



252

Fiscalização dos Gastos Governamentais com o Enfrentamento da Covid-19: Aplicação da Lei de Benford na Execução da Despesa Pública

Mestre/MSc. Victor Marcel Pereira Pires [ORCID iD](#)¹, Doutor/Ph.D. Rafael Sousa Lima [ORCID iD](#)²,
Doutor/Ph.D. Paulo Vitor Souza de Souza [ORCID iD](#)^{3,4}

¹UnB, Brasília, DF, Brazil. ²UniCEUB, Brasília, DF, Brazil. ³UFPA, Belém, PA, Brazil. ⁴UFSC, Florianópolis, SC, Brazil

Mestre/MSc. Victor Marcel Pereira Pires

[0009-0005-5107-2949](#)

Programa de Pós-Graduação/Course

Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade de Brasília (PPGEco/UnB)

Doutor/Ph.D. Rafael Sousa Lima

[0000-0001-5385-4278](#)

Doutor/Ph.D. Paulo Vitor Souza de Souza

[0000-0001-5746-1746](#)

Programa de Pós-Graduação/Course

Programa de Pós-Graduação em Contabilidade da Universidade Federal de Santa Catarina (PPGC/UFSC)

Resumo/Abstract

O presente estudo teve como objetivo analisar os gastos diretos da União com o enfrentamento da pandemia de Covid-19 em busca por sinalizações de fraudes. Tal período se caracterizou por um aumento repentino nos gastos públicos, acompanhado de menor rigor nos processos de contratação. A metodologia consistiu na comparação das frequências observadas e esperadas para o primeiro, o segundo e os dois primeiros dígitos por meio de análise gráfica e testes estatísticos para se verificar a aderência das distribuições à Lei de Benford, segregando-se as despesas por ano ou modalidade de licitação. Os resultados mostram que os empenhos emitidos no ano de 2020 apresentam uma melhor aderência que os de 2021, o que sugere maior probabilidade de manipulações ou fraudes no segundo ano de pandemia. Já na análise por modalidade de licitação, os gastos decorrentes de pregão tiveram uma melhor conformidade quando comparados às dispensas de licitação, o que pode indicar maior probabilidade de manipulações ou fraudes nos gastos sem licitação, que ocorreram sem a competição natural de um processo licitatório. Tais achados revelam indícios que podem ser interpretados como alertas para órgãos de controle e fiscalização, sendo que a abordagem proposta pode ser utilizada como mecanismo para o controle de despesas governamentais, auxiliando na seleção de amostras de auditoria que necessitem de uma análise detalhada por parte de auditores e investigadores.

Modalidade/Type

Artigo Científico / Scientific Paper

Área Temática/Research Area

Contabilidade e Setor Público (CSP) / Accounting and Public Sector



Fiscalização dos Gastos Governamentais com o Enfrentamento da Covid-19: Aplicação da Lei de Benford na Execução da Despesa Pública

Resumo

O presente estudo teve como objetivo analisar os gastos diretos da União com o enfrentamento da pandemia de Covid-19 em busca por sinalizações de fraudes. Tal período se caracterizou por um aumento repentino nos gastos públicos, acompanhado de menor rigor nos processos de contratação. A metodologia consistiu na comparação das frequências observadas e esperadas para o primeiro, o segundo e os dois primeiros dígitos por meio de análise gráfica e testes estatísticos para se verificar a aderência das distribuições à Lei de Benford, segregando-se as despesas por ano ou modalidade de licitação. Os resultados mostram que os empenhos emitidos no ano de 2020 apresentam uma melhor aderência que os de 2021, o que sugere maior probabilidade de manipulações ou fraudes no segundo ano de pandemia. Já na análise por modalidade de licitação, os gastos decorrentes de pregão tiveram uma melhor conformidade quando comparados às dispensas de licitação, o que pode indicar maior probabilidade de manipulações ou fraudes nos gastos sem licitação, que ocorreram sem a competição natural de um processo licitatório. Tais achados revelam indícios que podem ser interpretados como alertas para órgãos de controle e fiscalização, sendo que a abordagem proposta pode ser utilizada como mecanismo para o controle de despesas governamentais, auxiliando na seleção de amostras de auditoria que necessitem de uma análise detalhada por parte de auditores e investigadores.

Palavras-chave: Lei de Benford; Despesas Públicas; Fraude, Pandemia; Covid-19.

1 Introdução

A pandemia da Covid-19 fomenta discussões a respeito da gestão dos gastos públicos decorrentes de uma emergência na saúde pública. As demandas por recursos para enfrentamento à crise sanitária fizeram com que bilhões de reais fossem dispendidos de forma emergencial (CNS, 2020).

Para autorizar tais gastos, o Congresso Nacional promulgou, em maio de 2020, a Emenda Constitucional 106, que flexibilizou regras fiscais, administrativas e financeiras durante o período de calamidade pública decorrente do novo coronavírus. A nova emenda estabeleceu um orçamento específico para os gastos ao enfrentamento da pandemia, permitiu a criação de despesas sem as amarras já conhecidas, dispensou o Poder Executivo de cumprir a "regra de ouro" e simplificou o processo de compras e contratação de pessoal (Câmara dos Deputados, 2020).

Com isso, torna-se plausível acreditar que a Covid-19 abriu as portas para o uso ineficiente de recursos públicos e para corrupção, pois mais recursos tiveram que ser disponibilizados para lidar com a emergência, o que foi acompanhado pelo aumento da discricionariedade nos processos de tomada de decisão, principalmente na alocação dos recursos, seguido de negligência nos controles, relaxamento na prestação de contas e perda de compromisso com a transparência (Anessi-Pessina et al., 2020; Gentil, 2022).

Entre as alternativas para seleção de amostras em auditorias governamentais de despesas direcionadas ao enfrentamento da pandemia, pode-se destacar a técnica trazida pela Lei de Newcomb-Benford, mais conhecida apenas por Lei de Benford (LB). Essa lei tem sido amplamente utilizada como instrumento de auxílio à detecção de fraude nas mais diversas áreas, tais como na análise de dados financeiros em declarações de imposto de renda (Nigrini, 1996); na detecção de valores inventados em sistemas contábeis de empresas (Carslaw, 1988; Maher



& Akers, 2002), bem como na investigação de manipulação ou fraude na aplicação de recursos públicos (Santos et al., 2005; Costa et al., 2012; Ganassin et al., 2016).

Assim, diante do alto volume de dispêndios realizados pela União com o combate à pandemia de Covid-19, e levando em consideração a necessidade de controle social sobre a utilização de recursos públicos, o objetivo deste trabalho é analisar os gastos diretos da União com o enfrentamento da pandemia da Covid-19 em busca por sinalizações de fraudes. Tal análise é realizada sob a perspectiva da conformidade dos valores dos empenhos emitidos com a LB. Para tanto, foram selecionadas despesas dos anos de 2020 e 2021, pontualmente na ação orçamentária 21C0, a qual possui maior quantidade de empenhos e de detalhamento de informações sobre os gastos realizados (Lima, 2021).

Os resultados sugerem que os gastos diretos da União apresentam comportamento compatível com a distribuição logarítmica esperada. Observou-se maior aderência para os empenhos do ano de 2020, quando comparado a 2021, com diversas discussões a respeito ao longo do texto. Quando os dados são analisados por modalidade de licitação, verificou-se que os empenhos de 2020 decorrentes de pregão apresentam maior aderência à LB quando comparado à distribuição dos dados de contratação direta por dispensa de licitação.

2 Referencial Teórico

A fraude pode ser conceituada como a ação intencional promovida em proveito próprio por um agente em prejuízo de outrem, fazendo valer para si a lei do menor esforço (Cella & Rech, 2017). De acordo com Singleton e Singleton (2010), existem diversas definições para fraude, estando elas relacionadas a termos como crime, fraude corporativa, fraude de gestão, fraude ocupacional, entre outras. São frequentemente detectadas por intuição, suspeita de investigadores, gestores, auditores ou através de uma exceção ou anomalia nos registros financeiros.

Assim, as fraudes são de difícil detecção porque são deliberadamente realizadas com manipulação de informações em maior ou menor grau, empregando algum grau relativo de realismo. Portanto, sua identificação vem da percepção de sinais de suspeição, também conhecidos na literatura por *red flags* (Sallaberry, 2022). A utilização de *red flags* serve como norteador e insumo para a elaboração de estratégias mais completas e robustas de auditoria e avaliação. Uma técnica que tem sido crescentemente explorada e com variados estudos nos últimos anos chama-se Lei de Benford (Nigrini, 2012; Gonçalves et al., 2023).

A LB, também conhecida como Lei dos Números Anômalos, foi descoberta pelo astrônomo e matemático Simon Newcomb em 1881. Seus estudos concluíram que a ocorrência do primeiro dígito (o dígito mais à esquerda de um número) se dava conforme uma distribuição logarítmica. A partir de então, a lei vem sendo testada em muitas áreas do conhecimento (Orth et al., 2020).

Contrariando o senso comum de que os dígitos de 1 a 9 apareceriam com a mesma probabilidade na primeira posição de uma série de números, Newcomb (1881) percebeu que na verdade essa frequência seria decrescente, a partir da observação das tabelas de logaritmos. Esses instrumentos eram usados na época para se realizar multiplicações e, ao notar que as primeiras páginas, que representavam os menores algarismos, estavam mais gastas, percebeu-se que eram mais usadas que as de números maiores. Assim, Newcomb (1881) concluiu, então, que a probabilidade da ocorrência dos primeiros dígitos de uma série de valores é derivada do fato de que as mantissas, ou seja, a parte decimal dos seus logaritmos, seguem uma distribuição uniforme.

Embora Newcomb não tenha apresentado evidências estatísticas para sua descoberta, o físico Frank Benford (1938) redescobriu o fenômeno, depois de 57 anos, através de evidências



empíricas baseadas nas frequências dos dígitos significativos de vinte diferentes tabelas que incluíam diversos dados, tais como as áreas das superfícies de 335 rios, o calor específico de milhares de componentes químicos e tabelas de raízes quadradas. A união dessas tabelas surpreendentemente se aproximava das frequências esperadas previstas por Newcomb. Contudo, essas frequências se tornaram conhecidas por Lei de Benford ou Lei de Primeiro Dígito, pois o trabalho anterior de Newcomb não teve tanta visibilidade na academia (Hill, 1995).

Uma particularidade da LB é a invariância escalar, enfatizada por Pinkham (1961), que mostrou que a multiplicação dos dados por um fator de escala não altera a distribuição de probabilidades. Ele demonstrou ainda que os dígitos que ocorrem com probabilidade logarítmica são os únicos que mantêm sua probabilidade de ocorrência quando multiplicados por um fator (Varian, 1972). Além disso, Hill (1988) realizou experimentos para demonstrar que quando pessoas inventam números aleatórios, tais números nunca estão em conformidade com a LB, ainda que possam compartilhar algumas propriedades dela.

Uma explicação prática sobre as diferenças de frequências da LB é trazida por Cunha e Bugarin (2014), através do exemplo de um investimento de 10.000 reais em um fundo de pensão que oferece um retorno prefixado de 7% ao ano. Tal investimento dobra de valor mais ou menos a cada 10 anos. Assim, após 10 anos tendo o 1 como primeiro dígito, o montante chegará a 20.000 reais. Nos próximos 10 anos, o recurso dobrará para 40.000 reais (nesse período, os números 2 e 3 apareceram como primeiros dígitos). Após mais uma década, o montante será de 80.000 reais (os dígitos 4, 5, 6 e 7 aparecerão nos mesmos 10 anos). Em um dado momento chegar-se-á ao valor de 100.000 reais, com o dígito 1 incidindo por mais dez anos. Dessa forma, ao se escolher uma data aleatoriamente, é mais provável que o valor do investimento nesse dia tenha 1 como primeiro dígito.

De acordo com Nigrini (2012), apesar de Benford não fornecer nenhuma orientação sobre quais conjuntos de dados devem seguir as frequências esperadas, há referências a eventos naturais e fenômenos relacionados à ciência. Ainda, a regra geral é que o banco de dados analisado deve ter ao menos 1.000 registros antes de se esperar uma boa conformidade com a LB.

Além disso, existem alguns condicionantes para que uma sequência de dados seja considerada passível de ser testada à luz da LB: seus valores devem representar a magnitude de fatos ou eventos naturais; a amostra não pode ser pequena ou possuir pequenas variações; o intervalo de valores deve ser amplo, não podendo existir limitações de valores mínimos ou máximos; os dados não podem se referir a números de identificação, tais como números de registros sociais, contas bancárias e números de voos; os dados não podem ser influenciados sob o aspecto psicológico, como os preços que terminam em .99; e os dados devem possuir média superior à mediana, ou seja, assimetria positiva, o que implica que eles não podem estar muito agrupados em torno da média. (Nigrini, 1999; Durtschi et al., 2004; Cunha, 2013; Goodman, 2016).

Algumas pesquisas já foram desenvolvidas abordando o tema de fraudes nas áreas de auditoria e contabilidade (Carslaw, 1988; Nigrini & Mittermaier, 1997; Nigrini, 1999; Nigrini, 2000; Nascimento et al., 2014; Jošić & Žmuk, 2018; Orth et al., 2020). No que diz respeito pontualmente aos estudos sobre indícios de irregularidades na execução de despesas públicas, notadamente nos valores de notas de empenho, notas de liquidação ou ordens de pagamentos de tais despesas, podem ser citados trabalhos de Santos e Diniz (2003), Santos et al. (2005), Diniz et al. (2006), Costa et al. (2012), Costa (2012), Freitas Costa et al. (2012), Cunha (2013), Ganassin et al. (2016), Cella e Zanolla (2018), Da Cruz et al. (2021), Silva (2021) e Rodrigues et al. (2022). Interessante destacar que a LB se apresentou como um instrumento aplicável em



todos esses estudos, o que permite inferir sua aplicabilidade como um indicador da ocorrência de fraudes.

3 Metodologia

No que tange às hipóteses testadas nesta pesquisa, utilizou-se em sua construção a teoria sobre as frequências relativas que determinados dígitos de uma série de valores, quando atendidas certas condições, devem seguir. Especificamente, foram realizados testes de hipóteses sobre as frequências para um conjunto de dados de notas de empenhos emitidas para fazer frente à situação emergencial trazida pela pandemia.

Foram testados os primeiros, segundos, e a combinação dos dois primeiros dígitos para os gastos dos anos de 2020 e 2021, buscando verificar sua aderência à LB. Adicionalmente, partindo do pressuposto de que o processo licitatório confere maior competitividade nas contratações públicas, buscou-se verificar se os empenhos que foram emitidos a partir de processos licitatórios (pregão) apresentariam maior conformidade que os decorrentes de Dispensa de Licitação.

3.1 Seleção e coleta dos dados

A base de dados da pesquisa foi construída a partir de notas de empenho emitidas em 2020 e 2021 relacionadas com a Ação 21C0 (Enfrentamento da Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional Decorrente do Coronavírus), que contém 68.982 notas de empenho no valor total aproximado de R\$ 67 bilhões, montante fruto de créditos orçamentários extraordinários abertos por medidas provisórias do Poder Executivo Federal submetidas ao Congresso Nacional.

Os documentos foram obtidos por meio do sítio eletrônico do SigaBrasil¹, sistema de informações sobre orçamento federal, mantido pela Consultoria de Orçamentos, Fiscalização e Controle e pelo Prodasen (Secretaria de Tecnologia da Informação), que permite acesso amplo e facilitado aos dados do Sistema Integrado de Administração Financeira – SIAFI e a outras bases de dados sobre planos e orçamentos públicos.

A busca pelos empenhos no SigaBrasil foi realizada com base na seleção de variáveis de interesse, utilizando-se para tanto da ferramenta *Web Intelligence* disponível no repositório de dados. Foram selecionados os universos de dados de interesse, que no caso desta pesquisa foram as execuções de despesa da Lei Orçamentária Anual (LOA) dos anos de 2020 e 2021.

A partir desse ponto, foram selecionadas diversas variáveis, tais como: Unidade da Federação, Localidade, Unidade Orçamentária, Ação, Elemento de Despesa, Tipo de Crédito, Empenho, Ano de Emissão do Empenho, Modalidade de Aplicação, Modalidade de Licitação, entre outras. Então foram selecionadas medidas vinculadas a tais variáveis, como valor empenhado, liquidado e pago dos empenhos.

Para captar apenas os empenhos da Ação 21C0, foi incluído um filtro de pesquisa para esta ação e para se considerar tão somente valores positivos. Os valores empenhados para a ação orçamentária 21C0 foram R\$ 47,11 bilhões em 2020 e R\$ 20,51 bilhões em 2021.

Constatou-se que os dados oriundos de transferências fundo a fundo a municípios possuíam excesso de valores duplicados. Esse fato decorre das regras para realização de tais transferências que levam vários municípios com características semelhantes a receberem valores iguais. Tal constatação vai de encontro às condições para que os dados sigam uma distribuição de Benford, que requerem dados gerados de forma natural, sem que regras impostas

¹ <https://www12.senado.leg.br/orcamento/sigabrazil>



acabem por enviesar as proporções esperadas. Dessa forma, essas transferências foram excluídas da base de dados utilizada nas análises deste trabalho.

Outrossim, foram excluídas as demais transferências, considerando-se apenas despesas na modalidade de aplicação direta e aplicação direta em operações intra-orçamentárias, que correspondem primordialmente a aquisições de bens e serviços junto a fornecedores. A escolha por esse conjunto de empenhos se deu também em virtude de que as transferências para outros entes não constituem uma aquisição de bens ou serviços, mas apenas uma descentralização de recursos, não representando objeto de interesse do presente estudo.

Além disso, em razão dos testes para os dois primeiros dígitos, foram selecionadas para análise tão somente despesas com valores iguais ou maiores de R\$ 10,00. Após todas as exclusões, a base de dados restou formada com 40.108 empenhos e valor total R\$27.875.816.786,15.

Tendo em vista que se pretende verificar se as despesas realizadas através de procedimento licitatório apresentariam uma maior conformidade, quando comparadas com as oriundas de contratação direta, foi elaborada a Tabela 1 com os valores dos empenhos decorrentes de aplicação direta, segregados por ano e modalidade de licitação.

Tabela 1

Notas de empenho classificadas por ano e modalidade de licitação

Modalidade	2020		2021		Total	
	Valor	Qtd.	Valor	Qtd.	Valor	Qtd.
Pregão	1.088.295.657,78	20.354	161.026.183,20	1.973	1.249.321.840,98	22.327
Dispensa de Licitação	4.133.029.555,23	13.667	136.842.792,09	424	4.269.872.347,32	14.091
Não se Aplica	3.565.899.509,01	2.133	18.263.271.002,92	226	21.829.170.511,93	2.359
Inexigibilidade	272.085.832,78	976	46.765.809,65	65	318.851.642,43	1.041
Suprimento de Fundos	1.775.184,86	196	42.161,83	15	1.817.346,69	211
Convite	17.253.854,61	37	57.760.490,74	3	75.014.345,35	40
Concorrência	69.083.306,06	13	52.484.472,34	7	121.567.778,40	20
RDC	5.555.688,13	13	-	-	5.555.688,13	13
Tomada de Preço	4.645.284,93	6	-	-	4.645.284,93	6
Total	9.157.623.873,38	37.395	18.718.192.912,77	2.713	27.875.816.786,15	40.108

Nota: Elaborada pelos autores. Valores em reais. Em 2021, o valor de R\$18 milhões inclui 46 notas de empenho emitidas para companhias fornecedoras de vacinas. Fonte: site SigaBrasil.

A seleção dos dados analisados leva em consideração que a literatura sobre o tema indica ao menos 1.000 registros para uma boa conformidade dos testes dos dois primeiros dígitos (Nigrini, 2012). Assim, como a ocorrência de modalidades de licitação como Convite, Concorrência, Regime Diferenciado de Contratação Pública (RDC) e Suprimento de Fundos é eventual nos dados analisados, representando menos de 1% da quantidade de empenhos, optou-se por analisar apenas os pregões para o caso de realização de licitação e as dispensas de licitação em relação às contratações diretas, análise restrita ao ano de 2020, pois em 2021 as dispensas não alcançaram o número mínimo de registros recomendados.

Quanto à análise da conformidade do total de empenhos por ano, tanto o ano de 2020 quanto 2021 possui quantidade suficiente de registros para verificação de aderência à LB. Esta seleção de dados também está alinhada com o entendimento de Nigrini (2012) e Kossovsky (2014) que frisam que quanto maior a quantidade de dados analisados, maior será a confiabilidade dos testes estatísticos e procedimentos não estatísticos.



Os dados foram tratados no software de planilhas eletrônicas Microsoft® Excel 2019, onde foram realizados os procedimentos para a extração dos dígitos significativos, contagem de cada dígito nos valores dos empenhos, cálculos das proporções, elaboração de gráficos e uso de fórmulas para cálculos das estatísticas utilizadas na análise, conforme procedimentos detalhados na subseção Análise dos Dados.

3.2 Análise dos dados

A pesquisa consistiu na análise de uma série de dados de despesas públicas realizadas para enfrentamento à pandemia de Covid-19, com o auxílio de testes de hipóteses estatísticos e outros procedimentos com o intuito de realizar a comparação entre as frequências relativas esperadas segundo a LB e as frequências observadas nos dados coletados.

Para tanto, foram utilizados os procedimentos metodológicos e testes sugeridos por Nigrini (2012), Cunha (2013) e Da Cruz et al. (2021) e a segregação dos dados por ano e modalidade de licitação conforme Ganassin et al. (2016), sendo executadas as seguintes etapas, pela ordem:

- i. Segregação dos dados por ano (2020 e 2021) e por modalidade de licitação no ano de 2020 (Pregão e Dispensa);
- ii. Extração dos dígitos de interesse em cada valor de empenho, sendo o primeiro, o segundo e os dois primeiros dígitos;
- iii. Cálculo das frequências absoluta e relativa de cada dígito;
- iv. Cálculo dos desvios entre a frequência relativa observada e a frequência relativa esperada de acordo com a LB;
- v. Elaboração de gráficos contendo as frequências observadas e esperadas, para análise visual dos desvios; e
- vi. Realização de testes e procedimentos estatísticos, incluindo testes de hipóteses para avaliar a significância estatística dos desvios e a conformidade da distribuição dos dados com a LB.

Cabe esclarecer que cada empenho tem a mesma importância para a análise, independentemente de seu montante monetário. Dessa forma, um empenho no valor de R\$ 6.376,00 tem somente o seu primeiro dígito (6), o seu segundo (3) e os seus dois primeiros (63) considerados, da mesma forma que um empenho de R\$ 63,00.

Inicialmente foram realizados testes para verificar a conformidade dos primeiros dígitos. De acordo com Nigrini (2012), o teste do primeiro dígito é um teste de alto nível, onde se tem uma visão mais geral dos dados, tendo uma maior utilidade quando se quer analisar conjunto menores de dados, ou seja, em torno de 300 registros.

Em seguida foram analisados os segundos dígitos dos empenhos. Assim como o teste do primeiro dígito, também é uma análise de alto nível para verificar a razoabilidade dos dados, tendo maior utilidade prática em situações específicas, como em casos de análise de preços, resultados de eleições, contagens de inventário ou resultados de censo, onde arredondar números indicaria algum tipo de anomalia (Nigrini, 2012).

Por último, os testes para os dois primeiros dígitos trazem uma análise mais específica e focada que os testes dos primeiros dígitos, onde são detectados possíveis duplicações anormais ou vieses no conjunto de dados. Enquanto os testes do primeiro e do segundo dígitos analisam os dados de forma mais agregada, o teste dos dois primeiros dígitos nos dá muito mais informações por ser uma análise mais detalhada, sendo o conjunto dos três testes adequado para a investigação proposta (Nigrini, 2012).

A conformidade dos dados foi analisada através de procedimentos e testes estatísticos que se dividem em: locais, no caso do Teste Z, que analisa dígito a dígito dos valores; e globais,



que levam em consideração a distribuição como um todo, sendo utilizado para esse fim o teste estatístico Chi-Quadrado (χ^2) e o procedimento da Média dos Desvios Absolutos (MDA). Além disso, foi realizado também o Teste da Soma, para os dois primeiros dígitos, com o objetivo de evidenciar a magnitude dos valores envolvidos em cada grupo de dígitos analisados.

4 Resultados e Discussão

4.1 Resultados descritivos

Preliminarmente à realização dos testes, faz-se necessária uma análise no perfil dos dados por meio de estatísticas descritivas (Tabela 2), as quais visam constatar se os dados possuem as características apontadas pela literatura como favoráveis a uma distribuição compatível com a LB.

Tabela 2

Estatística Descritiva dos dados

Estatística	2020	2021	Pregão	Dispensa
Média	244.888,99	6.899.444,49	53.468,39	302.409,42
Mediana	4.770,00	2.577,80	2.600,00	9.296,00
Moda	2.627,00	5.385,28	1.500,00	2.627,00
Desvio padrão	8.392.338,22	79.334.754,26	844.006,95	11.280.578,08
Assimetria	115,15	15,29	67,30	108,30
Mínimo	10,02	11,98	10,02	10,89
Máximo	1.284.023.632,94	1.868.420.781,00	78.000.000,00	1.284.023.632,94
Soma	9.157.623.873,38	18.718.192.912,77	1.088.295.657,78	4.133.029.555,23
Contagem	37.395	2.713	20.354	13.667

Nota: As estatísticas descritivas para as modalidades pregão e dispensa se restringem ao ano de 2020. Valores em reais, exceto para assimetria e contagem. Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

Para os dados terem maior probabilidade de aderir à LB, alguns critérios devem ser cumpridos, entre os quais: a amostra não pode ser muito pequena; intervalo amplo de valores e assimetria positiva dos dados, com a média superior a mediana, o que geralmente ocorre no caso de dados gerados por multiplicação de dois valores, por exemplo, preço x quantidade (Goodman, 2016). É possível observar que os dados, em todas as abordagens, possuem essas características, estando contidos em grandes intervalos e tendo a média maior que a mediana, apresentando assim um valor de assimetria positivo.

Adicionalmente, Nigrini (1999) afirma que nem todos os tipos de dados seguem a LB e descreve quais características denotam maiores chances de seguir esta lei: (i) os números devem descrever os tamanhos de fenômenos semelhantes; (ii) os números não devem ter máximos ou mínimos embutidos; (iii) os dados não devem ser números utilizados para identificação, como por exemplo, número de conta corrente, número de voo ou de item de estoque. No presente estudo, os fenômenos são valores de despesas (notas de empenho) decorrentes de aplicações diretas com o enfrentamento da pandemia de Covid-19. Via de regra, tais empenhos não possuem limites de valor pré-determinados e, por óbvio, não se trata de números de identificação.

Sendo os valores compatíveis com as condições elencadas anteriormente, o próximo passo foi analisar a proporção em que aparecem os dígitos significativos nos dados coletados a partir da execução orçamentária decorrente da situação emergencial.



4.2 Gastos diretos de 2020 e 2021

A seguir temos as análises para o primeiro, o segundo e os dois primeiros dígitos de gastos diretos na Ação 21C0, por ano, com o objetivo de verificar a aderência às proporções esperadas segundo a LB. São apresentados gráficos com os comparativos das frequências relativas e um resumo dos resultados dos testes estatísticos realizados.

A seguir, observa-se que a Figura 1 apresenta gráfico com as frequências observadas para os anos de 2020 e 2021 no que se refere ao primeiro dígito, bem como a frequência esperada pela LB.

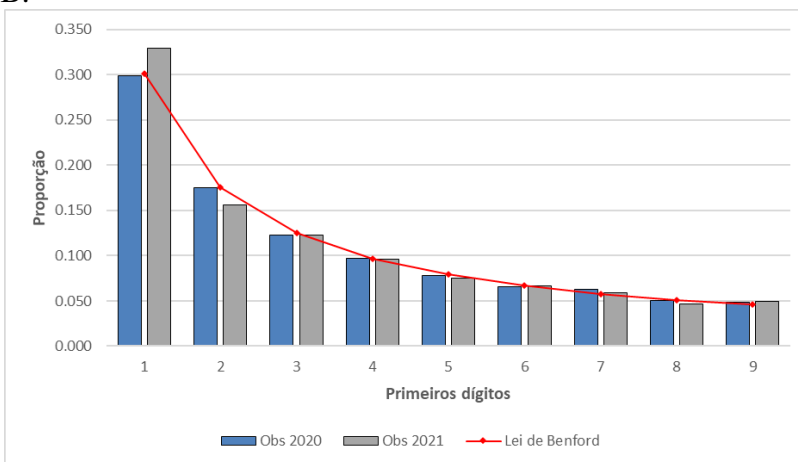


Figura 1 – Proporção do 1º dígito para gastos diretos da Ação 21C0 nos anos de 2020 e 2021. Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

A análise gráfica das proporções dos primeiros dígitos do total de gastos diretos mostra uma boa aderência entre a frequência observada e esperada para o ano de 2020. Para o ano de 2021 é possível observar uma frequência superior à esperada no dígito 1 e abaixo no dígito 2.

Já a Figura 2 apresenta gráfico com as frequências observadas para os anos de 2020 e 2021, desta vez para o segundo dígito, além da frequência esperada pela LB. A análise visual para os segundos dígitos do conjunto de gastos diretos mostra picos maiores nos dígitos 0 e 9 para ambos os anos analisados, e leve aumento da proporção observada para o ano de 2021 nos dígitos 4 e 5. Por outro lado, observa-se proporções menores nos dígitos 1, 2, 3, 6, 7 e 8, sendo que os dígitos 2 e 8 apresentam proporção menor apenas em 2020.

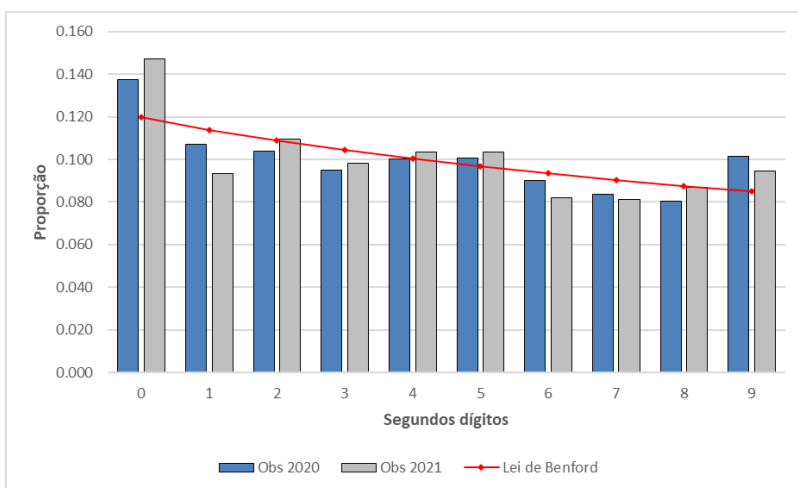


Figura 2 – Proporção do 2º dígito para gastos diretos da Ação 21C0 nos anos de 2020 e 2021. Fonte: Elaborada pelos autores (2023).



As Figuras 3 e 4 trazem a ilustração gráfica das proporções observadas e esperadas para os anos de 2020 e 2021, especificamente para os dois primeiros dígitos. É possível observar uma relativa aderência às proporções da LB no ano de 2020, com existência de alguns picos, sendo os maiores nos dígitos 49, 50, 60 e 79. Em 2021, é possível observar maiores desvios, sobretudo nos dígitos 10, 15, 53 e 60.

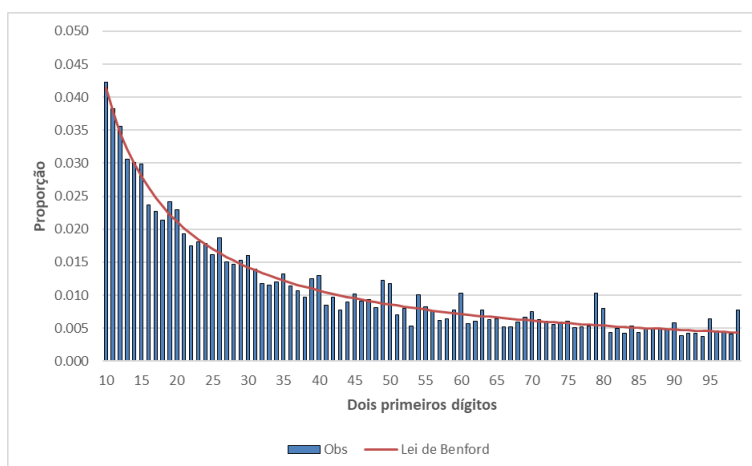


Figura 3 – Proporção dos dois primeiros dígitos para os gastos diretos na ação 21C0 em 2020.
Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

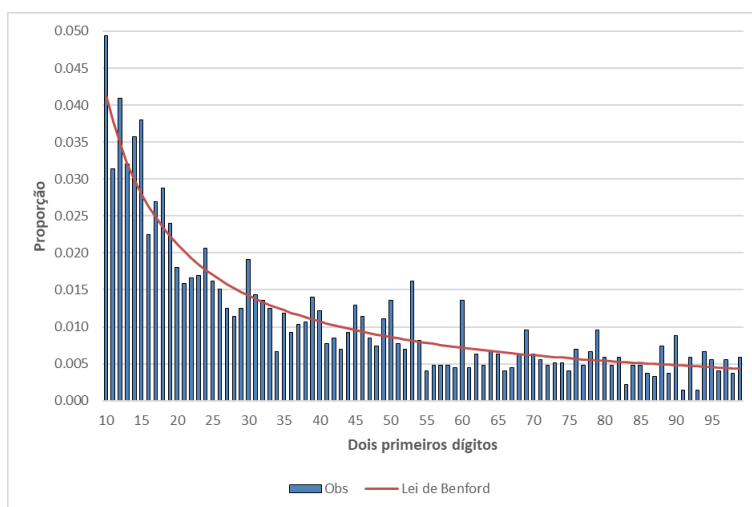


Figura 4 – Proporção dos dois primeiros dígitos para os gastos diretos na ação 21C0 em 2021.
Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

4.3 Modalidade de licitação

Nesta seção são apresentadas as análises para o primeiro, o segundo e os dois primeiros dígitos dos gastos diretos na Ação 21C0, por modalidade de licitação, no ano de 2020, lembrando que a análise se limita às modalidades Pregão e Dispensa de Licitação. Portanto, a Figura 5 apresenta gráfico com as frequências observadas para o ano de 2020, segregadas por Pregão e Dispensa de Licitação, além da frequência esperada pela LB.

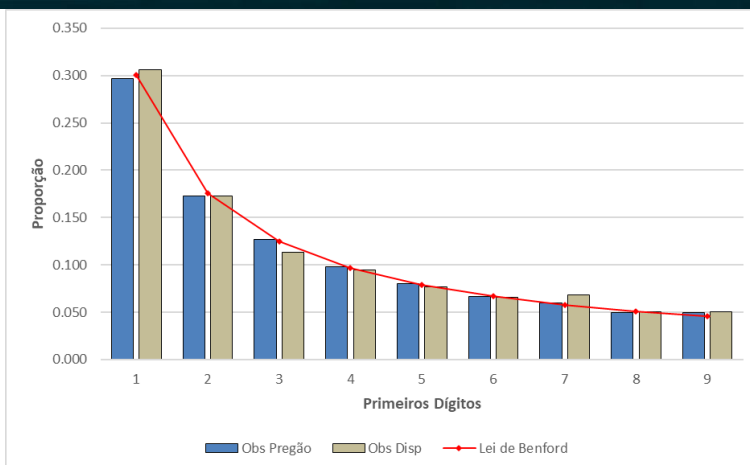


Figura 5 – Proporção do 1º dígito dos gastos diretos da Ação 21C0 por modalidade de licitação em 2020.

Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

A partir da análise visual das frequências, infere-se uma melhor conformidade da distribuição dos dados do Pregão em relação à Dispensa de Licitação, que apresenta aumento da proporção no dígito 7 e redução de ocorrências em relação ao dígito 3.

Por sua vez, a análise gráfica para os segundos dígitos (Figura 6) mostra dois picos nos dígitos 0 e 9 para as modalidades analisadas, e no dígito 5 apenas para Dispensa. É possível observar também frequências abaixo da esperada em relação aos dígitos 1, 2, 3, 7 e 8 nos dois casos e no dígito 6 apenas para o Pregão.

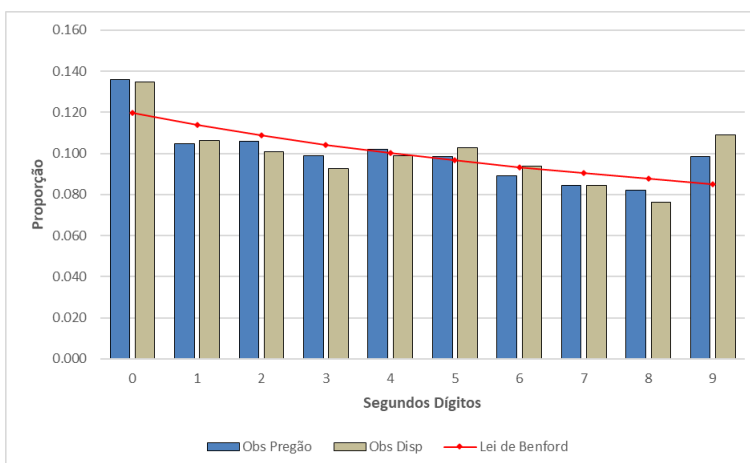


Figura 6 – Proporção do 2º dígito dos gastos diretos da Ação 21C0 por modalidade de licitação em 2020.

Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

No que se refere à análise visual da frequência dos dois primeiros dígitos, é possível observar na Figura 7 uma melhor aderência às proporções da LB para os dados relativos ao Pregão, com poucos desvios.

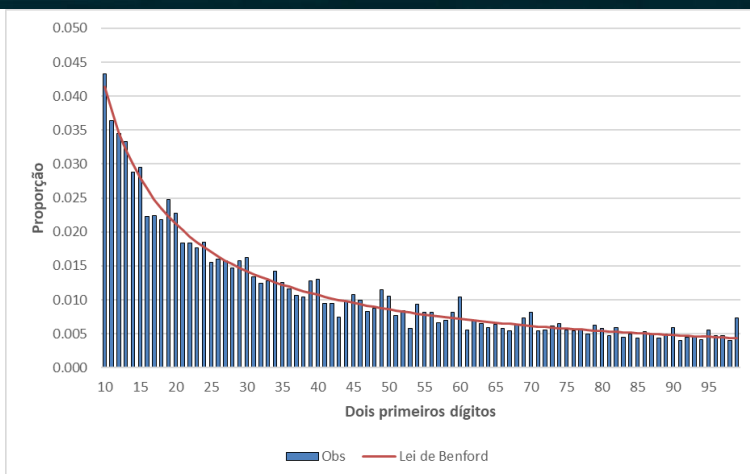


Figura 7 – Proporção dos dois primeiros dígitos para a modalidade Pregão em 2020.
 Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

Já na Figura 8, verifica-se uma menor aderência para a Dispensa de Licitação, com maiores desvios, existindo alguns picos, os maiores nos dígitos 26 e 79.

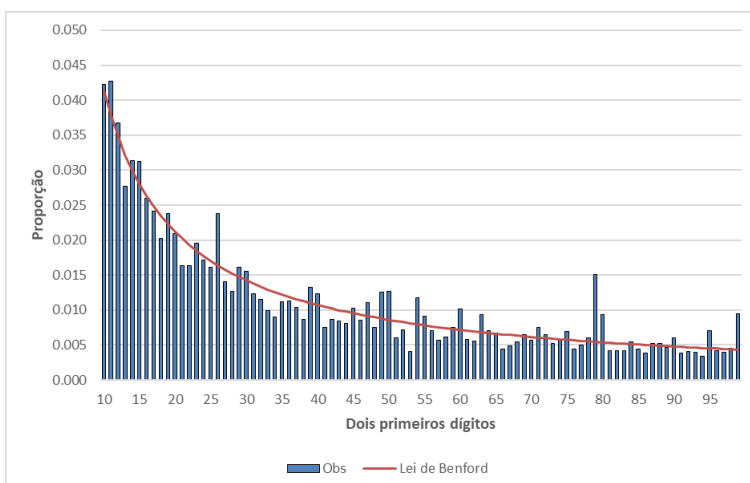


Figura 8 – Proporção dos dois primeiros dígitos para Dispensa de Licitação em 2020.
 Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

4.4 Discussão dos resultados

A fim de permitir a discussão dos resultados evidenciados nas seções anteriores, a Tabela 3 apresenta os valores dos testes globais (Chi-Quadrado e MDA) para o primeiro, o segundo e os dois primeiros dígitos. É importante reforçar que o fato de os testes eventualmente indicarem não conformidade com a LB não permite concluir sobre a existência de manipulação ou fraude nas contratações públicas (Varian, 1972; Nigrini, 2012; Cunha, 2013). Trata-se apenas de um sinal de alerta de que tais discrepâncias sugerem uma análise mais detalhada por parte de órgãos de fiscalização e controle do gasto público, tendo em vista as sinalizações que a abordagem pode apresentar.



Tabela 3

Resultados dos testes globais (Chi-Quadrado e MDA) para o primeiro, o segundo e os dois primeiros dígitos.

Testes		Abordagem	2020	2021
1º Dígito	Chi-Quadrado	Gastos Diretos	29,660	16,081
		Modalidade		
		Pregão	11,197	-
	MDA	Dispensa de licitação	49,265	-
		Gastos Diretos	0,0018	0,0073
		Modalidade		
2º Dígito	Chi-Quadrado	Pregão	0,0021	-
		Dispensa de licitação	0,0045	-
		Gastos Diretos	323,771	39,169
	MDA	Modalidade		
		Pregão	132,222	-
		Dispensa de licitação	181,754	-
Dois Primeiros Dígitos	Chi-Quadrado	Gastos Diretos	0,0077	0,0096
		Modalidade		
		Pregão	0,0067	-
	MDA	Dispensa de licitação	0,0091	-
		Gastos Diretos	828,035	198,551
		Modalidade		
MDA	Pregão	283,356	-	
	Dispensa de licitação	784,699	-	
	Gastos Diretos	0,0011	0,0023	
MDA	Modalidade			
	Pregão	0,0010	-	
	Dispensa de licitação	0,0017	-	

Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

Analisando por ano, a Média dos Desvios Absolutos indicou conformidade adequada dos dados de gastos diretos em todos os testes realizados para o ano de 2020, enquanto os dados de 2021 obtiveram conformidade aceitável em relação ao 1º e 2º dígitos e ausência de conformidade para o teste dos dois primeiros dígitos.

Quanto ao teste Chi-Quadrado, todos os testes para gastos diretos de ambos os anos tiveram valores acima do crítico, levando a rejeição da hipótese de aderência à distribuição esperada pela LB. Cabe ponderar que o ano de 2020 possui 37.395 registros analisados, o que pode ser interpretado como um viés de resultado “falso positivo”, tendo em vista o teste ser sensível ao tamanho da amostra (Nigrini, 2011; Kossovsky, 2014). Esses achados podem indicar maior sensação de impunidade em 2021 frente à flexibilização das regras e controles da contratação, processo que teve início em 2020.

Quando a comparação é feita entre as modalidades de licitação Pregão e Dispensa de Licitação no ano de 2020, em relação à MDA verifica-se conformidade adequada do Pregão em todos os testes, enquanto para Dispensa existe conformidade adequada apenas quanto ao teste do primeiro dígito, ocorrendo conformidade aceitável quanto aos segundos e aos dois primeiros dígitos.

Para o Teste Chi-Quadrado, os valores das estatísticas para a modalidade Pregão são inferiores aos das dispensas em todas as abordagens, o que indica um pior ajuste dos dados relativos às dispensas de licitação. Tal achado pode sugerir que o menor nível de competição



nos processos de contratação aumenta a desconformidade com a LB, conforme resultados encontrados em Ganassin et al. (2016).

Partindo para a análise dígito a dígito, a Tabela 4 apresenta a quantidade de dígitos que não apresentaram conformidade com a LB em relação ao Teste Z para o primeiro e segundo dígito, especificando entre parênteses os dígitos e indicando se a frequência para o dígito observado foi maior (“↑”) ou menor (“↓”) que a frequência esperada.

Tabela 4

Resultados do teste local (Teste Z) para os primeiros e segundos dígitos.

Abordagem		2020	2021
1º Dígito	Gastos Diretos	2 (7↑ e 9↑)	2 (1↑ e 2↓)
	Modalidade De Licitação		
	Pregão	1 (9↑)	-
	Dispensa de licitação	3 (3↓, 7↑ e 9↑)	-
2º Dígito	Gastos Diretos	9(0↑, 1↓, 2↓, 3↓, 5↑, 6↓, 7↓, 8↓, 9↑)	3 (0↑, 1↓ e 6↓)
	Modalidade De Licitação		
	Pregão	7 (0↑, 1↓, 3↓, 6↓, 7↓, 8↓, 9↑)	-
	Dispensa de licitação	8 (0↑, 1↓, 2↓, 3↓, 5↑, 7↓, 8↓, 9↑)	-

Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

Quanto aos primeiros dígitos, quando analisados por ano, as distribuições apresentam a mesma quantidade de discrepâncias, embora seja possível observar uma prevalência dos dígitos 7 e 9 em 2020, e do dígito 1 em 2021. Isso poderia indicar um aumento geral nos valores dos empenhos de 2020 para 2021, pois, por exemplo, valores na casa dos R\$ 700,00 e R\$ 900,00 se ajustaram à LB e, ao mesmo tempo, empenhos de valores na casa de R\$ 1.000,00 se tornaram mais frequentes do que o esperado pela LB.

Tal afirmação, de certa forma, vai ao encontro do aumento na média dos valores dos empenhos, que passou de R\$ 244.888,99 em 2020 para R\$ 6.899.444,49 em 2021 (caso sejam retirados os empenhos destinados à compra de vacinas, o valor médio em 2021 seria R\$ 277.711,74). Contudo é importante observar que em 2021 o aumento na proporção do dígito 1 se contrapõe a uma redução na proporção do dígito 2.

Ainda em relação aos primeiros dígitos, analisando por modalidade de licitação em 2020, constatou-se mais discrepâncias nos números da Dispensa de Licitação do que do Pregão. Novamente os resultados sugerem que a não realização de licitação nos processos de contratação aumenta a desconformidade com a LB (Ganassin et al., 2016). Esse achado é corroborado quando se verifica que, em 2020, foram realizadas mais contratações por meio de Pregão do que por Dispensa de Licitação, lembrando que quanto menor a amostra, menores as chances de “falsos positivos”.

Além disso, motiva lembrar que, em um período de alta demanda por produtos relacionados à saúde (custeados pela Ação 21C0), a existência de preços acima do valor de mercado era esperada (Gentil, 2022). Tal fato pode ter gerado conjuntos viesados de empenhos, sobretudo nas contratações por Dispensa de Licitação. A maior frequência do dígito 9, tanto no Pregão quanto na Dispensa de Licitação no ano de 2020, pode ser interpretada como decorrente do estabelecimento de preços em ordem menor (por exemplo, de R\$ 1.000,00 para R\$ 999,00).

Em relação ao estudo para os segundos dígitos, discutindo gastos diretos, quase a totalidade dos dígitos apresentaram não conformidade em 2020, existindo uma prevalência dos dígitos 0, 5 e 9. Já em 2021 há excesso de dígitos 0. Esse resultado pode ser interpretado como indício de arredondamento de preços, tanto em 2020 quanto em 2021, sendo que no segundo



ano de pandemia esse diagnóstico fica mais evidente com a prevalência do 0, interpretação que vai ao encontro do entendimento de Nigrini (2012).

Analisando os segundos dígitos por modalidade de licitação em 2020, foram observadas muitas não conformidades, independente da competição entre licitantes, havendo excesso de dígitos 0 e 9 em relação ao Pregão e 0, 5 e 9 para a dispensa, padrões que também foram observados na maioria dos testes anteriores. Segundo Costa et al. (2012), este padrão de distorção observado, com excessos de ocorrências nos dígitos 0 e 5 da segunda posição, reflete a existência de uma maior ocorrência de valores arredondados entre os empenhos, tais como R\$ 4.000,00, R\$ 250,00 e R\$ 8.000,00.

Dentre os possíveis fatores que explicariam esta ocorrência, pode-se citar a inclusão de valores fictícios nos empenhos ou que os preços contratados não estão sendo formados em razão da aplicação direta de uma margem de lucro ao montante dos seus custos e despesas. Tais interpretações podem suscitar que, em geral, o processo de formação de preços não observou a boa prática de gestão de custos empresariais, muito pelo contrário, sugere manipulação de preços de acordo com o momento crítico vivido no mundo decorrente da pandemia.

Conforme Bugarin e Cunha (2014), a discussão dos resultados para os dois primeiros dígitos é mais bem aproveitada se realizada em conjunto com os resultados do Teste da Soma. Os resultados citados apontam que merecem maior atenção em eventuais auditorias e fiscalizações os empenhos que iniciam com 15 para ano de 2020 e com 10 e 15 para 2021. No mesmo sentido, para 2020, os empenhos com valores iniciados com 40 quando considerados pregões e com 11 e 26 para contratações por dispensa.

Assim, os dois primeiros dígitos 10, 11, 15, 26 e 40, além de terem ocorrido em frequência maior que a esperada, apresentam maiores proporções na soma de valor, não sendo possível para este pesquisador encontrar uma explicação plausível para essas ocorrências, sugerindo probabilidade de manipulação, fraude ou, ainda, vieses no conjunto de dados analisados.

5 Considerações Finais

O presente trabalho teve como objetivo analisar os gastos diretos da União com o enfrentamento da pandemia em busca por sinalizações de fraudes. Tal análise foi realizada sob a perspectiva da conformidade dos valores dos empenhos emitidos com a LB. Mais especificamente, foram analisadas aplicações diretas no âmbito da Ação Orçamentária 21C0 (Enfrentamento da Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional Decorrente do Coronavírus) nos anos de 2020 e 2021.

A partir de metodologia baseada na observação das frequências relativas dos primeiros, segundos e dois primeiros dígitos das notas de empenhos emitidas durante a pandemia, foram realizados testes de hipóteses para apurar a significância estatística dos desvios de cada dígito e das distribuições como um todo em relação à esperada segundo a LB.

Os resultados mostram que os dados, de modo geral, apresentam comportamento compatível com a distribuição logarítmica esperada, o que confirma a aplicabilidade desta metodologia como útil em processos de auditoria ou investigações forenses de fraudes para despesas públicas, o que corrobora estudos anteriores.

Uma maior aderência foi constatada para os empenhos do ano de 2020, quando comparado a 2021, o que reforça a necessidade de maior fiscalização das despesas no segundo ano de pandemia, período que foi marcado pelo início de compras de vacinas em larga escala, mas também por provável aumento da sensação de impunidade decorrente da flexibilização de regras e controle nas contratações, indulgência iniciada em 2020.



Quando os dados são analisados de forma segregada, por modalidade de licitação, tem-se que os empenhos de 2020 decorrentes de licitação na modalidade Pregão apresentam maior aderência à LB quando comparado à distribuição dos dados de contratação direta por Dispensa de Licitação. Esse resultado reforça a teoria de que os dados gerados de forma natural, com o menor nível de intervenção humana tendem a apresentar uma distribuição logarítmica segundo a LB, o que seria o caso das contratações por Pregão, que tem entre seus princípios a competitividade, com incentivo à ampla participação de interessados, o que não exclui, contudo, a possibilidade de fraudes nos processos de contratação.

No campo da auditoria e fiscalização de gastos públicos, num contexto em que os dados englobam milhares de registros, a seleção de despesas que teriam maior probabilidade de conter manipulações ou fraudes é essencial para maior efetividade dos trabalhos. Nesse sentido, os alertas, também conhecidos como *red flags*, se mostram de grande utilidade, servindo como um norteador na seleção de amostras.

No presente estudo, a análise dos dois primeiros dígitos trouxe uma visão mais detalhada sobre os gastos e evidenciou materialidade em relação ao dígito 15 para o ano de 2020 e dos dígitos 10 e 15 para 2021. Se a fiscalização recair sobre os pregões, o dígito 40 apresenta maior probabilidade de manipulação, o mesmo para os dígitos 11 e 26 nas dispensas de licitação.

Diante de todo o exposto, conclui-se que o instrumental proporcionado pela LB se mostra uma ferramenta poderosa na análise de dados de finanças públicas e um importante aliado nas fiscalizações dos recursos da sociedade, sobretudo em situações de emergência, que requerem uma maior atenção em virtude de menor rigor nos processos de contratação.

Como limitações da pesquisa, tem-se que os dados de gastos públicos com a pandemia na ação 21C0 se restringiram aos anos de 2020 e 2021, sendo que em 2021 o número de empenhos foi considerado insuficiente para a comparação entre as aderências das contratações por Pregão e Dispensa de Licitação. A pesquisa também encontra limitação no cenário de pandemia, este considerado, de certa forma, inédito, mesmo tendo por base teorias que permitissem o emprego da técnica utilizada.

Em que pese as limitações da pesquisa, este estudo pode ser útil para profissionais que atuam na auditoria governamental, em órgãos de controle e fiscalização e entidades de segurança pública. Ao direcionar os trabalhos de auditoria e persecução penal com uma apurada seleção de amostra, a técnica favorece a economia de recursos dos entes públicos com análises mais eficazes, o que, inclusive, leva a um efeito educativo de médio e longo prazos benéficos para a sociedade.

Por fim, as técnicas discutidas podem fomentar novas pesquisas, em especial no campo dos gastos públicos, gerando acúmulo de conhecimento e renovação de procedimentos. Pesquisas futuras sobre o tema podem incluir dados de 2019, anteriores ao início da pandemia, de forma a verificar influência do início da situação emergencial sobre a conformidade das despesas da União, além dos dados de 2022, ano em que os gastos provavelmente representam o cenário “normal”, pois houve o gradativo retorno das atividades econômicas e a revogação de leis flexibilizadoras das contratações.

Além disso, novos estudos podem realizar análises de adequação dos empenhos emitidos por estados e municípios que receberam recursos através de transferências fundo a fundo da União para enfrentamento à Covid-19, não ficando a pesquisa restrita a esfera federal. Tal conformidade poderia ser confrontada com pareceres emitidos pelos tribunais de contas das regiões investigadas.



Referências

- Anessi-Pessina, E., Barbera, C., Langella, C., Manes-Rossi, F., Sancino, A., Sicilia, M., & Steccolini, I. (2020). Reconsidering public budgeting after the Covid-19 outbreak: key lessons and future challenges. *Journal of Public Budgeting, Accounting & Financial Management*, 32(5), 957-965. <https://doi.org/10.1108/JPBAFM-07-2020-0115>.
- Benford, F. (1938). The law of anomalous numbers. *Proceedings of the American philosophical society*, 78(4), 551- 572.
- Câmara dos Deputados (2020). Congresso promulga emenda constitucional do "orçamento de guerra", 2020. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/659956-congresso-promulga-emenda-constitucional-do-orcamento-de-guerra/>.
- Carslaw, C. A. (1988). Anomalies in income numbers: Evidence of goal oriented behavior. *Accounting Review*, 63(2), 321- 327.
- Cella, R. S., & Rech, I. J. (2017). Caso Petrobras: a lei de Benford poderia detectar a fraude? *Revista de Gestão, Finanças e Contabilidade*, 7(3), 86 - 104.
- Cella, R. S., & Zanolla, E. (2018). A Lei de Benford e a transparência: uma análise das despesas públicas municipais. *Brazilian Business Review*, 15(4), 331-347.
- Conselho Nacional de Saúde [CNS]. (2020). 66% dos recursos destinados à Saúde para enfrentar a pandemia ainda estão parados, mostra boletim do CNS. Recuperado de <https://conselho.saude.gov.br/ultimas-noticias-cns/1230-66-dos-recursos-destinados-a-saude-para-enfrentar-a-pandemia-ainda-estao-parados-mostra-boletim-do-cns>
- Costa, J. I. F. (2012). *Desenvolvimento de metodologias contabilométricas aplicadas à auditoria contábil digital: uma proposta de análise da lei de Newcomb-Benford para os Tribunais de Contas. Dissertação* (Mestrado em Contabilidade) – Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife/PE.
- Costa, J. I. F., Santos, J., & Travassos, S. K. M. (2012). Análise de conformidade nos gastos públicos dos entes federativos: aplicação da Lei de Newcomb-Benford para o primeiro e segundo dígitos dos gastos em dois estados brasileiros. *Revista Contabilidade & Finanças*, 23(60), 187 - 198.
- Cunha, F. C. R. (2013). *Aplicações da Lei Newcomb-Benford à auditoria de obras públicas. Dissertação* (Mestrado Profissional em Regulação e Gestão de Negócios) - Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia, Universidade de Brasília, Brasília/DF.
- 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*, 46-53.
- Da Cruz Filho, E. C., Nunes, D. M. S., & Santana, C. M. (2021). Lei de Benford: uma análise de sua aplicabilidade em uma amostra de documentos fiscais nas prestações de contas de senadores da República. *Revista Brasileira de Ciências Policiais, Brasília, Brasil*, 12(6), 103–126. <https://doi.org/10.31412/rbcp.v12i6.830>.
- Diniz, J. A., Santos, J. D., Dieng, M., & Diniz, M. A. A. (2006). Comprovação de eficácia da aplicação de modelos contabilométricos no campo da auditoria digital das contas públicas municipais: caso de um tribunal de contas de um estado brasileiro. In: *Congresso Usp de Controladoria e Contabilidade*, São Paulo/SP.



- Durtschi, C., Hillison, W., & Pacini, C. (2004). The effective use of Benford's law to assist in detecting fraud in accounting data. *Journal of Forensic Accounting*, 5(3), 17-34.
- Freitas Costa, J. I., Henriques, D. B. B., Barros Melo, S., & Santos, J. (2012). Análise de métodos contabilométricos para determinação de conformidade da Lei de Newcomb-Benford aplicados à Auditoria Contábil. *Gestão Pública: Práticas e Desafios*, 3(6), 292-314.
- Ganassin, E. J. F., Costa, A. J. B., & Wilbert, M. D. (2016). Aplicação de Modelo Contabilométrico baseado na Lei de Newcomb-Benford no Controle de Contas Públicas. *Revista de Estudos Contábeis*, 7(12), 39 - 56.
- Gentil, K. E. B. (2022). *A pandemia do COVID-19 e os fatores propiciadores da disseminação da corrupção nas aquisições destinadas ao combate do SARS-COV-2*. Pós-Graduação Lato Sensu em Controle, Detecção e Repressão a Desvios de Recursos Públicos. Lavras/MG.
- Gonçalves, L. S., Pereira, I. V., Furnielis, C. B., & Freitas, L. G. (2023). Análise da aderência da Lei de Newcomb-Benford como *red flag* para identificação de padrões inesperados nas ordens de pagamento emitidas pela Administração Pública Federal no Brasil. *Revista de Gestão e Secretariado*, 14(11), 25-39.
- Goodman, W. (2016). The promises and pitfalls of Benford's law. *Significance*, 13(3), 38-41. <https://doi.org/10.1111/j.1740-9713.2016.00919.x>.
- Hill, T. P. (1995). The significant-digit phenomenon. *The American Mathematical Monthly*, 102(4), 322 – 327.
- Hill, T. P. (1988). Random-number guessing and the first digit phenomenon. *Psychological Reports*, 62(3), 967 – 970.
- Jošić, H., & Žmuk, B. (2018). The Application of Benford's Law in Psychological Pricing Detection. *Journal of Economy and Business*, 24.
- Kossovsky, A. E. (2014). *Benford's Law: Theory, the general law of relative quantities, and forensic fraud detection applications*. 1 ed. Hackensack, New Jersey, USA: World Scientific.
- Lima, R. S. (2021). *Análise de Redes Sociais no Combate aos Crimes de Lavagem de Dinheiro e Corrupção*. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília. Brasília/DF.
- Maher, M., & Akers, M. D. (2002). Using Benford's Law to Detect Fraud in the Insurance Industry. *International Business & Economics Research Journal*.
- Nascimento, T. D., Filho, E. M. S., & Buscacio, L. (2014). *Detecção de Fraudes: o uso da Lei de Benford para avaliar dados educacionais e financeiros*. Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, 46, Salvador-BA. Recuperado em <http://www.din.uem.br/sbpo/sbpo2014/pdf/arg0211.pdf>.
- Newcomb, S. (1881). Note on the frequency of use of the different digits in natural numbers. *American Journal of Mathematics*, 4(1), 39 - 40.
- Nigrini M. J. (1996). A taxpayer compliance application of Benford's Law. *Journal of the American Taxation Association*, 18(1), 72 – 91.
- Nigrini M. J., & Mittermaier, L. J. (1997). The use of Benford's law as an aid in analytical procedures. *Auditing: A Journal of Practice & Theory*, 16(2), 52 - 67.
- Nigrini M. J. (1999). I've got your number. *Journal of Accountancy*, 187(5), 79 – 83.



- Nigrini, M. J. (2000). *Digital Analysis Using Benford's Law: Tests & Statistics for Auditors*. Global Audit Publication, Canada.
- Nigrini M. J. (2012). *Benford's Law: Applications for forensic accounting, auditing, and fraud detection*. 1.ed. Hoboken, New Jersey, USA: John Wiley & Sons.
- Orth, C. D. O., Michaelsen, A. T., & Lerner, A. F.(2020). Lei de Newcomb Benford e Auditoria Contábil: uma Revisão Sistemática de Literatura. *Revista Gestão e Desenvolvimento*, 17(2), 111 – 135.
- Pinkham, R. S. (1961). On the distribution of first significant digits. *The Annals of Mathematical Statistics*, 32(41), 1223 – 1230.
- Sallaberry, J. D. (2022). *Efeitos do conhecimento das red flags na relação dos determinantes comportamentais na intenção e no comportamento whistleblower*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis/SC.
- Santos, J., Diniz, A. J., & Corrar, L. J. (2005). O Foco é a Teoria Amostral nos Campos da Auditoria Contábil Tradicional e da Auditoria Digital: testando a Lei de Newcomb-Benford para o primeiro dígito nas contas públicas. *Brazilian Business Review*, 2(1), 71 – 89.
- Silva, L. B. F. (2021). *A lei Newcomb-Benford e as notas de empenhos da Marinha do Brasil*, Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) - Faculdade de Administração e Finanças, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro/RJ.
- Singleton, T. W., & Singleton, A. J. (2010). *Fraud auditing and forensic accounting*. John Wiley & Sons.
- Varian, H. R. (1972). Benford's law. *The American Statistician*, 26(9), 62-66. <https://www.jstor.org/stable/2682871>.