



CASO PETROBRAS: A LEI DE BENFORD PODERIA DETECTAR A FRAUDE?

PETROBRAS CASE: COULD BENFORD'S LAW DETECT A FRAUD?

CASO PETROBRAS: LA LEY DE BENFORD PODRÍA DETECTAR EL FRAUDE?

Ricardo Sartori Cella

Mestrando em Ciências Contábeis pela Universidade Federal de Goiás (UFG)
Especialista em Auditoria e Controle Gerencial (UFG)
Especialista em Contabilidade Pública e Responsabilidade Fiscal (UNINTER)
Endereço: Avenida Esperança s/n – Campus Samambaia – FACE
74690-900 – Goiânia/GO, Brasil
E-mail: ricardosartoricella@gmail.com

Ilirio José Rech

Doutor em Contabilidade e Controladoria pela Universidade de São Paulo (FEA/USP)
Professor Adjunto da Universidade Federal de Goiás (UFG)
Endereço: Avenida Esperança s/n – Campus Samambaia – FACE
74690-900 – Goiânia/GO, Brasil
E-mail: ilirio@terra.com.br

RESUMO

Esta pesquisa tem por objetivo verificar a aplicabilidade da Lei de Benford para a detecção da fraude ocorrida na Petrobras. A literatura nacional sobre fraudes é escassa e a disseminação do poder preditivo do método pode ser útil para o desenvolvimento do campo profissional e empírico. Foram analisadas as frequências de ocorrência dos primeiros dígitos dos valores dos elementos de *red flags*, no período de 2004 a 2012. Os resultados da Petrobras apresentaram discrepâncias em relação a Lei de Benford. Entretanto, os dados de 40 empresas listadas na BM&FBovespa apresentaram discrepâncias superiores a Petrobras. Conclui-se que a Lei de Benford aplicada somente ao primeiro dígito dos *red flags* não se revelou eficiente para a detecção da fraude. Os resultados evidenciam a necessidade de estudos mais aprofundados para a detecção da fraude na Petrobras, ressaltando-se que a interpretação dos resultados da Lei de Benford deve ser feita com cautela.

Palavras-chave: Detecção de fraudes, demonstrações financeiras, corrupção, empresa estatal.

ABSTRACT

This study had as objective to verify Benford's Law applicability for fraud detection in Petrobras. National literature on fraud is scarce and the dissemination of the predictive power of the method can be useful for the development of the professional and empirical field. Frequencies of first digit from patrimonial elements from red flags occurrence were analyzed, considering the period ranging from 2004 to 2012. The results from Petrobras company showed discrepancies according to Benford's Law. However, surprisingly, data from 40 companies listed at BM&FBovespa showed higher discrepancies than Petrobras. Based on this, it is possible to conclude that Benford's Law applied only for the red flags first digit did not showed to be efficient for fraud detection. Results pointed out the necessity to do deeper

Recebido em 15.02.2017. Recomendado para publicação em 14.07.2017. Publicado em 18.08.2017



Licensed under a Creative Commons Attribution 3.0 United States License

studies for Petrobras fraud detection, highlighting that interpretation of the results obtained through Benford Law must be done with caution.

Keywords: Fraud detection; financial reports; corruption; State company

RESUMEN

En este trabajo tiene por objetivo verificar la aplicabilidad de la Ley de Benford para la detección del fraude ocurrido en Petrobras. La literatura nacional sobre fraudes es escasa y la diseminación del poder predictivo del método puede ser útil para el desarrollo del campo profesional y empírico. Se analizaron las frecuencias de ocurrencia de los primeros dígitos de los valores de los elementos de red flags, en el período de 2004 a 2012. Los resultados de la compañía Petrobras presentaron discrepancias en relación a la Ley de Benford. Sin embargo, los datos de 40 empresas brasileñas en la BM&FBovespa presentaron discrepancias superiores a Petrobras. Se concluye que la Ley de Benford aplicada sólo al primer dígito de los indicadores de red flags no resultó eficiente para la detección del fraude. Los resultados evidencian la necesidad de estudios más profundos para la detección del fraude en Petrobras, pero que la interpretación de los resultados de la Ley de Benford debe ser hecha con cautela.

Palabras clave: Detección de fraudes, informes financieros, corrupción, empresa estatal.

1. INTRODUÇÃO

A fraude corporativa é um tema recorrente no Brasil. São inúmeros os casos nos quais empresas ou terceiros foram lesados. A exemplo disso, Costa e Jr. (2012) enumera pelos menos 9 casos em empresas de grande porte nos últimos 20 anos. Segundo o autor, somente essas fraudes corporativas causaram impactos econômicos superiores a vinte bilhões de reais. Não se pode deixar de citar também o caso do Café Pilão, em 2012 resultou em perdas de cerca de 237 milhões de reais (Leal, 2012); e também o da empresa petrolífera OGX, que em 2013 foi levada a solicitar um pedido de recuperação judicial e teve perda de 99% do seu valor de mercado (Bertão, 2013), assim como a empresa Petrobrás, que foi alvo de desvios da ordem de 3 bilhões de dólares (Segal, 2015).

Recentemente, outro grupo de organizações foram objeto de escândalos: os fundos de pensão FUNCEF (Caixa Econômica Federal), PETROS (Petrobras), PREVI (Banco do Brasil) e POSTALIS (Correios); dessa vez em razão do cometimento de crimes de gestão temerária e fraudulenta por parte dos gestores, fato denunciado pela Polícia Federal, através da Operação *Greenfield* (Globo, 2016). Somente esses quatro fundos apresentaram um déficit de R\$ 48,7 bilhões de um total negativo de R\$ 77,8 bilhões, que foi o resultado de todos os sistemas de fundos de pensão do país em 2015, além da estimativa de desvios da ordem de R\$ 8 bilhões (Braziliense, 2016).

Neste ponto, é cabível trazer à lembrança a afirmação de Kanitz (1999, p. 21): “o Brasil não é um país corrupto, é apenas um país pouco auditado”. Ademais, o Brasil não é apenas pouco auditado, como possui poucos auditores por habitante. De acordo com o IBRACON (2013), o Brasil possui um auditor para cada 20 mil habitantes, ao passo os Estados Unidos possuem um para cada 2,1 mil, a Inglaterra 1 para cada 1,1 mil e a Holanda 1 para cada 899 habitantes. Assim, um baixo índice de auditoria favorece o florescimento de ambientes nos quais a fraude se torna uma oportunidade. Ressalta-se que os dados da CVM (2016) sobre a fiscalização contábil das empresas de capital apontaram um crescimento nos últimos cinco anos do número de processos administrativos com julgamento favorável à atribuição de medidas sancionatórias.

Eckert, Mecca, Biasio e Pezzi (2014) constataram a existência de poucos artigos nacionais que apresentam métodos para detecção de fraudes, e em sua maioria, defendem que

é de competência da administração da organização a preocupação pela prevenção ou detecção, ficando os investidores a mercê da sorte. Além disso, tanto a informação fraudulenta quanto a apropriação indevida de ativos geram custos para as organizações; neste sentido, revela-se a razão da existência de diversas técnicas de prevenção e detecção para reduzir os custos associados às fraudes corporativas (Bierstaker, Brody, & Pacini, 2006).

Entretanto, a escolha do método de detecção de fraudes nem sempre pode ser facilmente acertada. A exemplo disso, Kaminski, Wetzell e Guan (2004) não conseguiram evidenciar diferenças significativas que diferenciasses as empresas fraudulentas das não fraudulentas através do uso da técnica estatística análise discriminante aplicada a relatórios financeiros.

Os fatores de risco de ocorrência de eventos fraudulentos demandam maior controle por parte da organização e contínuo monitoramento dos pontos de alerta. Esses indicadores de alerta são chamados de *red flags* e podem ser utilizados para a identificação de uma possível fraude (Murcia, 2007).

No campo da auditoria existem técnicas que são auxiliares no processo de detecção de fraudes. A Lei de Benford (LB) é uma dessas técnicas, que confronta a probabilidade de ocorrência da frequência esperada dos dígitos com a frequência observada (Newcomb, 1881; Benford, 1938), ou seja, detecta discrepância em relação a um padrão universal de ocorrência dos dígitos.

A utilização da Lei de Benford para a análise de informações financeiras foi introduzida por Carslaw (1988). Mas, foi a partir da década de 90 e em razão do avanço computacional, que a aplicação da Lei de Benford veio a se consolidar como pesquisa no campo da auditoria com enfoque nos números contábeis (Costa, 2012). A metodologia revelou-se uma importante ferramenta para a detecção de manipulações, fraudes e anomalias nas demonstrações contábeis (Nigrini & Mittermaier, 1997). Além disso, Nigrini (2005) ao analisar as demonstrações financeiras da Enron dos anos de 2001 e 2002 identificou uma majoração anormal da receita no período da fraude.

O caso da fraude na Petrobras parece ser o de maior repercussão nacional e, talvez mundial, que chegou a ser considerado um caso de fraude em escala épica no New York Times; fato que levou a empresa à perda de mais da metade do seu valor de mercado em um ano, sem falar no impacto da perda de 1% no Produto Interno Bruto (PIB) e forte repercussão negativa junto aos investidores (Segal, 2015). Salienta-se ainda, que a referida empresa já esteve ao lado da Vale, como uma das empresas de capital aberto de maior liquidez do mercado brasileiro (Dias Filho, et al., 2015).

Considerando o exposto, infere-se que a observação de pontos de controle ao longo do tempo seria uma alternativa à detecção de fraudes. Para isso, seria necessário verificar se os itens patrimoniais e de resultado apresentam anormalidades nos relatórios financeiros. É nesse contexto que se insere a Lei de Benford, com a qual se pretende testar o poder preditivo para detectar anomalias oriundas de fraudes em relação ao padrão esperado, que seriam as informações isentas. Para realizar essa pesquisa, insere-se o objeto de estudo que é a empresa Petrobras, a qual foi objeto de um dos casos mais relevantes de fraude corporativa nos últimos anos.

Portanto, o presente estudo possui como proposta investigar se os indícios de fraudes na Petrobras poderiam ter sido detectados previamente com base na análise das demonstrações contábeis. Para a consecução da proposta serão verificadas as discrepâncias em relação a Lei de Benford, que poderiam indicar fraudes nas demonstrações contábeis. A lei será aplicada nos *red flags*, que aqui correspondem aos itens de ativo, passivo e de resultado que podem ter sido afetados em razão da fraude, no período de 2004 a 2012. Como

forma de controle, os dados serão comparados com empresas para as quais não foram noticiadas fraudes corporativas, primeiramente com um grupo de empresas do mercado brasileiro e após com uma empresa do mesmo setor (Exxon) para verificar se há discrepâncias em relação aos resultados encontrados na Petrobras.

Dessa forma, justifica-se a pesquisa no intuito de contribuir com a escassa literatura nacional sobre um tema que, infelizmente, é motivo de constante repercussão na mídia nacional e com sérias consequências catastróficas para as organizações lesadas. Além disso, pretende-se analisar a eficiência do uso de *red flags* e da Lei de Benford para a detecção de fraudes e com isso contribuir para o desenvolvimento da prática exercida pelos profissionais da contabilidade e também para a ampliação dos estudos empíricos.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Fraude corporativa

A fraude é a ação intencional promovida em proveito próprio por um agente em prejuízo de outrem, fazendo valer para si a lei do menor esforço. Iudicibus e Marion (2001, p.96), conceituam a fraude em contabilidade como o ato de enganar outros em benefício próprio, podendo ser caracterizada como roubo, desfalque, estelionato, falsificação.

Costa e Jr. (2012) conceituam a fraude corporativa como um conjunto de ações ilícitas realizadas de maneira premeditada pelos autores, que visam o atendimento de interesses próprios, mas causam prejuízos ao patrimônio de terceiros. Os autores descrevem que a fraude corporativa movida pela ação de agentes fraudadores se desenvolve em três etapas. A primeira etapa diz respeito oportunidade para os ganhos ilícitos; a segunda compreende a implantação do esquema fraudulento e a terceira refere-se à manutenção e a administração do esquema.

Albrecht et al. (2012) elencam três elementos-chave que compõe o triângulo da fraude (figura 1) e influenciam diretamente os agentes no cometimento do ato ilícito: (1) uma pressão percebida, (2) uma oportunidade percebida e (3) um modo de racionalizar a fraude como um fato aceitável. O autor ainda revela que a fraude pode ser cometida em proveito próprio ou para beneficiar uma organização.



Figura 1 – Triângulo da Fraude

Fonte: adaptado de Albrecht *et al.* (2012)

Albrecht *et al.* (2012) divide a pressão em outros quatro grupos: pressões financeiras, vícios, pressões relacionadas com o trabalho e outras pressões. O papel da oportunidade está associado a (1) falta de controles para prevenir ou detectar comportamentos fraudulentos, (2) incapacidade para julgar a capacidade do desempenho, (3) falha em disciplinar a perpetração da fraude, (4) a falta de acesso a informação, (5) a ignorância, apatia e incapacidade e (6) falta de trilhas de auditoria. Finalmente, a racionalização envolve a ação do agente em mentir para

si próprio em um processo de convencimento de que a sua atitude é plenamente justificável (Albrecht et al., 2012)

Segundo Souza (2012), as transações artificiais são aquelas realizadas de uma forma dissimulada ou simulada com o intuito do acometimento da fraude, e que ao mesmo tempo dificultam ou inviabilizam a detecção por meios normais de análise, pois são embasadas em documentos formalmente perfeitos, mas com conteúdo falso e resultado inexistente.

Farber (2005) realizou um dos primeiros estudos com o foco na manipulação fraudulenta das demonstrações contábeis em 87 empresas americanas, irregularidades apontadas pela *SEC - Securities and Exchange Commission*. O autor analisou a correlação entre a credibilidade dos relatórios financeiros e a mudança nos mecanismos de governança, e identificou que as empresas lesadas apresentavam má governança antes da detecção da fraude corporativa. Em contrapartida, ainda que essas empresas mudassem sua governança, permaneciam prejudicadas com a falta de credibilidade em relação as suas demonstrações contábeis. Portanto, a credibilidade da informação contábil de uma organização pode ser fortemente afetada pelas fraudes em suas demonstrações.

Murcia e Borba (2005) também revelaram a incredibilidade acerca dos relatórios contábeis em razão dos escândalos contábeis que envolveram empresas como Enron, WorldCom, Parmalat e Bombril. Além disso, os autores apontam que apesar da contabilidade ser uma ferramenta redutora da assimetria informacional, há uma perda da confiabilidade da informação contábil em razão do crescimento das irregularidades nos demonstrativos contábeis. Murcia, Borba e Schiehl (2008) também afirmam que, em razão da expectativa dos acionistas, uma organização em uma situação econômico-financeira desfavorável tem maior propensão para fraudar as demonstrações contábeis.

2.2. Uso de *red flags* como meio para detecção de fraudes

A análise de balanços é uma importante ferramenta para avaliar a situação econômico-financeira das empresas. Este artefato possibilitou, por exemplo, que Rezende, Duarte, Silva e Silva (2010) analisassem os relatórios contábeis da Petrobras no período de 2008 a 2009 e concluíssem que a empresa atravessou a crise mundial de 2008 sem distorções nos resultados, em razão da sua lucratividade, qualidade de gestão e lucros e adoção das normas internacionais.

Souza (2012) assevera que analisar é decompor em partes as parcelas do todo, para que assim se possa identificar os sintomas e os problemas existentes nos itens que demandam uma maior atenção ou uma análise mais profunda. Esses pontos de alerta ou de maior controle, de acordo com autor são chamados de *red flags* ou sintomas de fraude. Desse modo, a observância dos *red flags* pode ser um caminho alternativo para detecção preventiva de fraudes. Como exemplo de situações de alerta Murcia (2007) elenca entre outros, a rentabilidade da não é condizente com a média do setor, alto índice de inadimplência, crescimento anormal dos estoques, dependência de um único cliente ou fornecedor, excesso de transações complexas no final do período contábil.

Portanto, a identificação de transações ou comportamentos anômalos presentes nos elementos contábeis poderiam indicar a presença de indícios de operações fraudulentas. Como destacam Smith et al. (2005), o acompanhamento dos *red flags* serve de alerta para o auditor quanto à probabilidade de ocorrência de fraudes nas organizações, permitindo que antecipe esses achados aos clientes para que possam implementar antecipadamente as correções em seus sistemas de controle interno. Dessa forma, os autores concluem que o risco de não se detectar a fraude diminui, desde que os *red flags* sejam compreendidos pelos profissionais e estes apliquem o ceticismo profissional sobre as evidências encontradas.

Reina, Nascimento e Reina (2008) destacaram a importância dos *red flags* para identificar e mapear um ambiente fraudulento, pois como os riscos de fraude não podem ser eliminados precisam ser geridos. Os autores reforçaram que a atenção aos sinais de alerta é indispensável, porque são pontos de maior grau de risco e geralmente, demandam um comportamento mais pró-ativo por parte de gestores e auditores.

Reinstein e MacMillan (2004) assinalam que os *red flags* são sinais de alerta que indicam as áreas que merecem maior atenção por parte dos auditores externos. Os autores também exemplificam que procedimentos analíticos adicionais aplicados sobre os *red flags* poderiam ter apontado muitos dos problemas que levaram ao colapso da Enron. Entre os problemas detectados pelos autores em relação às demonstrações financeiras da Enron destacam o aumento dos custos de vendas superiores ao crescimento da receita de vendas e do preço das ações, a diminuição da rentabilidade e do lucro líquido, o aumento significativo das receitas, o aumento desproporcional da margem bruta em comparação à receita de vendas, a queda da margem bruta em comparação ao lucro por ação, o baixo retorno sobre o capital investido em comparação a outras empresas do mercado, entre outros.

Para Nigrini (2012), os *red flags* são indicadores que estão presentes em uma quantidade significativa de casos de fraude, mas sua presença não significa que a fraude está presente em um caso específico.

Murcia e Borba (2005) afirmam que comprovar que existe um ambiente propício para as fraudes é mais fácil que detectar a própria ocorrência da fraude. Por sua vez, os *red flags* funcionam como um termômetro de fraude, e embora existam em uma determinada organização, há a possibilidade de não ocorrer a fraude; entretanto se uma fraude ocorre, certamente existem *red flags* (Murcia et al, 2008).

Murcia (2007) ao tentar construir uma estrutura de *red flags* para a detecção de risco de fraude nas demonstrações contábeis realizou uma revisão de literatura e selecionou seis trabalhos que totalizaram 266 *red flags*. Após a análise, reduziu os *red flags* a um número de 45 em razão de sua similaridade, e os classificou em 6 grandes *clusters*: estrutura e ambiente, setor, gestores da entidade, situação econômico financeira, relatórios contábeis e auditoria. Posteriormente, o autor aplicou um questionário a 300 auditores independentes para validar a construção teórica. Desse estudo, concluiu que uma entidade com uma situação financeira desfavorável teria maior propensão a ocorrência de fraudes nas demonstrações contábeis, em razão de haver a necessidade de contribuição para com as expectativas de ganhos dos acionistas.

O estudo de Murcia, Borba e Schiehl (2008) revelou que o *cluster* relatórios contábeis apresentou em média o maior risco de fraudes e o *cluster* situação econômico-financeira apresentou o menor risco, mas o autor ressaltou que considerando a amplitude das notas-médias para cada *clusters* não podem ser consideradas diferenças significativas entre eles.

2.3. Lei de Benford e a detecção de fraudes corporativas

A Lei de Benford é considerada uma ferramenta analítica simples e eficiente de análise dos números contábeis para a detecção de contas com indícios de fraudes, para análise posterior e investigação pelos auditores (Durtschi, Hillinson E Pacini, 2004). Também é útil para a identificação de dados adulterados como, por exemplo, impostos declarados e índices financeiros (Abrantes-Metz et al., 2012).

A origem dessa ferramenta, de acordo com Durtschi et al. (2004), está ligada ao matemático e astrônomo Simon Newcomb, que publicou em 1881 um artigo intitulado *Note on the Frequency of Use of the Different Digits in Natural Numbers*. Segundo os autores, o estudo evidenciava que as páginas iniciais dos livros de logaritmos eram mais desgastadas

quando se tratavam dos números mais baixos; com isso conclui que existem mais números que começam com numerais menores. Durtschi et al. (2004) relatam que a pesquisa de Newcomb caiu no esquecimento até ser comprovado por Frank Benford em 1938, que não só comprovou a teoria original, como também verificou a ocorrência do fenômeno para mais de 20.000 observações relativas a áreas de rios, pesos atômicos e os números de edições da revista *Readers Digest* (Nigrini, 2012). Diante disso, o princípio matemático ficou conhecido como Lei de Benford, a qual apresenta a distribuição de probabilidade de ocorrência dos dígitos de acordo com a Tabela 1:

Tabela 1 – Distribuição de probabilidade de ocorrência dos dígitos

Dígito	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1º Dígito	Não aplicável	30,10%	17,61%	12,49%	9,69%	7,92%	6,69%	5,80%	5,12%	4,58%
2º Dígito	11,97%	11,39%	10,88%	10,43%	10,03%	9,67%	9,34%	9,04%	8,76%	8,50%
3º Dígito	10,17%	10,13%	10,09%	10,05%	10,01%	9,97%	9,94%	9,90%	9,86%	9,82%
4º Dígito	10,01%	10,01%	10,01%	10,00%	9,99%	9,99%	9,99%	9,99%	9,98%	9,98%

Fonte: Adaptado de Nigrini (2012) e Saville (2006)

No campo da contabilometria, diversos estudos já foram realizados para a detecção de fraudes e discrepância dos números contábeis em relação a Lei de Benford.

Segundo Costa (2012), Carslaw foi o primeiro pesquisador a introduzir a Lei de Benford na análise das informações contábeis. Neste estudo, Carslaw (1988) analisou a frequência dos dígitos no lucro líquido e nas receitas ordinárias presentes nas demonstrações financeiras de 220 empresas da Nova Zelândia no período de janeiro de 1981 a dezembro de 1985; identificou uma maior ocorrência de dígitos zero e menor de nove em relação ao esperado no lucro das empresas.

Thomas (1989) replicou o estudo de Carslaw (1988) para as empresas americanas listadas no COMPUSAT e encontrou discrepância nos números que o conduziram a concluir que as empresas que apresentam resultados positivos tendem a uma maior conformidade a Lei de Benford, ao passo que as empresas que reportaram prejuízos, evidenciaram menos zeros e mais nove em relação à probabilidade esperada.

Guan, He e Yang (2006) analisaram o lucro líquido de empresas americanas no período de 1993 a 2003, totalizando 182.278 observações. Os autores concluíram que as empresas que gerenciam resultados no sentido de influenciar as percepções sobre o valor da empresa, os valores do lucro líquido para o segundo dígito desviaram-se dos padrões esperados da Lei de Benford; para o resultado líquido trimestral positivo, ocorreram mais zeros e menos nove; para os resultados líquidos negativos, a frequência é oposta: ocorreram mais nove e menos zeros.

Durtschi et al. (2004) relatam que Nigrini foi o primeiro pesquisador a utilizar a Lei de Benford para a detecção de fraudes. Entre os estudos, Nigrini (2005) analisou as informações contábeis da Enron de 2001 e 2002 e identificou forte gerenciamento de resultados arredondamentos no sentido de elevar os valores da receita. Saville (2006) reporta que os estudos suportam a hipótese de que dados contábeis manipulados não seguem a Lei de Benford.

Em uma pesquisa realizada em entidades do terceiro setor, Forster (2006) observou que os valores da receita estavam em conformidade com a LB, pois os testes aplicados apresentaram valores inferiores aos limites críticos.

Por outro lado, elevadas discrepâncias nos resultados dos testes χ^2 e Z foram encontradas na pesquisa de Krakar e Zgela (2009) aplicada a quase 2 milhões de transações financeiras de agentes comerciais e financeiros na Croácia. Os autores ressaltaram que o teste Z e o χ^2 são bastante sensíveis estatisticamente para se fazer conclusões objetivas em auditoria

e, se aplicados em um volume maior de dados os resultados se tornam ainda mais sensíveis. Além disso, sugeriram três hipóteses para a não conformidade:

- i) Os dados são fraudulentos;
- ii) A amostra foi extraída de forma incorreta e;
- iii) A LB simplesmente não é aplicável aos dados auditados.

Santos et al. (2009) analisaram um trabalho de auditoria fiscal do Imposto sobre Serviços (ISS) em uma Prefeitura do nordeste brasileiro e confirmaram os resultados do modelo contabilométrico com os resultados da auditoria. Logo, concluíram que a sonegação fiscal estava associada às divergências entre as emissões das notas fiscais e a escrituração contábil.

Cumprido destacar que a eficiência do método não é infalível. Como advertem Durtschi, et al. (2004), uma não conformidade com probabilidade esperada pode ser resultante de ineficiência operacional ou falhas nos sistemas, ao invés de estar associada a ocorrência de uma fraude. Outra observação que os autores fazem é que se as informações relativas às fraudes não tiverem sido contabilizadas – ou seja, pagamentos de propinas, subornos ou furtos realizados de forma paralela à contabilidade – a análise dos dados não permitiria detectar a ausência dessas transações não registradas.

Além disso, Bonache, Moris e Maurice (2009) ao analisarem os dados do volume de vendas consoles de vídeo-game, perceberam discrepâncias em relação a Lei de Benford e concluíram que o não alinhamento com a LB não é suficiente para anunciar uma fraude comprovada.

2.4. O caso Petrobras

Em 22/04/2015 a empresa Petrobras divulgou as demonstrações financeiras relativas ao quarto trimestre de 2014 e reconheceu uma baixa de gastos adicionais contabilizando-a no ativo imobilizado em decorrência de pagamentos indevidos e identificados na Operação Lava Jato (Petrobras, 2016). De acordo com as notas explicativas das demonstrações financeiras da Petrobras, o valor da baixa foi de mais de R\$ 6 bilhões de reais, sendo R\$ 4,78 bilhões apenas na Controladora.

A administração da Companhia ainda informou que dois diretores e um gerente executivo participaram do esquema fraudulento. A fraude, segundo o relato, consistia no pagamento adicional de 3% dos contratos devidos a empreiteiras e fornecedores, perfazendo o cartel um total de 27 empresas. O pagamento da propina era operacionalizado por intermediários que repassavam o valor recebido a maior pelas empreiteiras aos diretores/gerentes da Petrobras e também aos partidos e agentes políticos ligados ao esquema de corrupção. De acordo com as informações divulgadas, o esquema ilícito perdurou durante o período de 2004 até abril de 2012, quando ocorreu o desligamento dos diretores e a deflagração da Operação Lava Jato.

3. METODOLOGIA DA PESQUISA

Considerando que a pesquisa aborda análise dos valores monetários históricos dos *red flags* de elementos patrimoniais das demonstrações financeiras em uma empresa alvo de fraude, o estudo é classificado como exploratório. A pesquisa exploratória tem por objetivo proporcionar uma visão geral sobre o tema escolhido e também investigar um campo no qual há pouco conhecimento acumulado ou sistematizado (Gil, 2012; Vergara, 2004).

Para a instrumentalização da pesquisa foram utilizadas como base de referência as variáveis dos *red flags* da situação econômico-financeira proposta por Murcia (2007). Os elementos escolhidos correspondem aos itens de ativo, passivo e de resultado e que podem ter

sido afetados tendo em vista o *modus operandi* da fraude na empresa Petrobras. Portanto, no Quadro 1 são apresentadas as variáveis selecionadas.

Quadro 1 – Variáveis utilizadas

Variáveis	Descrição (Elemento de análise)	Red Flag (Ponto de Alerta)
Fornec	Fornecedores	Os dos contratos com fornecedores e empreiteiras foram superfaturados em 3% (valor médio)
Imob	Imobilizado	A fraude ocasionou a contabilização de ativos imobilizados com valores superfaturados.
Est	Estoques	Os contratos foram faturados em 3%, podendo influenciar também nos valores dos estoques.
Rec	Receita	A receita poderia sofrer manipulação para mais para compensar possíveis perdas adicionais (caso Enron)
CPV	Custo dos Produtos Vendidos	Os valores pagos aos fornecedores poderiam também afetar os Custos dos Produtos Vendidos.
Caixa	Caixa	Verificar o comportamento do Caixa e Equivalente de Caixa em relação aos demais itens.
LAIR	Lucro antes dos Impostos	Esta variável é residual em relação aos outros itens da Demonstração do Resultado do Exercício, mas é importante verificar qual o comportamento em relação a Lei de Benford

Os dados do caso de estudo consistem nas informações financeiras trimestrais consolidadas da empresa Petrobras disponibilizadas na Economatica e compreendem o período de janeiro de 2004 (1º trimestre – 1T2004) a junho de 2012 (2º trimestre – 2T2012), com o intuito de contemplar o lapso temporal de evidência do esquema fraudulento reportado nas notas explicativas. A amostra compreende sete variáveis (Fornecedores, Imobilizado, Estoques, Receita, Custo dos Produtos Vendidos, Caixa e Lucro Antes dos Impostos) e um total de 238 observações. Os dados coletados foram organizados em planilhas eletrônicas e a análise dos dados será realizada através do software Stata® para a quantificação da Lei de Benford e os testes estatísticos serão realizados com o auxílio do no Microsoft Excel®.

Para fins de análise comparativa, analisou-se os dados financeiros em conjunto de outras empresas listadas na BM&FBovespa e correspondentes às mesmas variáveis em comento e no mesmo período de abordagem. Foram selecionadas todas as empresas dos seguintes setores da Economatica: Alimentos e Bebidas, Eletroeletrônicos, Máquinas Industriais, Papel e Celulose, Petróleo e Gás, Têxtil, Veículos e Peças, independentemente do porte de cada uma. Esses setores foram escolhidos preferencialmente em razão da necessidade da manutenção de valores em estoque. Essa primeira seleção resultou em um total de 80 empresas. Posteriormente, foram excluídas as empresas sem dados para os elementos selecionados, de forma a que todas as empresas que permanecessem na seleção apresentassem valores em todas as variáveis e em todos os trimestres. A empresa Petrobras também foi excluída da análise conjunta para não afetar as demais variáveis. Assim, a amostra foi reduzida a 40 empresas, com sete variáveis cada e um total de 9.520 observações, sendo 1.360 para cada variável.

Para análise dos valores das variáveis em relação à conformidade da Lei de Benford, serão realizados os seguintes procedimentos:

- a) Tabulação da frequência de ocorrência do primeiro dígito de cada variável;
- b) Aplicação do Teste-Z à frequência observada (f_o) em comparação à frequência esperada (f_e), individualmente por dígito, conforme equação 1. De acordo com Durtschi et al. (2004), o Teste-Z pode ser utilizado para determinar se uma determinada proporção de algarismos, de um conjunto de dados é suspeito.

$$Z = \frac{|fo - fe| - \frac{1}{2n}}{\sqrt{\frac{fe(1-fe)}{n}}} \quad (1)$$

Onde:

fo = frequência observada de cada dígito específico, de 1 a 9;

fe = frequência esperada de cada dígito de acordo com a probabilidade definida pela Lei de Benford para cada primeiro dígito;

n = número de observações;

1/2n = termo de correção de continuidade e só é usado quando ele for menor que |fo-fe|

c) Aplicação do Teste do Qui-Quadrado (χ^2) aos valores globais verificados para o primeiro dígito, conforme equação 2. De acordo com Durtschi et al. (2004), a distribuição esperada de frequência dígitos, com base na lei de Benford, é uma distribuição logarítmica que aparece visualmente como uma distribuição Qui-quadrado.

$$\chi^2 = \sum_{d=1}^9 \frac{(fo - fe)^2}{fe} \quad (2)$$

Onde:

fo = frequência observada de cada dígito específico, de 1 a 9;

fe = frequência esperada de cada dígito de acordo com a probabilidade definida pela Lei de Benford, para cada primeiro dígito;

Para análise das frequências observadas com as esperadas em relação a Lei de Benford, Carlsaw (1988), Thomas (1989), Durtschi et al. (2004), Costa (2012), Nigrini (2012), Santos et al. (2009) utilizaram o Teste-Z e o Teste do Qui-Quadrado.

Por se tratar de um estudo exploratório não serão apresentadas previamente hipóteses nem suposições (Vergara, 2004).

Ressalta-se que este estudo tem como limitação a análise de dados informados de forma agregada, tal como apresentado nas demonstrações financeiras da empresa Petrobras através de agrupamento de contas. Durtschi et al. (2004) destacam que quando a análise digital é realizada a nível de transação, em vez de dados agregados, tem maior poder quanto à identificação da conta específica com indícios de fraude.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Dados da empresa Petrobras

Esta seção se dedica à apresentação dos dados da empresa Petrobras S/A e o comportamento dos primeiros dígitos das variáveis Fornecedores, Imobilizado, Estoques, Receita, CPV, Caixa e LAIR, que totalizaram 238 observações, sendo 34 observações para cada variável, no período de janeiro de 2004 a junho de 2012.

De posse das informações básicas sobre as variáveis, partiu-se para a construção da tabela de distribuição de frequência do primeiro dígito em relação a Lei de Benford e aplicação dos testes Z e χ^2 . A tabela 2 evidencia os resultados dos testes estatísticos com nível de confiança de 95% das frequências esperadas (fe), segundo a Lei de Benford, em comparação à as frequências observadas (fo).

Tabela 2 – Distribuição de frequência da empresa Petrobras

Caso Petrobras: A Lei de Benford Poderia Detectar a Fraude?

1º Díg	LB Prob fe %	Variáveis						
		Fornecedores	Imobilizado	Estoque	Receita	CPV	Caixa	LAIR
		Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z
1	30,1	+3,09*	+0,84	+3,83*	-3,63*	+1,02	+1,22	+2,71
2	17,6	-0,66	-1,13	+2,48*	+0,21	+3,38*	+2,48*	-2,47
3	12,5	-1,94	-0,13	-1,42	+0,64	+1,16	+0,65	-1,94
4	9,7	-1,62	-1,62	-1,62	+4,17*	+0,69	-0,46	-1,62
5	7,9	-1,39	-1,39	-1,39	+1,78	-0,75	-1,39	-1,39
6	6,7	-1,22	-0,53	-1,22	+2,21*	-1,22	-1,22	+0,15
7	5,8	+0,02	+0,38	-1,08	-1,08	-1,08	-1,08	+2,58
8	5,1	+1,37	+0,96	-0,96	-0,96	-0,96	-0,96	+1,37
9	4,6	+2,40*	+0,76	-0,87	-0,87	-0,87	-0,87	+0,76
χ^2		31,18*	12,68	33,39*	44,54*	23,02*	18,89*	34,84*

*Significante a 0.05, grifados os valores mais altos e mais baixos.

Z calc = 1,96

χ^2 calc = 15,50

Fonte: dados da pesquisa

Da análise da Tabela 2, é possível relacionar a seguinte ordem das discrepâncias em relação a Lei de Benford: Receita>LAIR>Estoque>Fornecedores>CPV>Caixa, considerando o valor do teste χ^2 . Para a variável Imobilizado não verificada discrepância tomando-se por base o teste do χ^2 . O resultado dos testes contraria a expectativa, pois esperava-se que o Imobilizado e os Fornecedores fossem apresentar a maior discrepância em comparação às demais variáveis estudadas, em razão da fraude. Isso pode ser explicado diante da fraude ser oriunda de fatores externos e não internos à empresa, que poderiam ensejar a manipulação dos números contábeis. Outra explicação para a discrepância pode ser em razão do quantitativo reduzido de dados utilizados para a empresa Petrobras, mas que só poderiam ser ampliados mediante a utilização de todos os elementos patrimoniais e de resultado.

De acordo com o teste Z e a frequência do primeiro dígito das variáveis da empresa Petrobras S/A (tabela 2), percebe-se que a variável Fornecedores apresentou uma maior frequência de dígitos 1 e menor de dígitos 3, o Imobilizado apresentou mais dígitos 8 e menos dígitos 4, os Estoques apresentaram mais dígitos 1 e menos dígitos 4, as Receitas apresentaram mais dígitos 4 e menos dígitos 7, o custo dos produtos vendidos (CPV) apresentou mais dígitos 2 e menos dígitos 6, o Caixa apresentou mais dígitos 2 e menos dígitos 5, e finalmente o LAIR apresentou mais dígitos 1 e menos dígitos 2.

No caso da Petrobras verifica-se que todas as variáveis destoam completamente da Lei de Benford, exceto o Imobilizado, considerando os valores apurados para o teste do χ^2 . A variável Imobilizado possui um comportamento em conformidade a Lei de Benford, ou seja, apresentou valor inferior ao limite crítico para o teste do X: $12,68 < 15,50$.

4.2 Dados das empresas listadas na BM&FBovespa (exceto Petrobras)

Nesta seção serão apresentados os dados relativos as sete variáveis analisadas das 40 empresas listadas na BM&FBovespa em conjunto, pertencentes à amostra. Foram analisadas as variáveis Fornecedores, Imobilizado, Estoques, Receita, CPV, Caixa e LAIR, que totalizaram 9.520 observações, sendo 1.360 para cada variável, em um total de 34 trimestres no período de janeiro de 2004 a junho de 2012.

Após a tabulação dos dados, a frequência do primeiro dígito de cada observação foi quantificada com o auxílio do software Stata. Após, foram aplicados os testes Z e χ^2 . A tabela 3 demonstra os resultados dos testes estatísticos com nível de confiança de 95%, das

frequências esperadas (fe) segundo a Lei de Benford em comparação às frequências observadas (fo).

Tabela 3 – Distribuição de frequência das 40 empresas listadas na BM&FBovespa

1º Díg	Variáveis							
	LB Prob fe %	Fornecedores Z	Imobilizado Z	Estoque Z	Receita Z	CPV Z	Caixa Z	LAIR Z
1	30,1	+6,57*	-0,76	-0,76	-7,38*	-6,84*	+3,38*	+1,74
2	17,6	+2,64*	+0,02	+2,85*	-5,33*	+2,21*	+0,65	-0,55
3	12,5	-3,56*	-1,51	+0,36	+4,30*	+1,51	-3,16*	-1,75
4	9,7	-2,69*	+1,51	-0,49	+2,89*	+3,62*	-0,77	-0,03
5	7,9	-3,51*	-2,30*	-1,20	+1,61	+4,32*	-1,00	-1,29
6	6,7	-1,26	+3,29*	-1,36	+3,72*	+2,21*	-0,50	+2,00*
7	5,8	-2,24*	+3,55*	+1,11	+4,59*	-0,50	-1,78	-0,85
8	5,1	+0,14	-1,83	+0,38	+1,00	-1,83	+2,36*	+0,89
9	4,6	-1,17	-0,91	-1,82	+1,93	-2,33*	-0,91	-0,52
χ^2		74,35*	36,94*	15,95*	127,63*	83,21*	29,02*	12,85

*Significante a 0,05, grifados os valores mais altos e mais baixos.

Z calc = 1,96

χ^2 calc = 15,50

Fonte: dados da pesquisa

Da análise da Tabela 3, é possível relacionar a seguinte ordem das discrepâncias em relação a Lei de Benford para os dados das 40 empresas: Receita>CPV>Fornecedores>Imobilizado>Caixa>Estoque, conforme o teste do χ^2 . A variável LAIR não apresentou discrepâncias significativas. Ressalva-se que a inconformidade é retratada no conjunto de dados das 40 empresas, não tendo sido analisadas individualmente no sentido de obter um maior quantitativo de dados maior. Com isso, a expectativa era de que em uma amostra maior, os números seguiriam uma maior conformidade com frequência esperada a exemplo do estudo de Benford (1938). Entretanto, o aumento da amostra não revelou esse comportamento de conformidade. Suponha-se que a não conformidade com a LB para a maioria das variáveis seja em razão da amostra não ter alcançado o tamanho necessário, mas isto é uma limitação da pesquisa em razão da base de dados utilizada. Considerando a restrição ao primeiro dígito, foram excluídas as empresas com dígitos zero ou sem informações em qualquer trimestre, o que reduziu consideravelmente o número de empresas, e por consequência o volume de dados.

Ainda da tabela 3, o teste Z e a frequência do primeiro dígito das variáveis das empresas listadas na BM&FBovespa indicam que os fornecedores apresentaram uma maior frequência de dígito 1 e menor de dígito 3, o imobilizado apresentou mais dígitos 7 e menos dígitos 5, os estoques apresentaram mais dígitos 2 e menos dígitos 9, as receitas apresentaram mais dígitos 7 e menos dígitos 1, o custo dos produtos vendidos (CPV) apresentou mais dígitos 5 e menos dígitos 1, o caixa apresentou mais dígitos 1 e menos dígitos 3. Portanto, como essas variáveis apresentaram valores superiores ao valor crítico do teste do χ^2 , esses dígitos deveriam despertar maior cuidado por parte dos analistas. O LAIR apresentou mais dígitos 1 e menos dígitos 3, mas o resultado evidenciou a conformidade com a LB.

Para as quarenta empresas analisadas de acordo com a tabela 5, a variável LAIR foi a que mais se ajustou ao modelo, ou seja, apenas o Lucro antes dos Impostos apresentou conformidade com a Lei de Benford: valor inferior ao limite crítico para o teste do χ^2 : $12,85 < 15,50$.

4.3. Análise conjunta

Os dados das 40 empresas listadas na BM&FBovespa e analisadas em conjunto apresentaram como resultado a inconformidade em relação à Lei de Benford. No que se refere a Petrobras, também foram observadas discrepâncias, porém de ordem diversa das demais empresas. Dessa forma, as diferenças observadas não evidenciam um padrão a ser seguido nos elementos estudados, mas também não comprovam que o resultado observado dos testes pode ser associado à probabilidade de ocorrência de fraudes.

Curiosamente, os resultados do teste do χ^2 da empresa Petrobras apresentaram diferenças nominais inferiores às das 40 empresas analisadas para as variáveis Fornecedores, Imobilizado, Receita, CPV. Por outro lado, as variáveis Estoques e LAIR, resultaram superiores na Petrobras em comparação com as 40 empresas. A Tabela 4 demonstra essas diferenças:

Tabela 4 – Teste do χ^2 nas 40 empresas listadas na BM&FBovespa e na Petrobras

Empresas	Fornecedores	Imobilizado	Estoques	Receita	CPV	Caixa	LAIR
BM&FBovespa	74,35	36,94	15,95	127,63	83,21	29,02	12,85*
Petrobras	31,18	12,68*	33,39	44,54	23,02	18,89	34,84

* Não apresentaram discrepâncias significativas, valores do χ^2 inferiores a 15,50

Entre os procedimentos metodológicos, optou-se por retirar a empresa Petrobras do conjunto de dados das 40 empresas no intuito de tentar afastar a hipótese de influência de anomalia que poderia ser gerada em razão do indicativo de fraude. No entanto, os resultados apresentaram discrepâncias mais elevadas para as 40 empresas da BM&FBovespa do que para própria Petrobras, a qual teve a fraude noticiada.

O resultado contraria, em parte, a expectativa de que em uma empresa com indicativo de fraude haveria maior inconformidade. Nesse ponto, revela-se uma limitação da pesquisa: ainda que se tenha optado por adotar uma série longa (2004 a 2012) correspondente ao período da fraude declarado pela própria empresa, a escolha dos elementos de *red flags* reduziu o tamanho dos dados para a empresa Petrobras, o que poderia influenciar nos resultados encontrados.

No entanto, os resultados corroboram com estudos de Bonache et al. (2009), que apontaram que o não alinhamento com a Lei de Benford não necessariamente é um indicativo de uma fraude comprovada. Entretanto, no que se refere a receita, os resultados contrariam a pesquisa de Forster (2006), o qual ao aplicar os testes estatísticos não encontrou discrepâncias significativas nos resultados.

A variável Caixa, como podemos verificar, que é representada pelos valores Caixa e Equivalente de Caixa está entre variáveis que resultaram nas menores discrepâncias, mas não apresentaram conformidade com a LB, contrariando os resultados de Forster (2006), o qual encontrou valores inferiores aos limites críticos para as contas caixa e bancos em entidades do terceiro setor. Teoricamente, uma menor ou nenhuma discrepância nos valores de caixa e equivalente de caixa levaria a deduzir que o disponível é um dos elementos de maior confiabilidade e menor possibilidade de manipulação de saldos em empresas auditadas, em razão da necessidade de comprovação mediante extratos bancários. Outra hipótese é a de que em casos de fraudes oriundas de operações internas com a necessidade de alteração dos registros o Caixa tem maior probabilidade de sofrer alterações quando comparados com fraudes de origem externa como no caso da Petrobras, onde esse elemento do ativo não é afetado.

Quanto ao CPV, os resultados também demonstraram discrepâncias em relação ao valor crítico do teste do χ^2 , sendo nas 40 empresas $\chi^2=83,21>15,50$ e na Petrobras

23,02 > 15,50. Em estudo semelhante, mas voltado ao total das despesas, Forster (2006) também encontrou para o teste do χ^2 valor superior ao crítico na ordem de 23,57, aproximando-se mais do resultado da Petrobras do que para as demais empresas listadas na BM&FBovespa.

Em relação às variáveis Imobilizado, Estoques e LAIR percebe-se que apresentaram comportamento ora de conformidade para as 40 empresas e ora de conformidade para a Petrobras. Em conformidade com a LB estão as variáveis Estoques e LAIR para as 40 empresas e a variável Imobilizado para a Petrobras. Diante desse comportamento, não é possível afirmar pela possibilidade de detecção de fraude na empresa Petrobras, apenas com base nos valores dos elementos dos *red flags*. Considerando o resultado comparativo das 40 empresas e que apresentaram anomalias superiores a da Petrobras não se pode concluir que a discrepância da Petrobras estaria associadas a fraudes, uma vez que se estaria atestando a probabilidade de ocorrência de fraudes em todas as demais 40 empresas listadas na BM&FBovespa.

Nesse sentido, ressalta-se o resultado da variável Fornecedores, para qual pretendia-se identificar indícios do superfaturamento. Apesar do resultado da Petrobras apresentar um comportamento em desconformidade a LB, ou seja, o resultado do χ^2 resultou em 31,18, que é superior ao valor crítico de 15,50, para as demais empresas o resultado foi mais surpreendente: resultou no valor de 74,35 que é superior ao da Petrobras.

Portanto, não se pode concluir apenas com a aplicação da Lei de Benford que as 40 empresas analisadas em conjunto teriam maior probabilidade de ocorrência de fraude que a própria Petrobras. Mais estudos serão necessários para analisar essa inconformidade em conjunto. No que se refere às três hipóteses de Krakar e Zgela (2009), a única aceita é a de que a Lei de Benford simplesmente não é aplicável aos dados considerados neste estudo, devendo ser descartada a possibilidade de dados fraudulentos ou a hipótese de que a amostra foi extraída de forma incorreta, salvo se amostra não tenha alcançado um tamanho adequado para aplicabilidade da Lei de Benford, fato que os estudos não evidenciam qual o tamanho mínimo para validade da LB.

Outro aspecto importante que Krakar e Ngela (2009) abordam é que quando os testes estatísticos mencionados apresentam desvios negativos, os dígitos que se enquadram nessa situação não deveriam estar no foco da auditoria. Isso tem relação com a ausência dos registros realizados nesses dígitos, devendo o foco concentrar naqueles dígitos que apresentam desconformidade com a LB e com discrepâncias positivas acima dos limites críticos.

Diante do exposto, as limitações aqui encontradas corroboram com a pesquisa de Kaminski *et al.* (2014) que também não conseguiram identificar diferenças significativas entre empresas fraudulentas e não fraudulentas. Ademais, ressalta-se a advertência de Durtschi *et al.* (2004) de que o método de detecção da Lei de Benford não é infalível e a discrepância não estaria necessariamente associada a fraudes, mas a ineficiências operacionais ou falhas nos sistemas, além de que o teste é mais poderoso a nível de transações, sendo menos eficiente para agrupamentos de elementos contábeis.

4.4 Análise complementar: empresa Exxon

Nesta seção é apresentado um estudo complementar em outra empresa do ramo do Petróleo, no sentido de comparar a frequência da ocorrência do primeiro dígito com a Petrobras. Para tal fim, escolheu-se a empresa Exxon, em razão da disponibilidade dos dados financeiros da *Securities and Exchange Commission* (SEC). O período dos demonstrativos contemplou os trimestres de janeiro de 2004 a junho de 2012.

Como critério de análise, foram selecionados os elementos patrimoniais compatíveis com os delineados na pesquisa, considerando ainda os padrões normativos americanos. Dessa forma, foram selecionadas as seguintes variáveis: *accounts payable and accrued liabilities, property, plant and equipment-net, inventory, sales and other operating revenue, costs of sales, income before income taxes*.

Os resultados apontaram discrepâncias em relação a Lei de Benford para todas as variáveis estudadas, à exceção da conta Caixa. A relação encontrada das divergências do teste χ^2 para a Exxon foi a seguinte: Receita (79,14) > Fornecedores (73,07) > CPV (66,64) > Estoques (65,66) > Imobilizado (48,62) > LAIR (33,20). Para o Caixa, verificou-se a conformidade com a Lei de Benford, cujo resultado para o teste χ^2 foi 15,12. Os algarismos de maior ocorrência para o primeiro dígito por variável foram: Estoques (1), Imobilizado (1), Fornecedores (3), Receitas (1 e 8), CPV (5), LAIR (1) e Caixa (1).

Comparando com a empresa Petrobras, a única semelhança encontrada foi em relação à ordem de discrepância, onde a Receita apresenta a maior diferença do teste χ^2 e o Caixa é o elemento que tem a maior proximidade com a Lei de Benford. No entanto, foram evidentes as discrepâncias do primeiro dígito, de forma que a desconformidade ao modelo não pode ser configurada uma fraude. Outro fator a ser considerado para Exxon é que os dados foram analisados em dólar evidenciaram um comportamento perene dos valores nominais das variáveis estudadas, ou seja, apresentaram poucas oscilações ao longo do tempo, o que pode ter influenciado nos resultados.

Do exposto verifica-se que as variáveis não seguiram a conformidade com a Lei de Benford, à exceção do Caixa. Portanto, conclui-se que o Caixa é o elemento que apresenta maior confiabilidade e segue perfeitamente a distribuição esperada. Entretanto, não se pode associar a divergência dos dígitos a uma possível ocorrência de fraude.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo analisou a existência de inconformidade significativa dos primeiros dígitos dos valores dos elementos de *red flags* em relação probabilidade esperada da Lei de Benford. Como informações de referência foram utilizadas as demonstrações financeiras de 40 empresas listadas na BM&FBovespa e para análise detectiva a empresa Petrobras, que foi objeto de fraude.

Estudos empíricos realizados por autores como Nigrini (2005), Santos (2009) e Abrantes-Metz et al. (2012) associaram a não conformidade com a Lei de Benford a erros, alterações intencionais promovidas pela ação humana ou fraudes. Nesta presente pesquisa, tanto os resultados das 40 empresas quanto os da Petrobras apresentaram discrepâncias significativas em relação a LB. Para surpresa, os valores dos testes do χ^2 e Z apresentaram discrepâncias nominais superiores à da Petrobras em comparação com os limites críticos considerados ao nível de significância de 5%.

Em razão da sistemática da fraude nos contratos, esperava-se encontrar na Petrobras discrepâncias bastante elevadas na variável fornecedores e no Imobilizado. Entretanto, contrariando às expectativas, o Imobilizado esteve em conformidade com a Lei de Benford e os Fornecedores apresentaram discrepância inferiores a Receita, LAIR e Estoques.

Diante do exposto, conclui-se que a fraude na Petrobras não poderia ter sido detectada previamente apenas com base na aplicação da LB sobre os valores dos elementos dos *red flags*. Logo, a LB aplicada apenas ao primeiro dígito dos *red flags* não se revelou eficiente.

Apesar da anomalia dos dígitos na empresa Petrobras, o que poderia levar a conclusão de uma maior de probabilidade de detectar a fraude por meio da técnica suportada pela LB, os

dados comparativos das 40 empresas listadas na Bovespa também apresentaram discrepâncias.

Complementarmente, as frequências observadas dos dígitos dos elementos patrimoniais da empresa Exxon também apresentaram discrepâncias significativas em relação a LB. Assim, concluir pela irregularidade da Petrobras levaria a concluir por analogia pela irregularidade nas demais empresas. Portanto, a LB deve ser usada com cautela.

Ressalta-se que apesar de não ter sido possível detectar previamente a fraude na Petrobras apenas com a aplicação da LB, este estudo trouxe resultados que indicam que o tema precisa ser aprofundado. Outras técnicas ou métodos poderiam ser propostos pelos pesquisadores em busca da detecção prévia da fraude através da análise dos demonstrativos financeiros.

É preciso proteger os investidores e a sociedade das fraudes corporativas. Para isso, precisam ser desenvolvidas ou aprimorados os mecanismos já existentes de prevenção e as técnicas de detecção de fraudes. No entanto, o custo adicional deve ser proporcional ao benefício percebido pelos investidores, mas deve ser também infinitamente inferior ao custo de uma fraude corporativa. Ressalta-se que a auditoria não é infalível, senão não existiriam casos como o da Enron e da Petrobras. O objetivo principal da auditoria não é detectar fraudes, mas sim emitir uma opinião que envolve um certo grau de risco. Nesse sentido, isso é preocupante porque o risco da fraude poderia fazer com que o ceticismo passasse não ser mais apenas uma característica do auditor, mas também do investidor, o que poderia reduzir o nível de investimentos em mercados de capitais.

Para futuras pesquisas sugere-se a utilização de um número maior de empresas conjugando a análise por exercício; também poderia ser realizado um estudo no segundo dígito e também nos dois primeiros dígitos para comparar com outras pesquisas. A ampliação do número de empresas permitirá a compreensão do comportamento das empresas brasileiras em relação à Lei de Benford. Outra sugestão é a replicação do estudo com o cômputo de todos os elementos patrimoniais e de resultado tanto para a Petrobras quanto para as empresas listadas na BM&FBovespa, uma vez que esse estudo ficou restrito a apenas aos valores elementos dos *red flags*.

REFERÊNCIAS

ABRANTES-METZ, R. M.; KRATEN, M.; METZ, A. D.; SEOW, G. S. Libor manipulation? **Journal of Banking & Finance**, v. 36, n. 1, p. 136–150, 2012.

ALBRECHT, W. S.; ALBRECHT, C. O.; ALBRECHT, C. C.; ZIMBELMAN, M. F. **Fraud examination**. Cengage Learning, 2012.

BENFORD, F. The law of anomalous numbers. **American Philosophical Society**, v. 78, n. 4, p. 551–572, 1938.

BERTÃO, N. I. **OGX já perdeu 99% de seu valor de mercado**. Veja.com. Disponível em: <<http://veja.abril.com.br/economia/ogx-ja-perdeu-99-de-seu-valor-de-mercado/>>. Acesso em: 15 out. 2016.

BIERSTAKER, J. L.; BRODY, R. G.; PACINI, C. Accountants' perceptions regarding fraud detection and prevention methods. **Managerial Auditing Journal**, v. 21, n. 5, p. 520–535, 2006.

BONACHE, A.; MORIS, K.; MAURICE, J. Risque associé à l'utilisation de la loi de Benford pour détecter les fraudes dans le secteur de la mode. **Crises et nouvelles problématiques de la Valeur**, May 2010, Nice, France, pp.CD-ROM,2010.

- BRAZILIENSE, C. Correio Braziliense. **Operação Greenfield prende empresários e Justiça bloqueia R\$ 8 bilhões**. Disponível em: <http://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/economia/2016/09/05/internas_economia,547376/operacao-greenfield-prende-empresarios-e-justica-bloqueia-r-8-bilhoes.shtml>. Acesso em: 16 out. 2016.
- CARSLAW, C. A. P. Anomalies in Income Numbers: Evidence of Goal Oriented Behavior. **The Accounting Review**, v. LXIII, n. 2, p. 321–327, 1988.
- COSTA, A. P. P. DA; JR., T. W. Fraudes corporativas. **RAE - Revista de Administração de Empresas**, v. 52, n. 4, p. 464–472, 2012.
- COSTA, J. I. F. **Desenvolvimento de metodologias contabilométricas aplicadas à auditoria contábil digital: uma proposta de análise da lei de Newcomb-Benford para os Tribunais de Contas**. (Mestrado em Contabilidade) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012.
- CVM. Comissão de Valores Mobiliários. **Processos Sancionadores Julgados**. Disponível em: <<http://www.cvm.gov.br/sancionadores/sancionador.html>>. Acesso em: 20 out. 2016.
- DIAS FILHO, P. R. L.; LIMA, L.; PINTO, A.C.F.; KLÖTZLE, M. C.; MAIA, V. M. Apreçamento de opções através do modelo de árvore trinomial implícita: uma aplicação na Vale e na Petrobrás. **Revista de Gestão, Finanças e Contabilidade**, v. 5, n. 4, p. 64-82, 2015.
- DURTSCHI, C.; HILLISON, W.; PACINI, C. The Effective Use of Benford's Law to Assist in Detecting Fraud in Accounting Data. **Journal of Forensic Accounting**, v. 99, n. 99, p. 17–34, 2004.
- ECKERT, A.; MECCA, M. S.; BIASIO, R.; PEZZI, G. M. Fraudes contábeis: caracterização e análise das publicações em periódicos e eventos nacionais de contabilidade. **Revista Universo Contábil**, , n. 54, p. 84–103, 2014.
- FARBER, D. B. Restoring trust after fraud: does corporate governance matter? **Accounting Review**, v. 80, n. 2, p. 539–561, 2005.
- FORSTER, R. P. **Auditoria contábil em entidades do terceiro setor: uma aplicação da lei Newcomb-Benford**. (Mestrado em Contabilidade), Universidade de Brasília, Brasília, 2006.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2010.
- GLOBO, A. O. (2016). Globo.com. **Operação Greenfield: PF investiga crimes contra fundos de pensão**. Disponível em: <<http://epocanegocios.globo.com/Brasil/noticia/2016/09/operacao-greenfield-pf-investiga-crimes-contrafundos-depensao-que-podem-chegar-r-50-bilhoes.html>> Acesso em: 16 out. 2016.
- GUAN, L.; HE, D.; YANG, D. Auditing, integral approach to quarterly reporting, and cosmetic earnings management. **Managerial Auditing Journal**, v. 21, n. 6, p. 569–581, 2006.
- IBRACON. Instituto dos Auditores Independentes do Brasil. **Interesse das auditorias no mercado é crescente**. Disponível em: <<http://www.ibracon.com.br/ibracon/Portugues/detNoticia.php?cod=1453>>. Acesso em: 16 out. 2016.

- IUDÍCIBUS, S.; MARION, J. C. **Dicionário de termos de contabilidade**. São Paulo: Atlas, 2001.
- KAMINSKI, K. A.; WETZEL, T. S.; GUAN, L. Can financial ratios detect fraudulent financial reporting? **Managerial Auditing Journal**, v. 19, n. 1, p. 15–28, 2004.
- KANITZ, S. **A origem da corrupção**. Revista Veja, v. 1600, 1999.
- KRAKAR, Z.; ZGELA, M. Application of Benford's Law in payment systems auditing. **Journal of Information and Organizational Sciences**, v. 33, n. 1, p. 39–51, 2009.
- KRAKAR, Z.; ŽGELA, M. Evaluation of Benford's low Application in stock prices and stock turnover. **Informatologia**, v. 42, n. 3, p. 158–165, 2009.
- LEAL, A. L. (2012). **Veja.com. Auditoria revela fraude de R\$ 200 milhões no café Pilão**. Disponível em <<http://veja.abril.com.br/economia/auditoria-revela-fraude-de-r-200-milhoes-no-cafe-pilao/>> Acesso em: 16 out. 2016.
- MURCIA, F. D.-R.; BORBA, J. A. Um estudo das fraudes contábeis sob duas óticas: jornais econômicos versus periódicos acadêmicos no período de 2001-2004. **Revista de Contabilidade do Mestrado em Ciências Contábeis da UERJ**, v. 10, n. 2, p. 99–114, 2005.
- MURCIA, F. D. **Relevância dos Red Flags na detecção de risco de fraudes nas demonstrações contábeis: a percepção de auditores independentes brasileiros**. (Mestrado em Contabilidade), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.
- MURCIA, F. D.-R.; BORBA, J. A.; SCHIEHLL, E. Relevância dos red flags na avaliação do risco de fraudes nas demonstrações contábeis: a percepção de auditores independentes brasileiros. **Revista Universo Contábil**, v. 4, n. 1, p. 25–45, 2008.
- NEWCOMB, S. Note on the Frequency of Use of the Different Digits in Natural Numbers. **American Journal of Mathematics**, v. 4, n. 1, p. 39–40, 1881.
- NIGRINI, M. J.; MITTERMAIER, L. J. The use of Benford's Law as an aid in analytical procedures. **Auditing: A Journal of Practice & Theory**, v. 16, n.2, p. 52–67, 1993.
- NIGRINI, M. J. An Assessment of the Change in the Incidence of Earnings Management Around the Enron- Andersen Episode. **Review of Accounting and Finance**, v. 4, n. 1, p. 92–110, 2005.
- NIGRINI, M. J. An Assessment of the Change in the Incidence of Earnings Management Around the Enron- Andersen Episode. **Review of Accounting and Finance**, v. 4, n. 1, p. 92–110, 2005.
- NIGRINI, M. **Benford's Law: Applications for forensic accounting, auditing, and fraud detection**. John Wiley & Sons, 2012.
- PETROBRAS. **Acesse as informações sobre as nossas divulgações trimestrais de resultados**. Disponível em <<http://www.investidorpetrobras.com.br/pt/resultados-financeiros/holding>>. Acesso em: 21 out. 2016.
- REINA, D.; NASCIMENTO, S. DO; REINA, D. R. M. A percepção dos auditores quanto à utilização dos red flags nas principais empresas de auditoria brasileiras. **Enfoque: Reflexão Contábil**, v. 27, n. 2, p. 71–86, 2008.
- REINSTEIN, A.; MCMILLAN, J. J. The Enron debacle: more than a perfect storm. **Critical Perspectives on Accounting**, v. 15, p. 955–970, 2004.

- REZENDE, I. C. C.; DUARTE, J. M. S.; SILVA, P. P. DA; SILVA, G. R. DA. Análise da performance empresarial da PETROBRAS: um estudo sob o enfoque dos indicadores econômico-financeiros. **Revista Ambiente Contábil**, v. 2, n. 1, p. 54–69, 2010.
- SANTOS, J. DOS; RIBEIRO FILHO, J. F.; LAGIOIA, U.; ALVES FILHO, B. F.; ARAÚJO, I. J. C. DE. Aplicações da lei de Newcomb-Benford na auditoria tributária do imposto sobre serviços de qualquer natureza (ISS). **Revista Contabilidade & Finanças**, v. 20, n. 49, p. 79–94, 2009.
- SAVILLE, A. Using Benford's Law to detect data error and fraud: an examination of companies listed on the Johannesburg Stock Exchange. **South African Journal of Economic and Management Sciences**, v. 9, n. 3, 2006.
- SEGAL, D. New York Times. **Petrobras Oil Scandal Leaves Brazilians Lamenting a Lost Dream**. Disponível em <https://www.nytimes.com/2015/08/09/business/international/effects-of-petrobras-scandal-leave-brazilians-lamenting-a-lost-dream.html?_r=2> Acesso em: 21 out. 2016.
- SMITH, M.; OMAR, N. H.; IDRIS, S. I. Z. S.; BAHARUDDIN, I. Auditors' perception of fraud risk indicators: Malaysian evidence. **Managerial Auditing Journal**, v. 20, n. 1, p. 73–85, 2005.
- SOUZA, A. J. **Normas internacionais de contabilidade: percepções dos peritos criminais federais sobre os impactos de sua adoção na atividade de perícia oficial realizada em fraudes contábeis no Brasil**. (Mestrado em Administração Pública) - Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 2012.
- THOMAS, J. K. Unusual Patterns in Reported Earnings. **The Accounting Review**, v. 64, n. 4, p. 773–787, 1989.
- VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em Administração**. São Paulo: Atlas, 2004.