas e, em 2021 os trabalhos foram incorporados pelos GAECOS (Grupos de Atuação Especial de Combate ao Crime Organizado), que conferem estabilidade e caráter duradouro para a continuidade das investigações (Brasil, 2021).

Ainda segundo Brasil (2021), nesse esquema, grandes empreiteiras organizadas em cartel pagavam propina para altos executivos da estatal e outros agentes públicos, onde os valores variavam de 1% a 5% do montante total de contratos bilionários superfaturados e eram distribuídos por meio de operadores financeiros do esquema, incluindo doleiros investigados na primeira etapa.

Visando o combate à corrupção e de forma a agir colaborativamente com a justiça, nos âmbitos nacional e internacional. Em 2018, a Petrobras firmou acordos com as autoridades norte-americanas e brasileiras para resolver de forma integral os questionamentos decorrentes da investigação, acordos que confirmaram a condição de vítima da Petrobras no esquema de corrupção, pois a empresa não efetuou quaisquer recebimentos ou pagamentos indevidos (Petrobras, 2021).

Em contrapartida, estes acordos estabeleceram algumas medidas corretivas que a companhia teve que se adequar ao longo dos anos e que resultaram em providências executadas pela própria empresa, como por exemplo, a aprovação de um programa de prevenção à corrupção - Programa Petrobras de Prevenção à Corrupção (PPPC).

O PPPC representa o conjunto de medidas desenvolvidas e implementadas pela companhia de forma integrada com o objetivo de prevenir, detectar e corrigir desvios éticos, incluindo fraude, corrupção e lavagem de dinheiro (Petrobras, 2021).

Assim, diante de todo o exposto e considerando que os papéis da companhia (tickers PETR3 e PETR4) possuem uma certa correlação com um dos principais termômetros do mercado financeiro do Brasil, o Índice Bovespa (IBovespa). Vide Figura 2.

**Figura 2** - IBovespa vs. PETR3 e PETR4.



Fonte: Adaptado de B3 (2021).

E partindo do princípio de que a maior empresa estatal do país estaria de fato envolvida neste escândalo de corrupção e de que isto afetou de alguma forma o preço de suas ações negociadas em bolsa, surge a situação a ser analisada no presente estudo, bem como o interesse de realizar-se uma análise estatística com o objetivo de estudar este fenômeno, conforme detalhado no tópico seguinte.

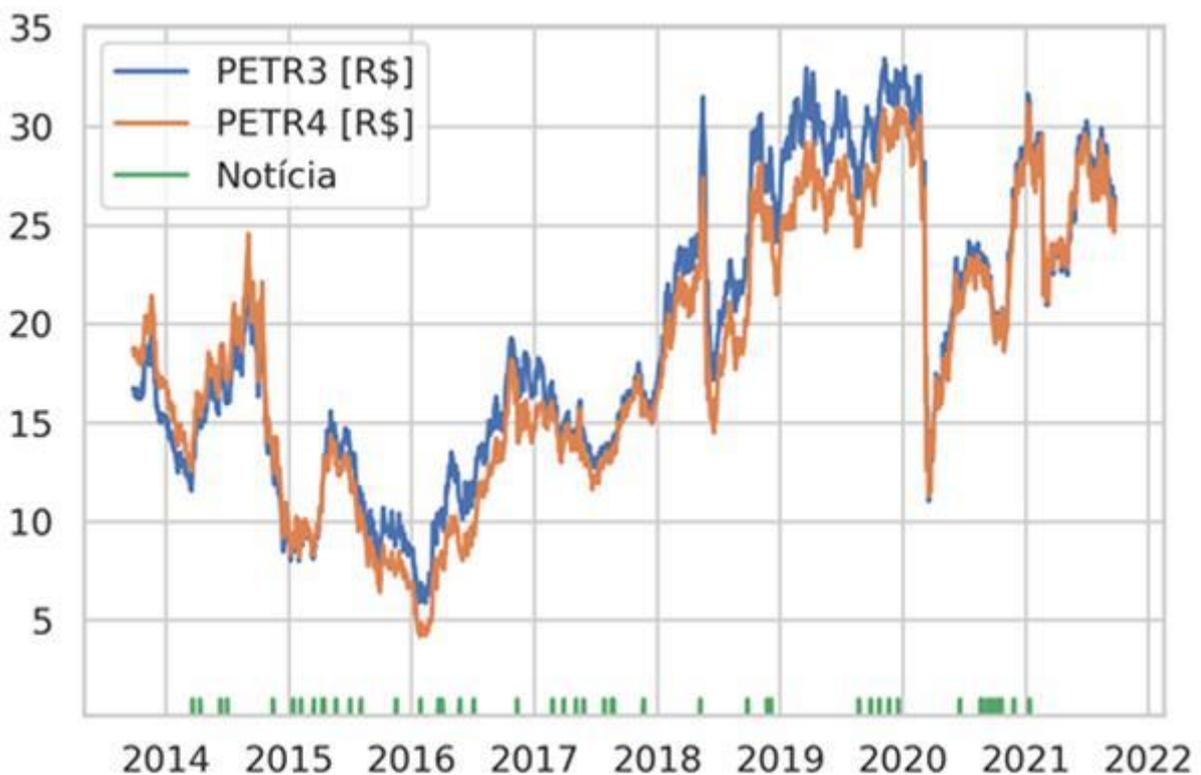
### 3. Metodologia

Com o objetivo de averiguar o efeito das notícias que apresentaram algum potencial de comprometimento negativo da imagem da Petrobras acerca de seu valor de mercado (observado através das cotações das ações PETR3 e PETR4), foi aplicado o teste Z para as duas proporções e a ANOVA no período de 24/09/2013 a 23/09/2021.

Para o estudo, foi realizado um teste estatístico entre os dados totais e as datas que ocorreram o evento (dia do evento e dia seguinte), verificando se há diferença estatisticamente relevante. Dessa forma, foi possível verificar se haveria diferença estatística para o comportamento do preço da ação em dias normais e em dias após notícias de escândalo da Operação Lava Jato envolvendo a Petrobras.

A partir das informações divulgadas por CNN (2020) sobre as fases da Operação Lava Jato, foram coletadas as datas nas quais a Petrobras foi citada. A Figura 3 mostra o comportamento das ações durante o período levantado, com marcação nas datas comentadas.

**Figura 3** - Comportamento das ações durante o estudo.



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados extraídos de B3 (2021).

No teste Z, comparou-se a proporção de subida (ou manutenção) e queda no preço das ações (PETR3 e PETR4) em dois grupos: amostra contendo todos os pontos (1.977 dias) e amostra contendo apenas os dias de notícias envolvendo a PETROBRAS (48 dias), sendo utilizado um nível de confiança de 5%.

A hipótese nula no teste Z consiste que as duas proporções são iguais: "A probabilidade de o preço da ação subir no dia seguinte à notícia é igual à probabilidade de subir em qualquer outro dia. Isto é, não há evidência estatística de que o escândalo impacta no preço". O teste vai buscar evidência nos dados para rejeitar essa hipótese de que os eventos impactam negativamente no preço.

Uma outra análise foi realizada: "Será que as quedas pós-evento são quedas meramente eventuais, normais para a ação, ou quando tem influência, essa queda é mais proeminente do que as quedas normais? As quedas são mais proeminentes

depois dos eventos ou são iguais?".

Para tal, adotou-se os seguintes passos:

- 1) calculou-se a média da magnitude das quedas no histórico completo;
- 2) calculou-se a média da magnitude das quedas pós-evento;
- 3) compararam-se as duas médias para responder.

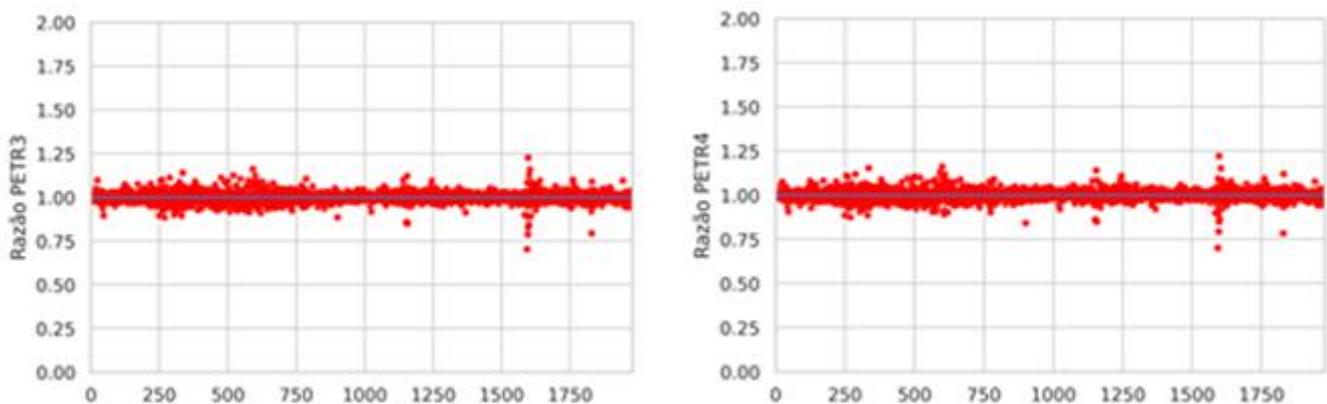
A ANOVA foi utilizada como instrumento de análise para um nível de significância de 5%. O teste ANOVA é uma maneira de testar se as diferenças entre as médias de um experimento são estatisticamente significativas. A ANOVA utiliza de testes F para testar estatisticamente a igualdade entre médias. A estatística F é a razão de duas variâncias.

Naturalmente, é tomado como premissa que as ações da Petrobrás apresentam eficiência de mercado: seu valor reflete todas as informações disponíveis. Na prática isto significa que o preço nominal da ação reflete seu valor "real". Visto que o estudo só faz sentido se as ações puderem variar seu valor em um intervalo curto de tempo, tal premissa, além de ser necessária ao trabalho, é também plausível, vide por exemplo a demonstração de (Maciel et al., 2015), considerando que a Petrobrás é uma das empresas com maior movimentação na bolsa brasileira. Só em maio de 2018, por exemplo, houve movimentação de 2,66 bilhões de reais, respondendo por 20,8% da movimentação total da bolsa brasileira (Economica, 2018).

#### 4. Resultados e Discussão

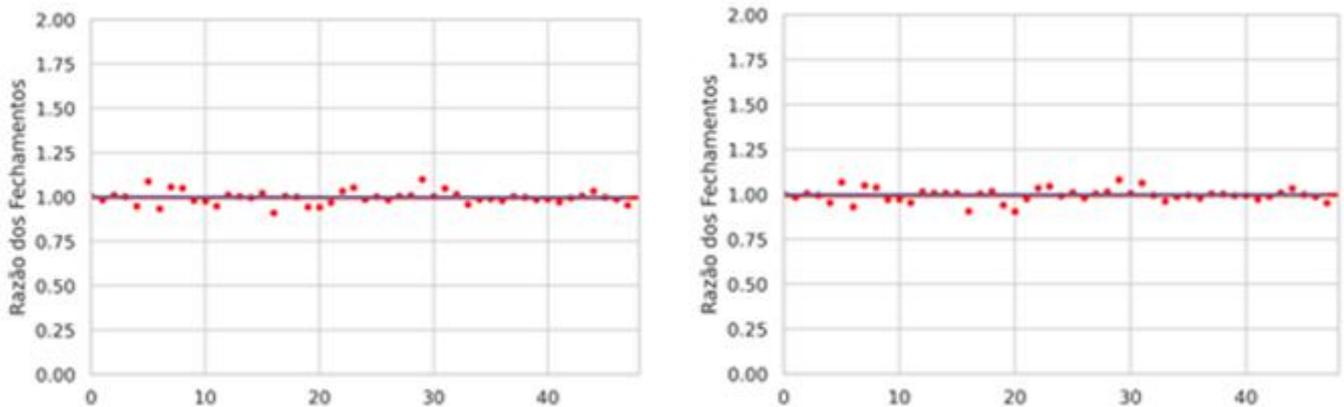
Uma análise preliminar do comportamento das ações é apresentada na Figura 4 e na Figura 5, que mostram a razão entre os valores das ações (isto é, o valor de fechamento da ação no dia seguinte à notícia dividido pelo valor de fechamento da ação no dia da notícia), para as ações PETR3 e PETR4, para todo o período levantado e para somente os dias de evento. Pode-se observar que não há grande diferença no comportamento das ações entre os dias totais e os dias de notícia.

**Figura 4** - Razão do valor das ações (total) - Fechamento Seguinte / Fechamento.



Fonte: Autores.

**Figura 5** - Razão do valor das ações (eventos) - Fechamento Seguinte / Fechamento.



Fonte: Autores.

A Tabela 1 resume os resultados preliminares em relação a subida ou manutenção e queda das ações PETR3 e PETR4 em dias normais e após notícias de escândalo.

**Tabela 1** - Resultados preliminares (Qtd. Subidas ou Manutenção x Qtd. Quedas).

Registros	Datas Normais (Dias Normais)		Datas com Registros (Pós-notícias de escândalo)	
	PETR3	PETR4	PETR3	PETR4
Qtd. Subidas ou Manutenção	1016	1027	23	23
Qtd. Quedas	961	950	25	25

Fonte: Autores.

A ação PETR3, em dias normais, teve seu valor mantido ou subiu de valor 1.016 vezes, enquanto apresentou queda 961 vezes. Na ação PETR3, após notícias de escândalo, teve seu valor mantido ou subiu de valor 23 vezes, enquanto apresentou queda 25 vezes. Na ação PETR4, em dias normais, teve seu valor mantido ou subiu de valor 1.027 vezes, enquanto apresentou queda 950 vezes. Na ação PETR4, após notícias de escândalo, o preço foi mantido ou subiu de valor 23 vezes, enquanto apresentou queda em 25 vezes.

Por meio da aplicação da estatística de teste mostrada na Equação 1, apresentada anteriormente, encontrou-se o valor de  $Z = 0,47584$  para PETR3 e  $Z = 0,55223$  para PETR4. Utilizou-se o nível de confiança de 5%, que tem o escore ( $z$ ) associado de 1,96. Como o valor de  $Z$  é inferior ao escore ( $z$ ) em PETR3 e PETR4, não se deve rejeitar a hipótese nula ( $H_0$ ) em ambas as situações. Dessa forma, pode-se inferir que não há evidência amostral de que as duas proporções não sejam iguais tanto em PETR3 quanto em PETR4. A probabilidade de a ação subir no dia seguinte à notícia é igual à probabilidade de subir em qualquer outro dia. Em outras palavras, não há evidência estatística de que o escândalo impacta no preço em ambas as ações.

Verificou-se, portanto, que as notícias de escândalo não impactaram na queda do preço da ação na maior parte dos eventos. Porém, quando ocorrem quedas no valor das ações, após os eventos, elas podem ter sido consideravelmente superiores à queda média em dias normais. O número esperado de quedas é igual e quando há quedas, elas são iguais às quedas normais

do dia a dia ou podemos dizer que os números esperados de quedas são iguais, no entanto, quando ocorrem quedas, após os eventos, elas são mais proeminentes?

Por meio da ANOVA, foi possível verificar se as médias das quedas no preço das ações são iguais ou não. Testou-se, dessa forma, a hipótese da igualdade dos dois grupos (total e com eventos de escândalo) para PETR3 e PETR4, vide Tabela 2 e Tabela 3, a seguir.

**Tabela 2** - ANOVA para PETR3.

Anova: fator único

RESUMO

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
Coluna 1	961	-21,6768	-0,02256	0,000596
Coluna 2	25	-0,69459	-0,02778	0,000537

ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	0,000665721	1	0,000666	1,11917	0,290357	3,850926
Dentro dos grupos	0,585317425	984	0,000595			
Total	0,585983146	985				

Fonte: Autores.

**Tabela 3** - ANOVA para PETR4.

Anova: fator único

RESUMO

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
Coluna 1	950	-22,0706	-0,02323	0,000611
Coluna 2	25	-0,73438	-0,02938	0,000727

ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	0,000919229	1	0,000919	1,496563	0,221497	3,851034
Dentro dos grupos	0,597642529	973	0,000614			
Total	0,598561758	974				

Fonte: Autores.

Após os cálculos e análises das tabelas acima, o valor de  $F_{\text{calculado}}$  é comparado com o  $F_{\text{crítico}}$ , definido pelo nível de significância e pelos graus de liberdade. Caso  $F_{\text{calculado}} > F_{\text{crítico}}$ , devemos rejeitar a hipótese nula.

Como observa-se na Tabela 2, em PETR3, a ANOVA obteve um valor de  $F_{\text{calculado}} = 1,11917$ , inferior ao  $F_{\text{crítico}} = 3,850926$ . Da mesma forma, na Tabela 3, em PETR4, a ANOVA obteve um valor de  $F_{\text{calculado}} = 1,496563$ , inferior ao  $F_{\text{crítico}} = 3,851034$ . Nesse caso então, não se tem evidência estatística suficiente para dizer que as médias são diferentes em ambas as ações. Dessa forma, não se pode afirmar que as quedas são mais proeminentes após notícias de escândalo.

## 5. Considerações Finais

O presente trabalho teve como objetivo analisar de que forma as ações da Petrobras (PETR3 e PETR4), negociadas na Bolsa de Valores brasileira, se comportaram ao longo de um dado período (24/09/2013 a 23/09/2021), mediante as publicações de notícias veiculadas a companhia e a Operação Lava Jato.

Por meio da aplicação do teste Z para duas proporções e a ANOVA, para o mesmo período, foi identificado que as notícias de escândalos não impactaram diretamente na queda do preço das ações em dias normais e, nos casos das quedas em dias de publicação de escândalos, estas não foram acentuadas (ou superiores) em relação à quando havia evidências de notícias negativas veiculadas pela mídia. A partir destes resultados, concluiu-se que não houve evidência estatística de que notícias de escândalos durante tal período influenciaram nos preços de ambas as ações.

Em síntese, destaca-se a contradição entre os resultados obtidos neste estudo e a expectativa do mercado frente a divulgação de notícias negativas referente a companhia, pois apesar de a Petrobras ter tido um certo protagonismo quando se fala em Operação Lava Jato, os seus papéis negociados em bolsa de valores não sofreram influências diretas sob tal condição de “quebra de reputação” da empresa. Tal fato sugere que a Petrobras tem uma marca bastante fortalecida em termos de reputação, embora seu valor de mercado tenha sofrido uma certa variação no curto/médio prazo.

Outro fato a ser destacado são as influências do ambiente político no qual o Brasil estava passando em 2016, sobretudo devido ao processo de impeachment da então Presidenta Dilma Rousseff e a nova gestão do Presidente Michel Temer. Esses fatos, de acordo com o entendimento de alguns especialistas citados anteriormente, foram determinantes para os papéis da companhia voltarem a ser valorizados frente ao mercado. Além disso, a empresa também cooperou com o fornecimento de dados e informações que colaboraram positivamente para o bom andamento da Operação Lava Jato, além da reestruturação de sua governança corporativa.

Neste sentido, este estudo contribui como um complemento ao que ocorrera ao longo do período estudado, sob uma óptica complementar em relação às demais formas de análises apresentadas em outras pesquisas relacionadas ao tema.

Como sugestão para trabalhos futuros, propõe-se a realização de estudos que considerem que o intervalo de dias (sobre o qual será feita a análise da variação do preço da ação) seja maior, isto é, ao invés de ser tomado o dia do evento e o dia seguinte, tomar-se-ia por exemplo, um intervalo desde o dia do evento até três ou dez dias depois, realizando uma relação comparativa entre as análises. Naturalmente, tal liberdade de escolha do intervalo implica no potencial de fundamentação em alguma técnica teórico-prática.

Outra sugestão está relacionada à oportunidade de analisar-se outras empresas envolvidas com o mesmo escândalo de corrupção deflagrado pela Operação Lava Jato e compará-las, como é o caso da empresa JBS, que também possui papéis negociados em bolsa de valores. Assim, surgem novas oportunidades de pesquisas futuras, seja com o foco maior na própria Petrobras ou com o estabelecimento de um estudo comparativo entre a Petrobras e outras empresas envolvidas na Operação Lava Jato.

## Referências

- Addae-Korankye, A. (2014). Causes of Poverty in Africa : A Review of Literature. *American International Journal of Social Science*, 3(7), 147–153.
- Agyei-Mensah, B. K. (2017). The relationship between corporate governance, corruption and forward-looking information disclosure: a comparative study. *Corporate Governance (Bingley)*, 17(2), 284–304. <https://doi.org/10.1108/CG-11-2015-0150>
- Ahi, P., & Searcy, C. (2013). A comparative literature analysis of definitions for green and sustainable supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, 52, 329–341. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.02.018>
- Alberto, P., Marcelo, B., Reis, M., & Cezar, A. (2004). *Estatística para Cursos de Engenharia e Informática dados*.
- B3. (2021). *Ações - Market, data e índices*. B3. [https://www.b3.com.br/pt\\_br/market-data-e-indices/servicos-de-dados/market-data/cotacoes/?symbol=IBOV](https://www.b3.com.br/pt_br/market-data-e-indices/servicos-de-dados/market-data/cotacoes/?symbol=IBOV)

- Bahoo, S., Alon, I., & Paltrinieri, A. (2020). Corruption in international business: A review and research agenda. *International Business Review*, 29(4), 101660. <https://doi.org/10.1016/j.ibusrev.2019.101660>
- Baier, P., Berninger, M., & Kiesel, F. (2020). Environmental, social and governance reporting in annual reports: A textual analysis. *Financial Markets, Institutions and Instruments*, 29(3), 93–118. <https://doi.org/10.1111/fmii.12132>
- Balluchi, F., Lazzini, A., & Torelli, R. (2021). Credibility of environmental issues in non-financial mandatory disclosure: Measurement and determinants. *Journal of Cleaner Production*, 288, 125744. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125744>
- Bastos, E. D. S., Rosa, M. P. da, Pimenta, M. M. M., Bastos, de S. E., Rosa, M. P. da, & Pimenta, M. M. M. (2016). Os Impactos da Operação Lava Jato e da Crise Internacional do Petróleo nos Retorno Anormais e Indicadores Contábeis da Petrobras 2012-2015. *Pensar Contábil*, 18(67), 49–56.
- Brasil. Ministério Público Federal. (2021). *Entenda o caso - Caso Lava Jato*. Ministério Público Federal. <http://www.mpf.mp.br/grandes-casos/lava-jato/entenda-o-caso>
- Caiado, R. G. G., Quelhas, O. L. G., Nascimento, D. L. de M., Anholon, R., & Leal Filho, W. (2019). Towards sustainability by aligning operational programmes and sustainable performance measures. *Production Planning and Control*, 30(5–6), 413–425. <https://doi.org/10.1080/09537287.2018.1501817>
- Carpenter, T., & Jones, K. (2015). Online Early — Preprint of Accepted Manuscript preprint accepted manuscript. *Journal of International Accounting Research*, 90(4), 1395–1435.
- Carvalho, L. F., Malaquias, R. F., & Ribeiro, K. C. de S. (2008). Reação dos preços das ações de companhias que compõem o IGC à divulgação das ITRs e IANs. *Anais Do Congresso Brasileiro de Custos - ABC*. <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/1303>
- Chatzitheodorou, K., Skouloudis, A., Evangelinos, K., & Nikolaou, I. (2019). Exploring socially responsible investment perspectives: A literature mapping and an investor classification. *Sustainable Production and Consumption*, 19(xxxx), 117–129. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2019.03.006>
- CNN. (2020). *Relembra todas as 79 fases da operação Lava Jato, que chegou ao fim*. CNN. <https://www.cnnbrasil.com.br/politica/seis-anos-da-lava-jato-relembra-todas-as-fases-da-operacao/>
- Cordeiro Júnior, E. C., Penedo, A. S. T., & Pereira, V. S. (2018). Efeitos Práticos da Gestão no Valor Acionário da Petrobras. *Estudos Do CEPE*, 48, 103–114. <https://doi.org/10.17058/cepe.v0i48.12662>
- De Araújo, E. C. C., Rodrigues, V. R. dos S., Monte-mor, D. S., & Correia, R. D. (2018). Corrupção e valor de mercado: os efeitos da Operação Lava Jato sobre o mercado de ações no Brasil. *Revista Catarinense Da Ciência Contábil*, 17(51), 41–58. <https://doi.org/10.16930/2237-7662/rccc.v17n51.2626>
- Devore, J. L. (2006). *Probabilidade e estatística para engenharia e ciências* (Cengage (ed.); 6ª ed.). Cengage.
- Douglas C Montgomery, & George C. Runger. (2016). *Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenharia*.
- Economática. (2018). *Giro do volume financeiro: da Bovespa em maio é Recorde histórico. Petrobras responde por 20,8% do total movimentado no mercado*. <https://insight.economatica.com/giro-do-volume-financeiro-bovespa/>
- Falck, O., & Heblich, S. (2007). Corporate social responsibility: Doing well by doing good. *Business Horizons*, 50(3), 247–254. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2006.12.002>
- Fama, E. F. (1970). Stock market price behavior. *The Journal of Finance*, 25(2), 383–417.
- Giese, G., Nagy, Z., & Lee, L.-E. (2021). Deconstructing ESG Ratings Performance: Risk and Return for E, S, and G by Time Horizon, Sector, and Weighting. *The Journal of Portfolio Management*, 47(3), 94–111. <https://doi.org/10.3905/jpm.2020.1.198>
- Govindan, K., Seuring, S., Zhu, Q., & Azevedo, S. G. (2016). Accelerating the transition towards sustainability dynamics into supply chain relationship management and governance structures. *Journal of Cleaner Production*, 112, 1813–1823. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.11.084>
- Grossi, J. C., Arantes, P. P. M., Vilela, E. H. P., Ribeiro, K. C. de S., & Carvalho, L. F. (2018). Brazilian ADR's traded on U.S exchange market: Behavior of stock prices after the disclosure of corruption scandals. *Espacios*, 39(26).
- Haat, M. H. C., Rahman, R. A., & Mahenthiran, S. (2008). Corporate governance, transparency and performance of Malaysian companies. In *Managerial Auditing Journal* (Vol. 23, Issue 8). <https://doi.org/10.1108/02686900810899518>
- Houmeaux, F., Hrdlicka, H. A., Gomes, C. M., & Kruglianskas, I. (2014). The use of environmental performance indicators and size effect: A study of industrial companies. *Ecological Indicators*, 36, 205–212. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.07.009>
- Jeffrey, S., Rosenberg, S., & McCabe, B. (2019). Corporate social responsibility behaviors and corporate reputation. *Social Responsibility Journal*, 15(3), 395–408. <https://doi.org/10.1108/SRJ-11-2017-0255>
- Karpoff, J. M., Lee, D. S., & Martin, G. S. (2008). The cost to firms of cooking the books. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 43(3), 581–611. <https://doi.org/10.1017/S0022109000004221>
- Kim, Y., Li, H., & Li, S. (2014). Corporate social responsibility and stock price crash risk. *Journal of Banking and Finance*, 43(1), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2014.02.013>
- Koprowski, S., Kreina, V., Mazzioni, S., & Magro, C. B. D. (2021). Corporate Governance and Political Connections in Anti-Corruption Practices. *RAE Revista de Administracao de Empresas*, 61(2), 1–14. <https://doi.org/10.1590/S0034-759020210202>
- Krishnamurti, C., Shams, S., & Velayutham, E. (2018). Corporate social responsibility and corruption risk: A global perspective. *Journal of Contemporary Accounting and Economics*, 14(1), 1–21. <https://doi.org/10.1016/j.jcae.2018.02.002>

- Lankoski, L. (2008). Corporate responsibility activities and economic performance: A theory of why and how they are connected. *Business Strategy and the Environment*, 17(8), 536–547. <https://doi.org/10.1002/bse.582>
- Lau, C. K. M., Demir, E., & Bilgin, M. H. (2013). Experience-based corporate corruption and stock market volatility: Evidence from emerging markets. *Emerging Markets Review*, 17, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.ememar.2013.07.002>
- Levine, D. M., BERENSON, M. L., & STEPHAN, D. (2008). *Estatística: teoria e aplicações: usando o Microsoft Excel em português*. 752. <http://books.google.com.br/books?id=MAXsPgAACAAJ>
- Lin, C. P., & Chuang, C. M. (2016). Corruption and brand value. *International Marketing Review*, 33(6), 758–780. <https://doi.org/10.1108/IMR-09-2015-0203>
- Maciel, G. F. dos S. V., Wolff, M. G. de C., & Rêgo, R. B. (2015). Teste De Eficiência De Mercado No Brasil : Um Estudo De Caso Na Petrobras. *Relatórios De Pesquisa Em Engenharia De Produção*, 15(A1), 1–7.
- Maniatis, P. (2016). Investigating factors influencing consumer decision-making while choosing green products. *Journal of Cleaner Production*, 132, 215–228. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.02.067>
- Martins, V. W. B., Rampasso, I. S., Anholon, R., Quelhas, O. L. G., & Leal Filho, W. (2019). Knowledge management in the context of sustainability: Literature review and opportunities for future research. *Journal of Cleaner Production*, 229, 489–500. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.354>
- Michelon, G., Boesso, G., & Kumar, K. (2013). Examining the Link between Strategic Corporate Social Responsibility and Company Performance: An Analysis of the Best Corporate Citizens. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 20(2), 81–94. <https://doi.org/10.1002/csr.1278>
- Montgomery, D. C., & Montgomery, D. C. (n.d.). *Design and Analysis of Experiments Descrição do produto Sobre o Autor Detalhes do produto Sobre o autor*. 3–6.
- Mota, B., Gomes, M. I., Carvalho, A., & Barbosa-Povoa, A. P. (2015). Towards supply chain sustainability: Economic, environmental and social design and planning. *Journal of Cleaner Production*, 105, 14–27. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.07.052>
- Orlitzky, M., Schmidt, F. L., & Rynes, S. L. (2003). 57-orlitzky2003-Social & Financial performance-Meta Analysis.pdf. *Organization Studies*, 24(3), 403–441.
- Padula, A. J. A., & Albuquerque, P. H. M. (2018). Government Corruption on Brazilian Capital Markets: a Study on Lava Jato. *Journal of Business Management*, 58(4), 405–417.
- Pagotto, L. G., Rodrigues, J., Henrique, F. H., Pompeu Junior, J., & Blumer, S. (2021). Análise de variância e testes de médias: um estudo aplicado em experimentos com variedades de algodoeiro e seleções de citrumelo / Analysis of variance and means tests: a study applied in experiments with cotton varieties and citrumelo selections. *Brazilian Applied Science Review*, 5(3), 1287–1296. <https://doi.org/10.34115/basrv5n3-001>
- Pelozo, J. (2009). The challenge of measuring financial impacts from investments in corporate social performance. *Journal of Management*, 35(6), 1518–1541. <https://doi.org/10.1177/0149206309335188>
- Pelozo, J., & Shang, J. (2011). How can corporate social responsibility activities create value for stakeholders? A systematic review. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 39(1), 117–135. <https://doi.org/10.1007/s11747-010-0213-6>
- Petrobras. (2021). *Quem somos - Perfil*. Petrobras. <https://petrobras.com.br/pt/quem-somos/perfil/>
- Petrobras. (2022). *Sobre a Petrobras*. Petrobras. <https://transparencia.petrobras.com.br/institucional/sobre-petrobras>
- Raut, R. D., Mangla, S. K., Narwane, V. S., Gardas, B. B., Priyadarshinee, P., & Narkhede, B. E. (2019). Linking big data analytics and operational sustainability practices for sustainable business management. *Journal of Cleaner Production*, 224, 10–24. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.181>
- Roman, R. M., Hayibor, S., & Agle, B. R. (1999). The relationship between social and financial performance: Repainting a portrait. *Business and Society*, 38(1), 109–125. <https://doi.org/10.1177/000765039903800105>
- Scouse, R. A. (1985). Introduction To Statistical Quality Control. In *Plastics and rubber international* (Vol. 10, Issue 1). <https://doi.org/10.2307/2988304>
- Scudino, P. A. (2008). A Utilização de Alguns Testes Estatísticos para Análise da Variabilidade do Preço do Mel nos Municípios de Angra dos Reis e Mangaratiba, Estado do Rio de Janeiro. *Seropédica*, 53(9), 1689–1699.
- Silva, M. F. da. (1999). The Political Economy of Corruption in Brazil. *RAE Revista de Administracao de Empresas*, 39(3), 26–41. <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/S0034-75901999000300004>
- Solanky, V., Sreenivas, K., & Katiyar, S. K. (2019). Performance evaluation of image fusion techniques for Indian remote sensing satellite data using Z-test. *Spatial Information Research*, 27(1). <https://doi.org/10.1007/s41324-018-0218-7>
- Somos, Q. (n.d.). *Pre-sal Carreiras Jovem Aprendiz Agência Petrobras Canais de Negócios Preços Pre-sal Carreiras Jovem Aprendiz Agência Petrobras somos / carreiras / jovem-aprendiz /) Canais de Negócios Preços*.
- Spanos, L. J. (2005). Corporate governance in Greece: Developments and policy implications. *Corporate Governance*, 5(1), 15–30. <https://doi.org/10.1108/14720700510583430>
- Toledo, G. L., & Ovalle, I. I. (1981). *Estatística Básica* (Atlas (ed.); 2º ed.). Atlas.

Torga, E. M. M. F., Roma, C. M. S., Pires, M. A., Roma, P. M. S., & Ferreira, B. P. (2021). The effects of car wash operation on the Brazilian capital market: The Petrobras case. *Revista de Administração Mackenzie*, 22(2). <https://doi.org/10.1590/1678-6971/ERAMF210018>

Utz, S. (2018). Over-investment or risk mitigation? Corporate social responsibility in Asia-Pacific, Europe, Japan, and the United States. *Review of Financial Economics*, 36(2), 167–193. <https://doi.org/10.1016/j.rfe.2017.10.001>

Vendidos, M. (n.d.). *Introdução ao Controle Estatístico da Detalhes do produto*.

Vilela, E. H. P., Grossi, J. C., Carvalho, L. F., & Ribeiro, K. C. de S. (2018). A Petrobras após os escândalos de corrupção da operação Lava-Jato: uma análise do valor da empresa até 2016. *Desenvolve Revista de Gestão Do Unilasalle*, 7(3), 09. <https://doi.org/10.18316/desenv.v7i3.4664>

Vlek, C. A. J., & Steg, L. (2007). Human behavior and environmental sustainability: Problems, driving forces, and research topics. *Journal of Social Issues*, 63(1), 1–19. <https://doi.org/10.1111/j.1540-4560.2007.00493.x>

Walpole, R. E., Myers, R. H., Myers, S. L., & Ye, K. (2009). *Probabilidade e estatística para engenharia e ciências* (Pearson Prentice Hall (ed.); 8° ed.). Pearson Prentice Hall.