

## ARTIGOS

Submetido 29-11-2020. Aprovado 22-03-2021. Avaliado pelo processo de *double blind review*. Editor Científico: Alcides Barrichello  
DOI: <https://doi.org/10.12660/cgpc.v27n86.82760>

## COMPRAS PÚBLICAS NO BRASIL: INDÍCIOS DE FRAUDES USANDO A LEI DE NEWCOMB-BENFORD

*Public procurement in Brazil: Evidence of frauds using the Newcomb-Benford Law*

*Compras públicas en Brasil: Indicaciones de fraudes utilizando la Ley de Newcomb-Benford*

Adilson da Hora Sampaio<sup>1</sup> | [adsampa@hotmail.com](mailto:adsampa@hotmail.com) | ORCID: 0000-0002-7468-2046

Paulo Soares Figueiredo<sup>1</sup> | [Paulo\\_s\\_figueiredo@hotmail.com](mailto:Paulo_s_figueiredo@hotmail.com) | ORCID: 0000-0002-4112-9682

Elisabeth Loiola<sup>1</sup> | [Beteloiola10@gmail.com](mailto:Beteloiola10@gmail.com) | ORCID: 0000-0003-3759-9048

<sup>1</sup> Universidade Federal da Bahia, Escola de Administração, Salvador, BA, Brasil

## RESUMO

Este artigo utiliza a Lei de Newcomb-Benford (Lei-NB), ou Lei dos Números Anômalos, para análise empírica exploratória dos valores de pregões eletrônicos ocorridos no Portal de Compras do Governo Federal brasileiro e constantes no recém-criado site “DadosAbertos.gov.br”. Nas análises foram consideradas todas as contratações de serviços no período de 2014 a 2018. O objetivo da pesquisa foi analisar a conformidade dos pregões eletrônicos mencionados à Lei-NB, visando a verificar anomalias que representam indícios de fraude. Pode-se afirmar que há anomalia estatisticamente significativa na análise do primeiro dígito dos valores licitados nos pregões eletrônicos das licitações. Consta-se também que os pregões com primeiro dígito de números 4, 8 e 9 são os que apresentaram maiores diferenças entre o valor observado e o valor esperado, fortalecendo a hipótese de que esses representam os pregões com maior incidência/probabilidade de desvios. O estudo, pioneiro nesse tipo de análise na base de dados brasileira, visa a contribuir para a literatura focada na detecção de fraudes contábeis ou financeiras no setor público. Os resultados da pesquisa indicam que podem contribuir, também, para a prática da fiscalização na gestão pública. É recomendado aprofundar a análise das licitações estudadas, visando a confirmar os indícios constatados, e focar em estudos baseados na economia da corrupção nas questões que envolvem a detecção de fraudes, a fim de que a corrupção se torne inviável ou inoportuna.

**Palavras-chave:** compras públicas, pregão eletrônico, corrupção, lei de *Newcomb-Benford*, fraude em licitações.

## ABSTRACT

This article uses the Newcomb-Benford (NB-Law), or Law of Anomalous Numbers, to analyze the values of Electronic Bidding Processes that occurred in the Purchasing Portal of the Brazilian Federal Government and contained in the newly created website “DadosAbertos.gov.br”. In the analysis, all services contracted in the period from 2014 to 2018 were considered. The objective of the research was to analyze the conformity of the Electronic Auction referred to the NB-Law, aiming to verify anomalies, which represent signs of fraud. It can be said that there was a statistically significant anomaly in the analysis of the first digit of the values bid in the Electronic Bidding Tenders. It is also noted that the trading sessions with the first digit of numbers 4, 8 and 9 are those with the largest differences between expected and observed values, strengthening the hypothesis that these represent the trading sessions with the highest incidence / probability of deviations, to be tested in future studies. The study, pioneer in this type of analysis in the Brazilian data source, aims to contribute to the literature focused on the detection of accounting or financial fraud in the public sector. The results collected here can also contribute to the practice of inspection in public management. It is recommended to deepen the studies based on the Economics of Corruption, on issues that involve the detection of fraud, so that corruption becomes unviable or inopportune.

**Keywords:** public procurement, electronic auction, corruption, Newcomb-Benford law, bidding frauds.

## RESUMEN

Este artículo utiliza la Ley de Newcomb-Benford (Ley-NB), o Ley de Números Anómalos, para el análisis de los valores de las Sesiones de Comercio Electrónico realizadas en el Portal de Compras del Gobierno Federal de Brasil y contenidas en el sitio web recién creado “DadosAbertos.gov.br”. En los análisis, fueron considerados todos los contratos de servicios, de 2014 a 2018. El objetivo de la investigación fue analizar el cumplimiento de las Sesiones de Comercio Electrónico mencionadas a la Ley-NB, con el fin de verificar anomalías que representan evidencia de fraude. Se puede afirmar que hubo una anomalía estadísticamente significativa en el análisis del primer dígito de los valores licitados en las ofertas de las Subastas Electrónicas. También se observa que las sesiones de trading con el primer dígito de los números 4, 8 y 9 son las que presentaron el valores intermedios más altos que contribuyen al chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) calculado, fortaleciendo la hipótesis de que estas representan las sesiones de trading con la mayor incidencia/probabilidad de desviaciones. El estudio, pionero en este tipo de análisis en la base de datos brasileña, tiene como objetivo contribuir a la literatura centrada en la detección de fraudes contables o financieros en el sector público. Los resultados aquí recogidos pueden contribuir a la práctica de la supervisión en la gestión pública. Se recomienda profundizar en el análisis de las ofertas estudiadas, con el fin de confirmar las evidencias aquí recogidas, y centrarse en estudios basados en la Economía de la Corrupción en cuestiones relacionadas con la detección de fraude, de modo que la corrupción se vuelva inviable o impropia.

**Palabras Clave:** contratación pública, negociación electrónica, corrupción, ley Newcomb-Benford, fraude en licitaciones.

## INTRODUÇÃO

Sacramento e Pinho (2018) mencionam que não é exagero afirmar que a percepção dominante no Brasil sobre corrupção é a de que este fenômeno assumiu um caráter sistêmico. Tal entendimento seria consequência da exposição diária de escândalos envolvendo tanto os poderes do Estado como as organizações privadas, e em todas as esferas de governo.

Segundo Rose-Ackerman (1997), o problema da corrupção surge da diferença da função utilidade do principal e do agente. Enquanto o governo busca o ótimo social, o funcionário busca o ótimo privado, que, muito provavelmente, diverge do ótimo anterior. A corrupção sistêmica mina a legitimidade dos governos, especialmente nas democracias, podendo até levar a golpes por líderes não democráticos. Em contrapartida, os governos não democráticos podem usar a corrupção para manter o poder ao espalhar seus benefícios. Se os indivíduos mais ricos e poderosos fazem parte de uma rede de ganhos e favores corruptos, a ameaça de exposição pode ajudar os governantes atuais a manterem o poder. Assim, a corrupção não precisa ser desestabilizadora, mas sempre corre contra as normas de negociação aberta e justa (Rose-Ackerman, 1997).

Em contextos concorrenciais, aquisições são comumente projetadas para selecionar o fornecedor mais eficiente em um grupo de empresas concorrentes e maximizar as economias do comprador (Albano, Buccirossi, Spagnolo & Zanza, 2006). A concorrência não é, no entanto, o cenário preferido das empresas, que não gostam de concorrer (O'Farrell, Hitchens & Moffat, 1992), e possivelmente prefeririam coordenar suas ações a fim de suavizar a concorrência de preços e aumentar o lucro conjunto. Tal coordenação, seja explícita ou tácita, é ao mesmo tempo tentadora e viável, já que a maioria das aquisições se repete ao longo do tempo. O objetivo da maior parte das empresas é maximizar os lucros. Seu comportamento é afetado pelo montante das regras e regulamentos que o setor público decide impor ao setor privado, sendo que uma segunda influência sobre o comportamento das empresas resulta de monitoramento pelo setor público para garantir o cumprimento de seus regulamentos (Navot & Cohen, 2015).

Em 2016, o governo federal gastou R\$ 49 bilhões em bens, ou seja, em materiais e equipamentos, e R\$ 40 bilhões em contratação de serviços (Empresa Brasil de Comunicação, 2017). Segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD) (2008), a contratação eletrônica desempenha um papel importante para minimizar o risco de corrupção nestes contratos públicos. A luta contra a corrupção nos últimos anos foi estabelecida pela União Europeia como um dos principais objetivos da moderna regulamentação e política de compras públicas. (Miranzo Diaz, 2017).

O pregão eletrônico substitui outros métodos de licitação, como a concorrência, a tomada de preços e a carta-convite. O sistema já funciona em diversos Estados, com grandes vantagens para os participantes, sejam órgãos estatais, empresários ou observadores. Por esta razão, a modalidade de licitação pregão, na sua forma eletrônica, é o foco deste estudo.

O Brasil encontra-se na 96.<sup>a</sup> posição no ranking de percepção de corrupção da Transparência Internacional de 2017, sendo que no ano anterior ocupava a 79.<sup>a</sup> posição (Transparency

International, 2018). Segundo Campos (2012), a pesquisa de percepção sobre corrupção originou-se nas agências especializadas em analisar os riscos dos investimentos. Com base nos levantamentos dessas instituições, a organização de combate à corrupção Transparência Internacional elaborou o Índice de Percepção de Corrupção, que ordena os países do mundo de acordo com o grau em que a corrupção é percebida pelos entrevistados, que variam de executivos de grandes empresas, funcionários públicos de alto escalão, a juristas, professores e até jornalistas.

Mesmo com as aparentes vantagens obtidas com a implantação do pregão eletrônico nas licitações públicas, algumas irregularidades como as relacionadas à utilização de robôs para dar lance, ao superfaturamento e à combinação prévia dos licitantes, podem ainda estar ocorrendo na realização das concorrências. Segundo o Contas Abertas (2017), a evolução do número de medidas cautelares adotadas pelo Tribunal de Contas da União e que envolvem a suspensão de licitações demonstra a fragilidade da tecnologia mais utilizada pelo governo federal – o pregão eletrônico. Neste sentido, em relação aos pregões eletrônicos no Brasil, faz-se relevante esta pesquisa, a fim de verificar a integridade das disputas e ampliar o debate para um possível aperfeiçoamento com base científica.

O objetivo da pesquisa é analisar a conformidade das licitações à Lei-NB no ambiente dos pregões eletrônicos analisados, como uma estratégia de identificação de anomalias, as quais representam indícios de fraudes. A partir dos resultados obtidos, é possível indicar quais grupos de licitações têm maior desvio em relação à mencionada lei, indicando probabilidade de fraudes, conforme observam Costa, Santos e Travassos (2012). Visa-se, com isso, a responder à seguinte questão de pesquisa: como a Lei-NB permite detectar fraudes nas licitações do sistema de compras públicas brasileiro?

O estudo, pioneiro no uso da Lei-NB no setor de compras públicas brasileiro, reveste-se de relevância no sentido de que seus resultados podem contribuir para a acumulação de conhecimentos empíricos e teóricos, ampliando bases mais seguras para ação de governos e da sociedade no sentido de combate à corrupção e, conseqüentemente, de maior efetividade e eficiência dos gastos públicos. Espera-se contribuir para a literatura focada na detecção de fraudes contábeis ou financeiras no setor público, e para a prática da fiscalização na gestão pública.

O presente trabalho está dividido em cinco seções: após esta introdução, apresentam-se a revisão da literatura e o referencial teórico. Em seguida, chega-se à hipótese do estudo, para então revelar-se a coleta dos dados e os métodos de investigação. Na seção seguinte apresentam-se os resultados e a discussão, e, por fim, a conclusão com as implicações práticas e limitações.

## REVISÃO DA LITERATURA

Nesta seção apresentam-se e discutem-se teorias, argumentos e polêmicas essenciais no campo e destacam-se pesquisas já realizadas, identificando lacunas e escolhendo estratégias teóricas e metodológicas para reduzi-las e contribuir para o avanço do conhecimento sobre o objeto da pesquisa (Gray, 2012). Para tanto, a revisão da literatura encontra-se dividida em três tópicos:

Economia da corrupção, que é o marco teórico da pesquisa, Fraudes em licitações públicas feitas por meio de pregões eletrônicos, e, por fim, a Lei-NB, o problema de pesquisa e suas hipóteses.

## Economia da corrupção

Entende-se por “corrupção” todos os tipos de comportamento em que alguém que está em uma posição de confiança faz mau uso dessa posição em benefício próprio. Em suas diretrizes de compras, o Banco Mundial define uma “prática corrupta” como “Oferecer, dar, receber ou solicitar, direta ou indiretamente, qualquer coisa de valor para influenciar a ação de um funcionário público no processo de aquisição ou contrato (Lengwiler & Wolfstetter, 2006, p. 412).

A Economia da corrupção teve suas origens com os trabalhos de Becker (1968) e Rose-Ackerman (1975). Para Becker (1968), os indivíduos e o Estado otimizam suas funções utilidade, inclusive no caso de ilicitudes, avaliando a relação custo/benefício de suas ações, encontrando um “ponto ótimo” da prática ilegal – o indivíduo avalia o ganho esperado como benefício e a pena esperada como custo, enquanto o Estado avalia o bem-estar da sociedade (segurança) como benefício e o gasto com segurança pública, justiça e reclusão como custo. Seguindo essa linha de raciocínio, Rose-Ackerman (1975) analisa a corrupção com um enfoque no modelo principal-agente. No modelo, o principal (governo) delega tarefas aos seus funcionários (agentes), que as executam estando sujeitos a propostas de suborno pelos influenciados pela tarefa. Ainda segundo Rose-Ackerman (1997), se a probabilidade de detecção e punição é alta, os subornos podem não valer a pena.

Conforme Søreide (2002), a principal razão para o suborno em contratos públicos, no entanto, é provavelmente porque todos acreditam que todo mundo está envolvido em tal tipo de negócio. Perder um contrato porque um concorrente subornou deve ser muito frustrante. Esse problema de informação oculta é refletido no modo como todas as empresas envolvidas pagam um suborno, mesmo se estivessem em melhor situação sem corrupção (dilema do prisioneiro). Assim, as empresas que subornam as autoridades parecem esquecer a externalidade negativa que impõem a outras empresas, bem como o agravamento de seu ambiente econômico. Segundo Miranzo Diaz (2017), a abordagem do problema da corrupção, que estabelece a necessidade de decisões estratégicas, a implementação prática de princípios de integridade e seus conceitos relacionados, justifica a adequação da promoção de implementação de medidas anticorrupção. Nesse sentido, aumentar os mecanismos de detecção de fraudes e práticas anticoncorrenciais em pregões eletrônicos coaduna-se à teoria supracitada.

Segundo Tóth e Hadju (2017), os estudos atuais abordam os riscos de corrupção e seus mecanismos de integridade e estes devem ser complementados, por exemplo, com indicadores de integridade de entidades contratantes, entendendo-se que, se existem estes esforços de integridade, há uma atividade de *compliance*, ou seja, políticas, diretrizes e normas estabelecidas para o negócio e para as atividades da instituição ou empresa. Como os dados elementares sobre os contratos públicos estão disponíveis, podem ser analisados em qualquer nível de agregação (por exemplo: grupos de empresas, municípios, unidades administrativas, programas operacionais).

Sendo assim, tem-se respaldo teórico à proposição de melhorias no sistema de monitoramento dos pregões eletrônicos.

## Fraudes em licitações públicas feitas por meio de pregões eletrônicos

A corrupção necessariamente envolve um agente público, cujo poder a ele confiado é usado para obter ganhos privados (Transparency International, 2018). Já a fraude é caracterizada quando agentes públicos ou privados agem para a obter vantagens ilícitas, ocultam suas decisões e seus respectivos efeitos. Fraude e corrupção, apesar de similares na violação ética, são eventos diferentes (Jamal, Johnson & Berryman, 1995).

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. Iudícibus, Marion, Pereira e Slomski, (2001) conceituam a fraude em contabilidade como o ato de enganar para seu próprio benefício, podendo ser caracterizada como roubo, desfalque, estelionato, falsificação. Por sua vez, Costa e Jr. (2012,) conceituam a fraude como um conjunto de ações ilícitas executadas de forma premeditada pelos autores, que visam ao atendimento de interesses próprios, mas causam prejuízos ao patrimônio de terceiros.

Segundo Hanák (2018), quando certos princípios e limitações são respeitados, o pregão eletrônico pode ser utilizado com sucesso para a aquisição de bens, serviços e obras. Ressalvando que no Brasil o pregão eletrônico ainda não é permitido para obras. Ainda conforme os resultados da pesquisa de Hanák (2018), os dados mostram claramente como os atuais usuários de pregão eletrônico percebem diferentemente os efeitos dos pregões, especialmente no contexto de preço e qualidade. Compradores não usuários presumem que os pregões têm um impacto positivo na transparência do processo e também acreditam que a economia financeira pode ser obtida por meio do pregão eletrônico. No entanto, os fornecedores entrevistados estão preocupados com a diminuição do número de concorrentes e com a qualidade.

Nos últimos anos, as autoridades governamentais têm cada vez mais utilizado a internet para processos de contratação pública. O principal objetivo aqui seria “a qualidade do gasto público”, promovendo acesso, concorrência, imparcialidade e transparência e permitindo o controle pela sociedade civil. O pregão eletrônico é sinônimo de instrumento de eficiência nas compras e contratações públicas, e economicidade e celeridade são suas principais marcas; porém o sistema não está livre de fraudes. (Lima, 2016).

Segundo o Tribunal de Contas da União [TCU] (2018), o risco de fraude e corrupção é reduzido se a organização conhece bem os terceiros com quem está lidando, especialmente nas compras mais significantes, em que o risco de recebimento de propina e comissões secretas é alto.

De acordo com Albano et al. (2006), por sua vez, o surgimento de “cartéis de licitação” nas aquisições, isto é, acordos colusivos nos processos de licitação, é impulsionado por forças muito semelhantes às que regem a formação de cartéis em mercados oligopolistas, tidos como uma associação de empresas visando a predefinir o ganhador.

O pregão eletrônico foi criado com o intuito de facilitar as licitações e garantir maior competição, permitindo que todos os interessados participem sem ter que se deslocar ao local do certame. Como já mencionada, a primeira grande polêmica quanto ao pregão eletrônico é a utilização de softwares pelos licitantes, pois alguns possuem inteligência artificial e são chamados de robôs, cujo uso, mesmo não sendo proibido por lei, pode ser interpretado como prática anticoncorrencial. Esses robôs são utilizados para detectar algum tipo de lance e imediatamente cobrir o lance ofertado, normalmente com centavos de diferença. Como a finalização da fase de lances é aleatória, o vencedor acaba sendo consagrado através de sorte. (Campana, 2018)

Segundo Lengwiler e Wolfstetter (2006), pregões são um mecanismo eficiente para se contratar. É por isso que têm sido usados há séculos, na forma clássica, como leilões, e estão sendo usados com mais frequência. Mas não são imunes a manipulações por meio de conluio e corrupção. Os autores explicam que “conluio significa que os licitantes coordenam suas ações com a intenção de aumentar o preço. Corrupção significa que a pessoa que dirige o leilão, o leiloeiro, distorce as regras do leilão em favor de algum licitante (s) em troca de subornos.” (Lengwiler & Wolfstetter, 2006, p. 412). Assim, corrupção e conluio às vezes são interligados.

Segundo Rebouças, Prado, Ferneda e Balaniuk (2017), no Brasil, o pregão eletrônico no sistema Comprasnet fomenta negócios da ordem de milhões de reais todos os anos, e empresas fornecedoras de serviços e produtos podem estar utilizando este meio como oportunidade de realizar transações visando a maiores lucros, às vezes de maneira ilícita.

Em trabalho mais recente, o TCU (2018) mapeou o risco de exposição à fraude e corrupção na Administração Pública Federal, no Brasil, utilizando uma escala de “Poder Econômico” em associação a um Índice de Fragilidade de Controles de Fraude e Corrupção. O tribunal concluiu que existe forte ligação entre a incidência de fraude e corrupção, e fracos controles preventivos, considerando ainda que, em muitos casos em que a fraude e a corrupção são detectadas, é possível que tenham ocorrido falhas nos controles preventivos, que permitiram que o incidente ocorresse, sendo que tais controles funcionam dissuadindo o cometimento da fraude e da corrupção. Esses controles preventivos incluem bom sistema de governança, gestão de risco de fraude e corrupção, treinamento antifraude/anticorrupção e dispositivos tecnológicos de monitoramento e detecção de indícios dessas práticas.

De acordo com Bajari, Mc Millan e Tadelis (2009), a licitação é entendida por selecionar o licitante de menor custo, evitar a corrupção e o favoritismo, porém se opõe à eficiência e também oferece um ponto de referência claro com o qual comparar as ofertas.

Em contraponto, Campana (2018) ressalta que a ideia do pregão eletrônico é extremamente vantajosa para a administração pública, pois garante maior concorrência ao certame, visto que permite maior quantidade de licitantes devido ao seu acesso ser online.

Neste sentido, não é surpresa que muitos governos, sejam eles estaduais, municipais ou estrangeiros, tenham investido cada vez mais para dotar suas estruturas de compras com profissionais e meios capazes de utilizar o pregão eletrônico na garantia da transparência, efetividade e celeridade nas compras públicas.

Ao pregão eletrônico não se podem atribuir as fraudes ou quaisquer facilidades de combinação de propostas ou direcionamento do certame, pois, ao contrário de todas as modalidades disponíveis, esse modelo, como regra, apresenta-se como a melhor opção para o atendimento dos três objetivos da licitação dispostos no art. 3º da Lei nº 8.666/1993: “a garantia da isonomia, a seleção da proposta mais vantajosa para a administração e a promoção do desenvolvimento nacional sustentável.” (Barcelos, 2018)

Um dos métodos utilizados para verificação de indícios de fraudes ou anomalias em dados de diversos tipos é a Lei-NB, abordada a seguir.

## A Lei-NB

A Lei-NB foi desenvolvida por Newcomb (1881) e Benford (1938), autores que evidenciaram que as probabilidades de ocorrência de valores iniciados por dígitos menores são superiores às probabilidades de ocorrência de valores iniciados por dígitos mais elevados. Essa lei propõe que as frequências dos primeiros dígitos em uma infinidade de bancos de dados são decrescentes do 1 ao 9; o número 1 aparece em, aproximadamente, 30% dos dados, enquanto o 9 não atinge 5% desses valores. Isso é exemplificado na Tabela 1.

Tabela 1. Frequências dos primeiros dígitos de valores, segundo a Lei-NB

Primeiro dígito	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total
Porcentagem (%)	30,00	17,67	13,00	9,00	8,33	6,33	5,67	5,67	4,33	100,00

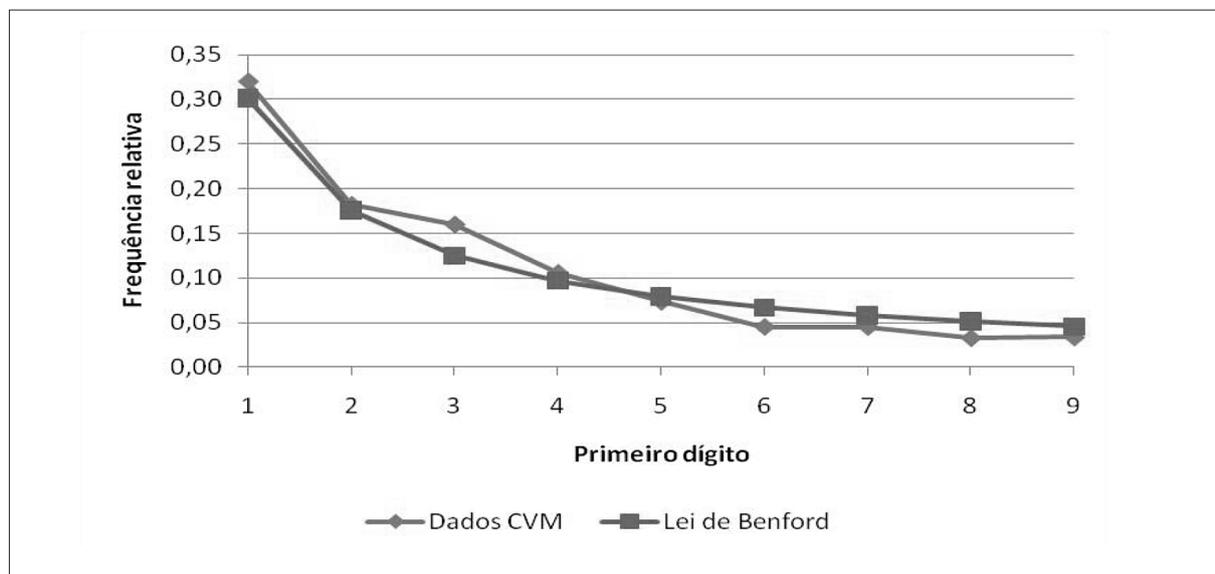
Fonte: Adaptado de Kira e Teixeira (2016, p. 1).

O axioma da dedução das probabilidades de ocorrência dos números 1 a 9 nos primeiros dígitos significativos foi inicialmente obtida por Benford (1938), sendo amplamente utilizada e aperfeiçoada por Hill (1995a,1995b). A probabilidade  $P(d)$  de o número  $d$  ocorrer como primeiro dígito significativo é obtida pela equação:

$$P(d) = \log_{10} \left( 1 + \frac{1}{d} \right) \quad (1)$$

Essa mesma aplicação pode ser válida para preços, como os valores (em reais) de 1.274 notas fiscais oriundas da Comissão de Valores Mobiliários, demonstrada no Gráfico 1.

Gráfico 1. Frequências dos primeiros dígitos em notas fiscais oriundas da Comissão de Valores Mobiliários



Fonte: Kira e Teixeira (2016, p. 1).

Autores como Hill (1995a,1995b), Pinkham (1961) e Raimi (1969) mostraram que a Lei-NB se aplica em dados de natureza numérica que apresentem invariância com respeito à escala e que advenham de uma natureza aleatória. Nesse sentido, dados de fluxos financeiros têm recebido bastante atenção na literatura como passíveis de aplicações utilizando-se essa lei. No Quadro 1, encontra-se uma síntese da utilização da Lei-NB por diversos autores, de diferentes áreas do conhecimento científico, a fim de se fortalecer a justificativa de utilização do método no presente artigo.

Quadro 1. Síntese da utilização da Lei-NB por diversos autores

AUTOR/ ANO	TÍTULO DO TRABALHO	ÁREA	CONTRIBUIÇÕES
Newcomb 1881	Note on the frequency of use of the different digits in natural numbers	Astronomia	Primeiras observações a respeito deste fenômeno.
Benford 1938	The law of anomalous numbers	Física	O fenômeno foi redescoberto.
Pinkham 1961	On the distribution of first significant digits	Estatística	Mostraram que a Lei-NB se aplica em dados de natureza numérica.
Raimi 1969	The peculiar distribution of first significant digits		
Varian 1972	Benford's Law	Ciências Sociais	Concluiu favoravelmente sobre a utilização da Lei-NB no auxílio à detecção de irregularidades financeiras.

Carslaw 1988	Anomalies in income numbers: evidence of goal oriented behavior	Finanças	Analisou demonstrações financeiras de 220 companhias da Nova Zelândia.
Thomas 1989	Unusual patterns in reported earnings	Finanças	Estudou padrões da Lei-NB em informações de lucro de empresas norte-americanas.
Hill 1995a 1995b	Base-invariance implies Benford's law	Estatística	Comprovou matematicamente que a Lei-NB se aplica em dados de natureza numérica que apresentem invariância com respeito à escala e que advenham de uma natureza aleatória.
	A Statistical derivation of the significant-digital law		
Nigrini 1996 1999	Taxpayer compliance application of Benford's law	Auditoria	Observou que a Lei-NB pode ser usada para detectar indícios de manipulação humana de dados/ mostrou que a Lei-NB poderia ser usada em contabilidade e auditoria forense como um indicador de fraude.
	I've got your number		
Vellez 2011	Auctions versus Negotiations: Evidence from Public Procurement in the Italian Healthcare Sector	Compras na Saúde Pública	Realizou um teste baseado na Lei-NB para descartar o conluio entre participantes de processos de compras.
Costa et al 2012	An Analysis of Federal Entities' Compliance with Public Spending: Applying the Newcomb-Benford Law to the 1st and 2nd Digits of Spending in Two Brazilian States	Gestão Pública	Verificaram a existência de desvios significativos na distribuição do 1º e 2º dígitos dos Estados analisados.
Cunha e Bugarin 2014 2017	Lei de Benford e auditoria de obras públicas: uma análise de sobrepreço na reforma do Maracanã	Gestão Pública	Fizeram análise de sobrepreço em obras públicas.
	Lei de Benford aplicada à auditoria da reforma do Aeroporto Internacional de Minas Gerais		
Kira e Teixeira 2016	Lei de Benford e aplicações	Matemática	Resumiram, de forma intuitiva, o que se conhece como a "Lei-NB" para a distribuição de probabilidade do primeiro dígito de números de um conjunto de dados.
Tóth e Hadju 2017	Intensity of Competition, Corruption Risks and Price Distortion in the Hungarian Public Procurement – 2009–2016	Gestão Pública	Fizeram análise da corrupção no recebimento de recursos e aquisições do governo húngaro.

Conforme se observa no Quadro 1, o trabalho mapeado mais antigo que aplicou a Lei-NB no auxílio à detecção de irregularidades financeiras foi de Varian (1972). Dois estudos de Nigrini (1996, 1999) evidenciam possibilidades de utilização da mesma Lei nas áreas contábil, de auditoria e forense. Mais recentemente, estudos conduzidos por Vellez (2011), Costa et al. (2012), Cunha e Bugarin (2014), Kira e Teixeira (2016), Bugarin e Cunha (2017) e Tóth e Hajdu (2017) consolidam a utilização da Lei-NB em estudos dentro da abordagem de economia da corrupção.

Há uma vasta literatura focada especificamente na análise de valores financeiros e contábeis, a qual indica que a não observância à Lei-NB está ligada à fraude. Lu, Boritz, e. Covvey, (2006) demonstraram que a Lei-NB pode ser usada mesmo com conjuntos de dados incompletos para identificar transações fraudulentas. Eles combinaram essa lei com o aprendizado reforçado e criaram uma abordagem de detecção de fraudes. Transações fraudulentas foram detectadas calculando os desvios das distribuições esperadas da Lei-NB. De acordo com os autores, qualquer anomalia indica uma alta probabilidade de uma transação fraudulenta. De forma similar, Tóth e Hadju (2017) utilizaram a Lei-NB para verificar as compras públicas na Hungria, e argumentam que a lei aponta indícios de corrupção no recebimento de recursos e aquisições. Cunha e Bugarin (2014; 2017) afirmam que os desvios estatisticamente significantes em relação à lei-NB levantam suspeita de fraudes financeiras. Costa et al. (2012) propõem que a ocorrência dos desvios no comportamento dos dígitos indica a possibilidade de ocorrência de erros e fraudes praticados de forma reiterada. Berton (1995) estudou a detecção de fraudes financeiras, também usando Lei-NB. Bhattacharya (2002) indicou como essa lei pode auxiliar os auditores a rastrear os autores de fraudes financeiras. Das e Zhang (2002), igualmente a Carslaw (1988) e a Caneghem (2002) estudaram a manipulação dos ganhos (lucros) por ações por parte de empresas, concluindo pela existência de evidências da presença de arredondamentos para cima nas transações que aumentavam o lucro e desempenho das empresas. O já citado autor Nigrini, em diversos estudos (Nigrini, 1996; 1999; 2005) aponta que desvios significantes em relação à Lei-NB estão ligados à alteração intencional de dados, ou seja, fraudes por majoração de valores financeiros.

Fica claro, portanto, que desvios significantes à Lei-NB podem ser encarados como forte evidência da presença de fraudes. Diversos tipos de fraude são possíveis no ambiente de licitações eletrônicas, os quais foram discutidos na subseção anterior.

Diante da discussão previamente realizada, que abordou vantagens e fragilidades potenciais dos pregões eletrônicos realizados no Brasil, e a apresentação de um dos métodos utilizados para verificação de indícios de fraudes ou anomalias em dados de diversos tipos, levanta-se a seguinte hipótese:

H1: O primeiro dígito dos valores de serviços licitados no setor público brasileiro por meio de pregões eletrônicos realizados entre 2014 e 2018 destoa da distribuição natural dos dígitos expressa pela Lei-NB.

## COLETA DOS DADOS E MÉTODO DE INVESTIGAÇÃO

A metodologia utilizada nesta pesquisa consistiu na realização de análise empírica exploratória com base no uso da Lei-NB em um conjunto de dados. A pesquisa utilizou os dados constantes do Portal de Compras do Governo Federal e no recém-criado “DadosAbertos.gov.br”. Em um primeiro momento foi construído um banco de dados, com informações dos vencedores das licitações e seus valores contratados, extraídas do Portal de Compras do Governo Federal e do sítio “DadosAbertos.gov.br”. O montante licitado no período é da ordem de R\$ 260 bilhões, englobando todas as modalidades de licitação, que resultaram em 557.567 processos de compras. Os dados filtrados pelo período pesquisado e pela modalidade e forma da licitação atingem o montante de mais de R\$ 120 bilhões somente em aquisições por pregão eletrônico, com realização de 111.068 desses pregões. Como o foco da pesquisa são os pregões para contratação de serviços, pois estes em geral têm um só licitante vencedor por pregão, efetuou-se este filtro, resultando num universo de 41.898 pregões, na modalidade de licitação, pregão, na forma eletrônica e para contratação de serviços, sendo desprezados 4.713 pregões com valores zerados ou abaixo de R\$ 1, resultando em 37.184 pregões para submeter à análise.

A avaliação, realizada com foco na distribuição do primeiro dígito significativo (diferente de zero), foi feita sobre as frequências relativas dos números 1 a 9, observadas na primeira posição no conjunto de valores de pregões eletrônicos selecionados, sendo essas as variáveis de análise também utilizadas por Carslaw (1988), Nigrini (1996), Costa et al. (2012), Cunha e Bugarin (2014) e Kira e Teixeira (2016). Nas análises foram consideradas todas as contratações de serviços num intervalo de cinco anos, 2014 a 2018. Então foi verificada a aderência dos dados à Lei-NB, para identificação de desvios.

Quanto à justificativa do período utilizado, que se inicia em 2014, justifica-se em razão da instituição, em janeiro daquele ano, da Lei Anticorrupção no Brasil, e vai até o ano imediatamente anterior ao início da pesquisa. Não foi incluído aqui o Regime Diferenciado de Contratação-RDC, que, embora seja constituído de licitações eletrônicas, contém especificidades e regulamentação diversas das dos pregões. Neste sentido, somente serão analisados pregões para contratação de serviços, por terem em geral um só licitante vencedor por pregão, possibilitando a associação entre o licitante vencedor e as variáveis a serem analisadas, e por serem meio para um tipo de contratação em que há um certo grau de dificuldade em encontrar parâmetros semelhantes de preço de mercado. Isso ocorre porque a licitação de serviços possui especificidades e diversidades, refletidas em variáveis como local, prazo de execução, período de execução etc. Portanto, os pregões de serviços facilitam a associação posterior entre a licitação, o seu valor e o licitante vencedor, além de ser um tipo de contratação com maior variação de preços de mercado, tornando este filtro ou estrato mais interessante para a análise.

O Portal de Compras do Governo Federal foi escolhido em razão de sua maior abrangência e utilização de dados abertos.

De acordo com a premissa utilizada também por Diniz, Corrar e Slomski (2010), os desvios significantes sinalizados pela análise dos resultados a seguir são indicadores da interferência

humana no comportamento natural dos números no primeiro dígito significativo dos valores dos pregões eletrônicos avaliados, sendo que esta interferência constitui um indício da ocorrência de fraudes. A validação foi feita pelo teste  $\chi^2$  de aderência (a um nível de significância de 5%). Foram utilizados os softwares Microsoft Excel e o pacote estatístico *Stata* 15.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

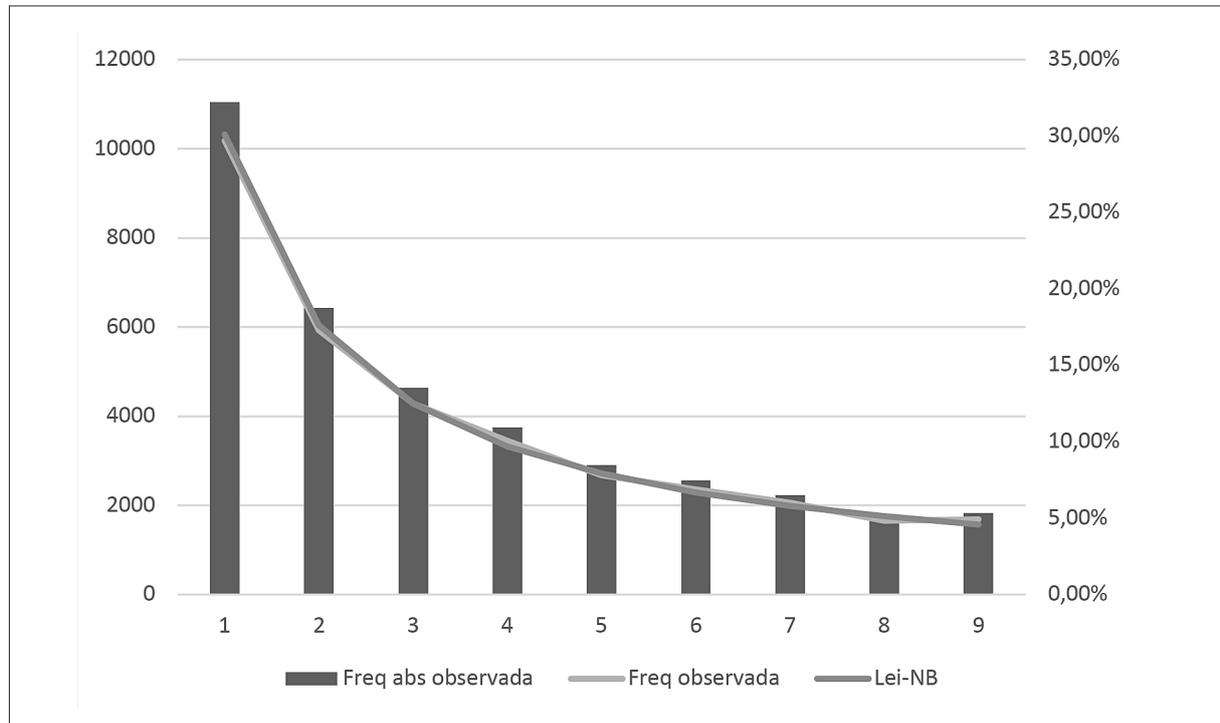
As frequências, absoluta e percentual, dos valores no dígito inicial das licitações, obtidas pelo recurso de tabela dinâmica, estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Frequências de valores no dígito inicial do valor licitado e comparação com valores esperados

VALOR (NÚMERO) INICIAL	FREQ. ABS. OBSERVADA	FREQ. OBSERVADA	LEI-NB
1	11039	29,69%	30,10%
2	6435	17,31%	17,61%
3	4645	12,49%	12,49%
4	3748	10,08%	9,69%
5	2905	7,81%	7,92%
6	2563	6,89%	6,69%
7	2232	6,00%	5,80%
8	1794	4,82%	5,12%
9	1823	4,90%	4,58%

Os resultados encontrados e demonstrados no Gráfico 2, representam graficamente a aderência dos pregões eletrônicos realizados entre 2014-2018 à Lei-NB.

Gráfico 2. Aderência dos pregões eletrônicos realizados entre 2014-2018 à Lei-NB



A partir desta verificação inicial, apresentada no Gráfico 1, ainda que visualmente, percebe-se a existência de pontos destoantes entre as linhas que representam as frequências dos primeiros dígitos observada e a natural da Lei-NB; contudo apenas a visualização não confere robustez à análise. Portanto, conforme descrito nos estudos de Carslaw (1988), Nigrini (1996), Costa et al. (2012), Cunha e Bugarin (2014), Kira e Teixeira (2016) e Sartori Cella (2018), requereu-se a validação dos graus de dispersão observados pela estatística de teste  $\chi^2$  de aderência, para verificação da significância dos desvios em relação à Lei-NB, como preconizado por Saffi (2003), Lima e Issler (2003) e Souza (2017).

Para a realização do teste  $\chi^2$ , utilizou-se a seguinte estatística:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(CO - CE)^2}{CE}, \quad (2)$$

Nessa análise,  $k$  é cada categoria (neste caso, cada um dos 9 valores possíveis do primeiro dígito),  $CO$  é a contagem observada dos números pertencentes à cada categoria e  $CE$  a contagem esperada pela Lei-NB para a categoria. O valor crítico da estatística  $\chi^2$  para 5% de significância e 8 graus de liberdade é 15,51. Se a estatística resultante for menor que o limite tabulado, confirma-se a conformidade com a distribuição de Newcomb-Benford. Caso contrário, o conjunto de dados não estará em conformidade.

Tabela 3. Testes Estatísticos da Aplicação da Lei-NB aos dados

DÍGITO INICIAL	FREQ. OBS. ABSOLUTA	FREQ. ESPER. ABSOLUTA (NB)	(FREQ. OBS. - FREQ. ESPER)	(FREQ. OBS. - FREQ. ESPER.) <sup>2</sup> /FREQ. ESPER.
1	11039	11193	-154	2,13249236
2	6435	6548	-113	1,942450998
3	4645	4646	-1	0,000112202
4	3748	3604	144	5,794278593
5	2905	2944	-39	0,523918783
6	2563	2489	74	2,179046079
7	2232	2156	76	2,652375725
8	1794	1902	-108	6,138605822
9	1823	1701	122	8,683932206
Estatística Teste ( $\chi^2$ )				30,04721
p-valor				0,02074%

Na Tabela 3, o valor encontrado, de  $\chi^2$ , 30,04721, foi superior ao valor crítico, com p-valor correspondente de 0,02074%, indicando ser possível afirmar que a frequência de dados observados é diferente da frequência de dados esperados.

Desta forma, a Hipótese H1 de que o primeiro dígito dos valores de serviços licitados no setor público por meio de pregões eletrônicos na população destoa da distribuição natural dos dígitos expressa pela Lei-NB não foi refutada, ou seja, tem-se a sua confirmação a partir dos resultados da análise empírica, à luz da teoria e dos autores referenciados. Portanto, pode-se afirmar, em resposta à questão da pesquisa, que há indícios de anomalia significativa nos números do primeiro dígito, indicando probabilidade da ocorrência de fraude nos pregões eletrônicos na população avaliada, cumprindo o objetivo deste trabalho. E ainda, de acordo com o resultado destacado da Tabela 3, os pregões com valores 4, 8 e 9 no primeiro dígito são os que apresentaram maiores valores contribuidores para o  $\chi^2$  calculado, gerando outra hipótese, a ser testada em estudos futuros, de que esses representam os pregões com maior incidência/probabilidade de desvios. Os resultados evidenciam que há indícios de fraude nos pregões avaliados, em consonância com o método e as conclusões de estudos semelhantes já citados, como Toth e Hadju (2017), Cunha e Bugarin (2014; 2017), Costa et al. (2012), Berton (1995), Bhattacharya (2002), Das e Zhang (2002), Carslaw (1988), Caneghem (2002) e Nigrini (2005; 1996; 1999).

Na população, houve a presença de licitações de valores de pequena monta, entre R\$1 e R\$10, posicionados abaixo do limite mínimo para aplicação de teste-Z (Nigrini, 1996), teste este que poderia conferir ainda maior robustez à análise. Tais valores de pequena monta não puderam ser desprezados por serem representativos, como no caso de serviços em que os

valores unitários são pequenos, mas o volume de utilização é grande, a exemplo dos serviços de *outsourcing* de impressão.

Como foi apontado na revisão da literatura, as principais formas existentes de práticas anticoncorrenciais ou corrupção nas licitações em pregão eletrônico incluem o uso de programas de computador que enviam lances de forma automática, o acerto de preços entre licitantes, o uso de empresas constituídas com o fim de frustrar a concorrência nas disputas e favorecer determinados licitantes, e a associação entre agentes públicos e fornecedores com o fim de burlar o procedimento legal (Albano et al. (2006); Lengwiler & Wolfstetter (2006); Hanák (2018); Lima (2016), TCU (2018); Campana, 2018). A análise estatística aqui efetuada não permite caracterizar ou classificar a incidência de cada uma dessas formas de corrupção, porém o indício de que existem é fator motivador do desenvolvimento de mecanismos para preveni-las ou torná-las desvantajosas. Tais mecanismos poderiam ser justamente aqueles que evitassem o uso de robôs pelas empresas licitantes (Campana, 2018), ou que frustrassem a simulação de lances reais ou detectassem a combinação de licitantes ao analisar o comportamento das empresas ao longo de uma sequência de licitações.

## CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

Em linha com os objetivos governamentais de privilegiar os processos de contratação pública por meios eletrônicos, como os pregões eletrônicos, e em busca do objetivo de aumentar “a qualidade do gasto público”, promovendo acesso, concorrência, imparcialidade e transparência e permitindo o controle pela sociedade civil, este estudo buscou coletar evidências quanto à integridade das licitações ocorridas no ambiente eletrônico do sistema de compras públicas brasileiro. Seu objetivo foi analisar a conformidade das licitações à Lei-NB no ambiente dos pregões eletrônicos analisados, como uma estratégia de identificação de anomalias, as quais representam indícios de fraudes. Utilizou-se o banco de pregões eletrônicos para contratação de serviços, realizados via Portal de Compras do Governo Federal Brasileiro, entre 2014 e 2018. Este é um esforço pioneiro no uso da Lei-NB, para este fim, na esfera das compras públicas em ambiente eletrônico no Brasil.

Este estudo reveste-se de relevância no sentido de que seus resultados podem contribuir para a acumulação de conhecimentos empíricos e teóricos, ampliando bases mais seguras para ação de governos e da sociedade no sentido de combate à corrupção e, conseqüentemente, de maior efetividade e eficiência dos gastos públicos.

Conforme foi evidenciado, há uma vasta literatura que indica que a não observância à Lei-NB está ligada à fraude em valores financeiros e contábeis, muito embora não no ambiente que é foco do presente estudo. Esta pesquisa é complementar a esses estudos e visa a contribuir para esse ramo da literatura. Os resultados podem contribuir, também, para a prática da fiscalização na gestão pública.

Ao apontar indícios de irregularidades, os resultados servem para enfatizar a necessidade de aumentar “a qualidade do gasto público”, promovendo concorrência, imparcialidade e

transparência e permitindo o controle pela sociedade civil do processo de compras. Levanta-se um alerta para estimular ações para combater ocorrência de fraudes.

Levando-se em conta os montantes envolvidos nesses processos de licitações públicas, tem-se a clareza da necessidade de entender a dinâmica desse sistema, que pode alimentar esquemas importantes de corrupção caso possíveis dissimulações, cartéis e conluios não sejam detectados e neutralizados. Por meio desta pesquisa, visa-se a ainda estimular ações de melhoria e sobretudo estimular novas pesquisas a fim de mapear a ocorrência de fraudes e verificar causas, consequências e modos de evitá-las.

Tem-se como principal limitação do estudo a impossibilidade de aplicação do teste-Z, para fins de conferir maior robustez ainda às conclusões do trabalho. Além disso, é importante salientar que não se pode descartar por completo a possibilidade de os resultados obtidos, ao invés de revelarem indícios de fraudes, indicarem uma possível ocorrência de erros persistentes na atribuição e/ou contabilização dos valores (Costa et al. 2012). Para obter um grau de certeza ainda maior quanto à presença de fraudes, um estudo mais aprofundado será necessário.

Uma provável causa para a ocorrência dessas possíveis fraudes e práticas anticoncorrenciais pode ser a falta de mecanismos de identificação imediata de burla ou das tentativas de burla aos sistemas eletrônicos que operacionalizam os pregões eletrônicos e conseqüentemente às regras das licitações, e isto poderia ser amenizado com instrumentos de detecção *ex-ante* a assinatura dos contratos, ou seja, entre o término da licitação e a contratação, resultando em não prejuízo aos cofres públicos.

Neste sentido, vale a recomendação do TCU em melhorar os controles preventivos, que vão desde um bom sistema de governança, à gestão de risco de fraude e corrupção, ao treinamento antifraude/anticorrupção e à dispositivos tecnológicos de monitoramento e detecção de indícios dessas práticas.

Recomenda-se ainda aprofundar os estudos baseados na Economia da corrupção, em questões que envolvem a detecção de fraudes e na dinâmica do processo de corrupção, como contribuições para o entendimento do processo, a fim de que a corrupção se torne inviável ou inoportuna. Um possível estudo futuro seria explorar eventos externos no período analisado, que facilitariam ou dificultariam as fraudes, como eventos políticos ou de investigação que inibissem a corrupção por um certo período. Podendo esses períodos serem testados de forma separada, utilizando a Lei-NB.

## REFERÊNCIAS

- Albano, G.L., Buccirossi, P., Spagnolo, G., & Zanza, M., 2006. Preventing collusion in procurement. In N. Dimitri, G. Piga, G. Spagnolo (Eds.), *Handbook of Procurement* (pp. 347–380). Cambridge University Press.
- Bajari, P., McMillan, R., & Tadelis, S. (2009). Auctions versus negotiations in procurement: An empirical analysis. *The Journal of Law, Economics, & Organization*, 25(2), 372-399. doi: 10.1093/jleo/ewn002

- Barcelos, D. (2018). *Comentário à reportagem fraude em pregões eletrônicos. O Licitante-Portal de Licitações e Contratos Administrativos*, Brasília. Recuperado de <http://www.licitante.com.br/reportagem-fraudes-em-pregoes-eletronicos/>
- Becker, G. S. (1968). Crime and Punishment: An Economic Approach. In G.F.Nigel, A.Clarke, R.Witt (Eds.) *The economic dimensions of crime* (pp. 13-68). Palgrave Macmillan.
- Benford, F. (1938). The law of anomalous numbers. *Proceedings of the American philosophical society*, 78, 342-348. Recuperado de [https://www.jstor.org/stable/984802?seq=1#metadata\\_info\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/984802?seq=1#metadata_info_tab_contents)
- Berton, L. (1995, Julho). He's got their number: Scholar uses math to foil financial fraud. *The Wall Street Journal*, 10, B1.
- Bhattacharya, S. (2002). From Kautilya to Benford – trends in forensic and investigative accounting. *9th World Congress of Accounting Historians*, School of Accounting and Finance, Deakin University.
- Brasil/Empresa Brasil de Comunicação. (2017). *Governo lança ferramenta para melhorar pesquisa de preços em compras públicas*, Brasília. Recuperado de <http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2017-04/governo-lanca-ferramenta-para-aperfeicoar-pesquisa-de-precos-em-compras>
- Brasil/Compras Governamentais. (2019). Portal de Compras - *Painel de Compras do Governo Federal*, Brasília. Recuperado de <https://www.comprasgovernamentais.gov.br/index.php/painel-de-compras-de-governo>
- Bugarin, M. S., & da Cunha, F. C. R. (2017). Lei de Benford aplicada à auditoria da reforma do Aeroporto Internacional de Minas Gerais. *Revista do Serviço Público*, 68(4). doi: 10.21874/rsp.v68i4.1567
- Campana, M. B. (2018). A Fraude Na Modalidade De Licitação Pregão Eletrônico. *Revista Juris UniToledo*, 3(02). Recuperado de <http://ojs.toledo.br/index.php/direito/article/view/2714>
- Campos, F. D. A. O. (2012). *Três ensaios sobre a Economia da Corrupção*. Universidade Federal do Ceará. Recuperado de <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/4948>
- Caneghem, T. V. (2002). Earnings management induced by cognitive reference points. *The British Accounting Review*, 34(2), 167-178. doi: 10.1006/bare.2002.0190
- Carlsaw, C. A. (1988). Anomalies in income numbers: Evidence of goal oriented behavior. *Accounting Review*, 63, 321-327.
- Contas Abertas (2017). *Apesar da tecnologia, fraudes são comuns nas licitações*. Recuperado de <http://www.contasabertas.com.br/website/arquivos/2577>
- Costa, A. P. P., & Júnior, T. W. (2012). Fraudes corporativas. *RAE-Revista de Administração de Empresas*, 52(4), 464-472. doi: 10.1590/S0034-75902012000400008

- Costa, J. I. F., Dos Santos, J., & Travassos, S. M. (2012). Análise de conformidade nos gastos públicos dos entes federativos: Estudo de caso de uma aplicação da Lei de Newcomb-Benford para o primeiro e segundo dígito em dois estados brasileiros. *Revista Contabilidade & Finanças-USP*, 23(60), 187-198. doi: 10.1590/S1519-70772012000300004
- Cunha, F. C. R., & Bugarin, M. S. (2014). Lei de Benford e Auditoria de Obras Públicas: uma análise de sobrepreço na reforma do Maracanã. *Revista do TCU*, (131), 46-53. Recuperado de <https://revista.tcu.gov.br/ojs/index.php/RTCU/article/view/63>
- Das, S., & Zhang, H. (2002). Rounding-up in reported EPS, behavioral thresholds, and earnings management. *Journal of Accounting & Economics*, 35 (1), 31-50. doi: 10.1016/S0165-4101(02)00096-4
- Diniz, J. A., Corrar, L. J., & Slomski, V. (2010). Análise digital: Uma abordagem cognitiva na detecção de não conformidade em prestações de contas municipais. In *Anais do 10º Congresso USP de Controladoria e Contabilidade*. São Paulo, SP, Brasil.
- Gray, D. E. (2012). *Pesquisa no mundo real*. Trad. Roberto Costa. Penso.
- Hanák, T. (2018). Electronic reverse auctions in public sector construction procurement: case study of Czech buyers and suppliers. *TEM Journal*, 7(1), 41-52. doi: 10.18421/TEM71-06
- Hill, T. P. (1995a). Base-invariance implies Benford's law. *Proceedings of the American Mathematical Society*, 123(3), 887-895. doi: 10.1090/S0002-9939-1995-1233974-8
- Hill, T. P. (1995b). A statistical derivation of the significant-digit law. *Statistical Science*, 10(4), 354-363. doi: 10.1214/ss/1177009869
- Jamal, K., Johnson, P. E., & Berryman, R. G. (1995). La detection des effets de mise en scene dans les etats financiers. *Contemporary Accounting Research*, 12(1), 107-130. doi: 10.1111/j.1911-3846.1995.tb00483.x
- Lengwiler, Y., & Wolfstetter, E., 2006. Corruption in Procurement Auctions. In N. Dimitri, G., Piga, G., Spagnolo, (Eds.), *Handbook of Procurement: Theory and Practice for Managers*. (pp. 412-429) Cambridge University Press.
- Lima, A. M. C., & Issler, J. V. (2003). A hipótese das expectativas na estrutura a termo de juros no Brasil: Uma aplicação de modelos de valor presente. *Revista Brasileira de Economia*, 57(4), 873-898. doi: 10.1590/S0034-71402003000400010
- Lima, W. R. (2016). Combate à fraude nos pregões eletrônicos. *Jus Brasil*. Recuperado de <https://welderrodrigues75.jusbrasil.com.br/artigos/305111777/combate-a-fraude-nos-pregoes-eletronicos>
- Lu, F., Boritz, J. E., & Covey, D. (2006): *Adaptive Fraud Detection Using Benford's Law*. vol. 4013, pp. 347-358. doi: 10.1007/11766247\_30
- Iudícibus, S. D., Marion, J. C., Pereira, E., & Slomski, V. (2001). *Dicionário de termos de contabilidade*. 2. ed. Atlas, 2003. 256 p.

- Miranzo Diaz, J. (2017). A Taxonomy of Corruption In EU Public Procurement. *European Procurement & Public Private Partnership Law Review*, (12)4, 383. doi: 10.21552/epppl/2017/4/5
- Navot, D., & Cohen, N. (2015). How Policy Entrepreneurs Reduce Corruption in Israel. *Governance*, 28(1), 61-76. doi: 10.1111/gove.12074
- Newcomb, S. (1881). Note on the frequency of use of the different digits in natural numbers. *American Journal of mathematics*, 4(1), 39-40. doi: 10.2307/2369148
- Nigrini, M. J. (1996). A taxpayer compliance application of Benford's law. *The Journal of the American Taxation Association*, 18(1), 72-91. Recuperado de <https://www.proquest.com/docview/211023799?pq-origsite=gscholar&fromopenview=true>
- Nigrini, M. J. (1999). I've got your number. *Journal of Accountancy*, 187(5), 79-83. Recuperado de <https://www.journalofaccountancy.com/issues/1999/may/nigrini.html>
- Nigrini, M. J. (2005). An assessment of the change in the incidence of earnings management around the Enron-Andersen episode. *Review of Accounting and Finance*, 4 (1), 92-110. doi: 10.1108/eb043420
- OECD. (2008). *Fighting Bribery in Public Procurement in Asia-Pacific*. [On-line] Recuperado de <https://www.oecd.org/site/adboecdanti-corruptioninitiative/40838411.pdf>
- O'Farrell, P. N., Hitchens, D. M. W. N., & Moffat, L. A. R. (1992). The competitiveness of business service firms: A matched comparison between Scotland and the South East of England. *Regional Studies*, 26(6), 519-533. doi: 10.1080/00343409212331347171
- Pinkham, R. S. (1961). On the distribution of first significant digits. *The Annals of Mathematical Statistics*, 32(4), 1223-1230. doi: 10.1214/aoms/1177704862
- Raimi, R. A. (1969). The peculiar distribution of first digits. *Scientific American*, 221(6), 109-121. doi: 10.1038/scientificamerican1269-109
- Rebouças, R. R., do Prado, H. A., Ferneda, E., & Balaniuk, R. (2017). Detecção de figurantes em pregões eletrônicos do governo federal brasileiro. *Informação & Tecnologia*, 2(2), 5-21. Recuperado de <https://periodicos3.ufpb.br/index.php/itec/article/view/25089>
- Rose-Ackerman, S. (1975). The economics of corruption. *Journal of Public Economics*, 4(2), 187-203. doi: 10.1016/0047-2727(75)90017-1
- Rose-Ackerman, S. (1997). *The political economy of corruption. Corruption and the global economy*. 31-60. Institute of International Economics.
- Sacramento, A. R. S., & de Pinho, J. A. G. (2018). Combate à Corrupção no Brasil: Identificando Entraves à Luz da Versão Revisitada da Teoria da Modernização. *Revista Interdisciplinar de Gestão Social*, 7(1). doi: 10.9771/23172428rigs.v7i1.24496
- Saffi, P. A. (2003). Análise técnica: Sorte ou realidade? *Revista Brasileira de Economia*, 57(4), 953-974. doi: 10.1590/S0034-71402003000400013

- Sartori Cella, R., & Zanolla, E. (2018). Benford's Law and transparency: An analysis of municipal expenditure. *Brazilian Business Review (English Edition)*, 15(4). doi: 10.15728/bbr.2018.15.4.2
- Søreide, T. (2002). *Corruption in public procurement. Causes, consequences and cures*. Bergen. Chr. Michelsen Institute.
- Souza, D. L. D. (2017). *Avaliação da efetividade de cartas de controle multivariadas na detecção de suspeitas de fraude financeira*. (Tese de Doutorado) Unisinos. Recuperado de <http://www.repositorio.jesuita.org.br/handle/UNISINOS/6270>>.
- Teixeira, A. C., & Kira, E. (2016). *Lei de Benford e aplicações*. Instituto de Matemática e Estatística da USP.
- Thomas, J. K. (1989). Unusual patterns in reported earnings. *The Accounting Review*, 64(4), 773.
- Tóth, I. J., & Hajdu, M. (2017). *Intensity of competition, corruption risks and price distortion in Hungarian public procurement – 2009–2016*. Working Paper Series: CRCB-WP/2017:2, Budapest, Hungary: CRCB, <http://bit.ly/2prJVsW>.
- Transparency International. (2018). Recuperado de <https://www.transparency.org>
- Tribunal de Contas da União. (2018). *Referencial de Combate à Fraude e Corrupção: Aplicável a órgãos e entidades da Administração Pública*, Brasília: Secretaria de Métodos e Suporte ao Controle Externo (Semec), 132 p.
- Varian, H. R. (1972). Benford's law. *American Statistician*, 26(3), 65. doi: 10.1080/00031305.1972.10478934
- Vellez, M. (2011). Auctions versus negotiations: Evidence from public procurement in the Italian healthcare sector. *CEIS Research Paper* 191. doi: 10.2139/ssrn.1803297