



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

Analysis of the Newcomb-Benford Law's adherence as a *red flag* to identify unexpected patterns in payment orders issued by the Brazilian Federal Public Administration

Luciano Souza Gonçalves¹

Ivone Vieira Pereira²

Claudemir Bertuolo Furnielis³

Leninne Guimarães Freitas⁴

Resumo

A contabilidade registra os eventos econômicos e financeiros ocorridos em organizações variadas, como públicas, privadas e sem finalidade lucrativa. No curso das atividades normais é necessário realizar verificações e confirmações a fim de que seja possível certificar que os resultados apresentados estão de acordo com a realidade patrimonial e financeira nos termos das regras contábeis vigentes. Nesse contexto, as *red flags* podem auxiliar os avaliadores a estruturarem suas estratégias de investigação e auditoria. Isto porque as *red flags* são sinais de alerta para fraude que indicam áreas para maior atenção por parte dos auditores. Uma técnica ainda pouco explorada e que tem ganhado atenção se chama Lei de Newcomb-Benford (Lei-NB), que, pelas características, pode ser considerada uma potencial *red flag*. Ela

¹ Especialista em Controle Governamental, Universidade Federal de Goiás, Av. Esperança, s/n, Chácaras de Recreio Samambaia, Goiânia - GO, CEP: 74690-900. E-mail: lucianosouza.acc@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0698-2992>

² Pós-Doutorado em Ciências Contábeis, Universidade de Rio Verde, Fazenda Fontes do Saber, s/n, Rio Verde - GO, CEP: 75901-970. E-mail: ivoneprecisao@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9234-5708>

³ Doutora em Administração de Empresas, Universidade de Rio Verde, Fazenda Fontes do Saber, s/n, Rio Verde - GO, CEP: 75901-970. E-mail: cbertuolo@uol.com.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1950-237X>

⁴ Doutor em Administração, Universidade de Rio Verde. Fazenda Fontes do Saber, s/n, Rio Verde - GO, CEP: 75901-970. E-mail: leninne@unirv.edu.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1157-6059>

preconiza que, em uma relação de números qualquer, a probabilidade do 1º dígito de cada um desses números ser 1 é maior do que ser 9. Um ajuste fraco à lei é uma *red flag* de que há risco de que os dados contenham duplicações anormais e anomalias. Neste trabalho, optou-se por aplicar os testes estatísticos Teste Z e o Teste X². A partir da análise, verificou-se que alguns ministérios apresentam frequência do primeiro dígito diferente daquele proposto pela Lei-NB. Alguns ministérios, como os da Infraestrutura, da Agricultura, a Controladoria-Geral de União e a Advocacia-Geral da União, apresentaram uma realidade próxima ao esperado, enquanto outros, como os da Ciência e Tecnologia, da Educação, da Justiça e Segurança Pública, do Desenvolvimento Regional e da Saúde, apresentaram números bastante discrepantes.

Palavras-chave: *Red flags*. Lei de Newcomb-Benford. Fraudes.

Abstract

Accounting records the economic and financial events in various entities, such as public, private, and non-profit organizations. In the course of ordinary activities, there is a need for executing verifications and confirmations to certify that the presented results comply with the asset and financial reality of the accounting rules. In this context, red flags can help analysts structure their investigation and audit strategies. Red flags are warning signs of fraud that indicate areas for further attention by auditors. One little-explored technique that has been gaining attention is the Newcomb–Benford Law, which, by its characteristics, can be considered a potential red flag. The law states that, in any ratio of numbers, the probability that the 1st digit of each number is 1 is greater than the probability of it being 9. A weak fit to the law represents a red flag, indicating a risk of data containing abnormal duplicates and anomalies. Test Z and Test X² were the statistical tests used in this research. Its findings present that some ministries present a frequency of the first digit different from that proposed by the Law-NB. Some ministries, such as Infrastructure, Agriculture, the Office of the Comptroller General, and the Attorney General’s Office showed a reality close to the expected. Others, such as Science and Technology, Education, Justice and Public Safety, Regional Development, and Health, showed quite discrepant numbers.

Keywords: Red flags. Newcomb–Benford Law. Frauds.

Introdução

A contabilidade registra os eventos econômicos e financeiros ocorridos em organizações variadas, como públicas, privadas e sem finalidade lucrativa. Para Attie (2018), o registro de forma permanente permite controle, a qualquer tempo, e consultas às informações que precisam ser extraídas por qualquer motivo e dar visibilidade e transparência para fins legais de controle. A relevância, portanto, de se manter tais registros é fundamental e reconhecidamente relevante no contexto dos negócios, no setor governamental e até mesmo em organizações filantrópicas.

No curso das atividades normais é necessário realizar verificações e confirmações a fim de que seja possível certificar que os resultados apresentados pela contabilidade estão de acordo com a realidade patrimonial e financeira da entidade, nos termos das regras contábeis vigentes. Destaca-se que um ponto natural e necessário é a observância às normas emitidas pelo Conselho Federal de Contabilidade e a legislação correlata.

A observância dos critérios legais e normativos para o trabalho da contabilidade é imperativo para que o fruto do trabalho possa ser aceito e compreendido pelos usuários da informação, fato que pode ser certificado pelos trabalhos de auditoria. Crepaldi e Crepaldi (2017) afirmam que dados podem ser manipulados, por interesse divergente ao da empresa com o fito de obter vantagens ilícitas ou mesmo a deliberada malversação de recursos, reforçando o caráter necessário das atividades de auditoria.

Percebe-se, assim, que os riscos de fraude devem estar no radar da organização, especialmente de seus auditores. Singleton e Singleton (2010) relatam que “fraude” é uma palavra com muitas definições, e que está relacionada a termos como crime, fraude corporativa, fraude de gestão, fraude ocupacional, fraude como delito, entre outras. O Dicionário Houaiss (Instituto Antônio Houaiss, 2009, definição 1) define fraude como “qualquer ato ardiloso, enganoso, de má-fé, com o intuito de lesar ou ludibriar outrem, ou de não cumprir determinado dever”.

A *Association of Certified Fraud Examiners* (2020) publicou o documento *Report to the Nations*, um estudo global que apresenta dados de fraude do ano de 2019 relatados por examinadores de fraude certificados em todo o mundo. O estudo evidenciou que a maior porcentagem de casos está ligada à apropriação indébita de ativos (86%), enquanto as maiores perdas, em termos monetários, estão relacionadas a fraudes em relatórios financeiros (perda média de USD 954.000).

Em pesquisa nacional conduzida pela Deloitte Brasil (2019), foi possível observar que 69% dos 113 respondentes, membros de organizações de diversos setores e de todas as regiões do Brasil, afirmaram que suas empresas identificaram fraudes nos últimos quatro anos, cujas consequências se materializaram em perdas financeiras, de imagem, sanções e/ou multas, entre outros.

Considerando então o contexto da importância da contabilidade, da relevância em se manter auditoria recorrentemente nos processos, além das ações para inibição e detecção de fraude no intuito de evitar perdas financeiras, risco de imagem, entre outros, é necessário elaborar e implementar controles e técnicas a fim de mitigar e detectar atos fraudulentos.

Nesse contexto de fraude, as *red flags* (ou bandeiras vermelhas) podem auxiliar os avaliadores e auditores a estruturarem suas estratégias de investigação. Isto porque as *red flags* são sinais de alerta para fraude que indicam áreas ou assuntos para maior atenção por parte dos auditores (Reinstein & McMillan, 2004).

Uma técnica que tem sido crescentemente explorada e com variados estudos nos últimos anos chama-se Lei de Newcomb-Benford (ou Lei de Benford, Lei-NB) que, pelas características, pode ser considerada uma potencial *red flag*.

A Lei preconiza que, em uma lista de números, por exemplo, a lista com a quantidade de habitantes por município, a probabilidade do 1º dígito de cada um desses números ser 1 é maior do que ser 9. Em outras palavras, os números menores (como 1, 2, 3, ...) tendem a ser mais comuns como primeiro dígito da quantidade de habitantes de cada município do que os dígitos maiores (... , 7, 8, 9).

Do mesmo modo, em uma lista de pagamentos, a probabilidade do primeiro dígito de cada pagamento ser 1 é maior do que ser 2, que é maior que ser 3 e assim por diante de modo que o número 9 é o que tem a menor probabilidade de ser o primeiro dígito. Para Nigrini (2012), o fato surpreendente é que se espera que o dígito 1 ocorra um pouco mais de seis vezes mais do que o 9 como o primeiro dígito, de modo que uma fuga a esse modelo pode indicar anormalidade nos registros.

Tendo em vista os potenciais benefícios do uso de técnicas desse tipo para identificação de fraudes ou anomalias, é necessário explorar, compreender e aplicá-las, seja em instituições públicas, privadas ou filantrópicas. Segundo Parodi (2008), as fraudes “no setor público podem ser facilmente equiparadas conceitualmente com as fraudes internas nas grandes empresas”, razão pela qual muitos dos métodos aplicados às fraudes na iniciativa privada também são aplicáveis ao setor público.

No setor público brasileiro, o orçamento de despesa do governo federal referente ao exercício de 2020, somava o total de R\$ 4,13 trilhões (quatro vírgula treze trilhões de reais), conforme dados do Portal da Transparência (Brasil, 2020) mantido pela Controladoria-Geral da União.

Vale ressaltar que em relação às despesas públicas, a administração pública em geral deve obedecer ao rito de execução previsto na Lei 4.320/1964, qual seja: empenho, liquidação e pagamento. Conforme Portal da Transparência (Brasil, 2020), empenho é a etapa em que o governo reserva o dinheiro que será pago quando o bem for entregue ou o serviço concluído. Isso ajuda o governo a organizar os gastos pelas diferentes áreas do governo, evitando que se gaste mais do que foi planejado. Já a liquidação é quando se verifica que o governo recebeu aquilo que comprou. Ou seja, quando se confere que o bem foi entregue corretamente ou que a etapa da obra foi concluída como acordado. Por fim, se estiver tudo certo com as fases anteriores, o governo pode fazer o pagamento, repassando o valor ao vendedor ou prestador de serviço contratado.

Com vistas a contribuir para a compreensão do modelo de Newcomb-Benford, sua característica de *red flag* e sua aplicação no contexto dos pagamentos dos entes públicos federais, pretende-se abordar as principais características do modelo e suas implicações nas análises de números produzidos quando do pagamento (último estágio da despesa pública) de compromissos assumidos pela administração pública federal.

O problema de pesquisa é o seguinte: o modelo proposto por Newcomb-Benford pode ser utilizado como *red flag* na avaliação dos pagamentos realizados pela administração pública federal?

O objetivo geral do estudo, então, é identificar se o modelo proposto por Newcomb-Benford pode ser utilizado como *red flag* na avaliação dos pagamentos realizados pela administração pública federal.

O estudo está estruturado em seções, a saber: referencial teórico, metodologia, análise dos resultados e considerações finais.

Referencial Teórico

2.1 Fraudes e *red flags*

As fraudes ocorrem em todos os continentes e países, alcançando organizações de todas as matizes, com potencial de prejudicar a imagem da entidade, além de prejuízos financeiros e materiais. O *Institute of Internal Auditors* (Instituto dos Auditores Internos,

2009), em sua obra IPPF Guias Práticos – Auditoria Interna e Fraude, define fraude como: quaisquer atos ilegais caracterizados por desonestidade, dissimulação ou quebra de confiança. Estes atos não implicam no uso de ameaça de violência ou de força física. As fraudes são perpetradas por partes e organizações a fim de se obter dinheiro, propriedade ou serviços; para evitar pagamento ou perda de serviços; ou ainda para garantir vantagem pessoal ou em negócios.

A Norma Brasileira de Contabilidade NBC TA 240-R1, emanada pelo Conselho Federal de Contabilidade (2016), e o Tribunal de Contas da União (2018), este último referenciando a Norma ISA 240, da *International Auditing and Assurance Standards Board*, definem fraude como “o ato intencional de um ou mais indivíduos da administração, dos responsáveis pela governança, empregados ou terceiros, que envolva dolo para obtenção de vantagem injusta ou ilegal”.

No contexto brasileiro, o Tribunal de Contas da União (2018) avalia que há crescimento do número de casos de fraudes cometidas contra o patrimônio público em que esquemas criminosos são perpetrados por quadrilhas especializadas, citando a Operação Lava Jato como exemplo. A Corte de Contas cita, ainda, que os criminosos podem atuar em qualquer organização, como órgãos, autarquias, empresas públicas, sociedades de economia mista, fundações, entre outros, bastando a existência de recursos públicos.

Em pesquisa da Deloitte Brasil (2019) sobre fraudes no Brasil as organizações participantes apontaram que no contexto da estrutura de governança os mecanismos de combate a fraudes mais adotados foram a prevenção (com 74% de preferência) e a detecção (em segundo lugar, com 72% de preferência), ressaltando-se que, entre as opções, era possível marcar mais de uma. De acordo com Singleton e Singleton (2010), as fraudes são frequentemente detectadas por intuição, suspeita de investigadores, gestores, auditores ou uma exceção (anomalia) detectada nos registros contábeis.

Levando-se em conta que auditorias, verificações e fiscalizações nem sempre é possível identificar e avaliar toda a população de determinada realidade por limitações técnicas e humanas, é necessário então otimizar a busca por desvios significantes de modo a direcionar os esforços para situações que indiquem alguma espécie de anormalidade. Entre as muitas formas de se identificar itens relevantes para avaliação, existe o conceito de *red flags*, ou bandeiras vermelhas, na tradução literal.

No panorama da detecção de fraudes, as *red flags* são ferramentas importantes que podem ser utilizadas para aperfeiçoar as estratégias de verificação e combate a fraudes. De acordo com Parodi (2008), as *red flags* são indicadores suspeitos que visam prevenir e detectar

as fraudes, como uma espécie de “termômetro”. No entanto, o autor alerta que diversas *red flags* poderiam estar presentes dentro de uma organização e não necessariamente existir uma fraude.

Os indicadores utilizados como *red flags* devem ser utilizados como norteador para averiguações e insumo para a elaboração de estratégias mais completas e robustas de auditoria/avaliação. Durante a avaliação, ocasião em que se pode obter evidências, poderá, então, ser confirmada a existência de fraude ou outro evento.

Com a crescente complexidade do ambiente de negócios, quer no setor privado, quer no setor público, é fundamental que novas técnicas sejam incorporadas aos procedimentos de detecção de fraudes a fim de incentivar o melhor uso possível dos recursos disponíveis.

2.2 Lei de Newcomb-Benford

Em 1881, Simon Newcomb (1881) verificou que as primeiras páginas das tábuas de logaritmos nas bibliotecas eram mais manuseadas que as últimas páginas, o que indicaria que números iniciados com o número 1 como primeiro dígito seriam mais “frequentes” do que os números iniciados com o dígito 9.

Anos depois, Frank Benford (1938) publicou estudo intitulado *The Law of Anomalous Numbers*, a lei dos números anômalos, com 22.229 dados envolvendo fontes diversas, como populações, áreas de rios, endereços, taxa de mortalidade, pesos atômicos, além de outros quinze títulos e identificou a peculiar característica de que os dígitos iniciados com o número 1 são mais frequentes que aqueles iniciados com o número 9. As observações estavam aderentes ao que Newcomb havia percebido quase 50 anos antes. Daí, então, o nome “Lei de Newcomb-Benford”, “Lei de Benford” ou, simplesmente, “Lei-NB”.

Desde então pesquisas têm sido realizadas, a fim de identificar o uso em outros contextos, como o financeiro. Foster (2006) afirma que a Lei Newcomb-Benford Lei é aplicável a diversos fenômenos, incluindo os eventos financeiros. De acordo com Sherman e Young (2016), variáveis contábeis também devem ser distribuídas de acordo com a Lei de Newcomb-Benford se não houver manipulação dos dados. Ainda de acordo com os autores, a distribuição se mantém mesmo que os números sejam convertidos de uma moeda para outra.

Para Nigrini (2012), um ajuste fraco à Lei de Benford é uma *red flag* de que há risco de que os dados contenham duplicações anormais e anomalias.

Uma vez identificada a utilidade para dados de cunho financeiro, cabe destacar o grande potencial para detecção de fraudes, pois as operações normais tendem a seguir os

padrões da Lei, enquanto operações intencionalmente manipuladas por pessoas dificilmente observarão a Lei.

Nigrini (2012) alerta que uma *red flag* é um indicador que está presente em uma porcentagem significativa de casos de fraude, mas alerta que sua presença não significa que a fraude está realmente presente.

Em que pese a aplicação ser relativamente simples, é necessário que se façam etapas utilizando planilhas eletrônicas ou softwares compatíveis para organizar os dados de modo a obter as informações corretamente preparadas, permitindo conduzir os testes nos dados obtidos e verificar se eles estão aderentes à Lei de Newcomb-Benford.

Metodologia

O estudo é classificado, conforme Malhotra (2001), como pesquisa conclusiva, pois tem por objetivo testar hipóteses específicas e examinar relações, com amostra grande e representativa. Quanto à natureza do método é considerada quantitativa e quanto aos fins, é classificada como pesquisa descritiva (Malhotra, 2001), estruturada de forma pré-planejada, utilizando dados públicos disponibilizados no sítio Portal da Transparência do Governo Federal do Brasil. Tem como principal objetivo verificar se a frequência dos primeiros dígitos dos pagamentos realizados pela administração pública federal está aderente à Lei de Newcomb-Benford.

3.1 Coleta de dados

Para levantamento da base de dados, coletaram-se as ordens de pagamentos emitidas pela administração pública federal brasileira de janeiro a dezembro de 2020, os quais foram obtidos por meio do Portal de Transparência.

No Brasil, o Portal da Transparência (Brasil, 2020), cujo acesso livre e sem necessidade de cadastro se dá pelo sítio <https://www.transparencia.gov.br>, tem a finalidade de disponibilizar a toda sociedade os dados financeiros, orçamentários e patrimoniais da administração pública federal. Os dados divulgados no Portal são provenientes de diversas fontes de informação, entre as quais estão os grandes sistemas estruturadores do Governo Federal – como o Sistema Integrado de Administração Financeira do Governo Federal (Siafi) e o Sistema Integrado de Administração de Recursos Humanos (Siape) –, as bases de benefícios sociais, as faturas de cartão de pagamentos do Governo Federal, as bases de imóveis funcionais, entre diversas outras.

A sequência de procedimentos obedeceu ao seguinte rito:

1. Acesso ao Portal da Transparência, opção “Dados Abertos”, em 08.02.2021, cujo link para acesso é <http://www.portaltransparencia.gov.br/download-de-dados>.
2. Obtenção dos dados de despesas públicas referentes ao ano de 2020, por favorecido. Os números foram obtidos organizados por mês (de janeiro a dezembro), de modo que ao final da extração obteve-se 12 arquivos.
3. Organização dos dados com a utilização dos softwares Microsoft Excel® 365 Versão 2101 e Microsoft Power BI® Versão 2.88.1385.0, de modo a obter os dados por Órgão/Ministério.
4. Extração do primeiro algarismo de **cada** pagamento.
5. Contagem de frequências dos primeiros dígitos extraídos, excluindo os valores iniciados em 0 (zero). Números com sinal negativo foram considerados positivos, conforme Nigrini (2012).
6. Montagem de tabela para comparação dos dados observados no Portal da Transparência com os dados esperados conforme Lei de Newcomb-Benford.
7. Realização de testes estatísticos Teste Z e Teste X², sugeridos por Nigrini (2012).

Os dados refletem as despesas de 19 “órgãos superiores federais” compostos pela Advocacia-Geral da União, Presidência da República e mais 16 ministérios: Controladoria-Geral da União, Ministério da Justiça e Segurança Pública; Ministério da Defesa; Ministério das Relações Exteriores; Ministério da Economia; Ministério da Infraestrutura; Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; Ministério da Educação; Ministério da Cidadania; Ministério da Saúde; Ministério de Minas e Energia; Ministério das Comunicações; Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações; Ministério do Meio Ambiente; Ministério do Turismo; Ministério do Desenvolvimento Regional e Ministério da Mulher, Família e Direitos Humanos.

No levantamento de dados verificou-se que os dezenove órgãos mencionados possuem a eles vinculados Unidades Gestoras que somam o total de 3.115 (três mil, cento e quinze mil), entidades estas que realizaram pagamentos durante o ano de 2020.

Ao total foram 8.279.035 (oito milhões, duzentos e setenta e nove mil e trinta e cinco) documentos de despesa, dos quais 8.185.181 (oito milhões, cento e oitenta e cinco mil, cento e oitenta e um) documentos foram aproveitados, pois o valor do pagamento iniciava-se por dígitos de 1 a 9 enquanto 93.854 (noventa e três mil oitocentos e cinquenta e quatro) foram descartados por iniciarem com 0 (zero), ou seja, inferior a BRL 1,00 (um real brasileiro).

3.2 Técnica de análise dos dados

A Lei de Newcomb-Benford afirma que o primeiro dígito de uma série de números tem maior probabilidade de começar com números menores (iniciando pelo número 1) do que com dígitos maiores (até o número 9). Nigrini (2012) apresenta a fórmula utilizada para ilustrar a frequência esperada de cada número de 1 a 9:

$$Prob (D_1=d_1)=\log \log \left(1 + \frac{1}{d_1} \right), \text{ onde } d_1 \in \{1, 2, \dots, 9\}$$

A fórmula descreve *Prob* como a probabilidade do evento entre parênteses ser observado, sendo *d* os números pertencentes ao conjunto de números naturais de 1 a 9, como apresentado a seguir (elaborado pelo autor):

- P (D₁=1) = Log (1 + 1/1)**, cujo resultado é 0,301...; multiplicado por 100: **30,1%**
- P (D₂=2) = Log (1 + 1/2)**, cujo resultado é 0,176...; multiplicado por 100: **17,6%**
- P (D₃=3) = Log (1 + 1/3)**, cujo resultado é 0,125...; multiplicado por 100: **12,5%**
- P (D₄=4) = Log (1 + 1/4)**, cujo resultado é 0,097...; multiplicado por 100: **9,7%**
- P (D₅=5) = Log (1 + 1/5)**, cujo resultado é 0,079...; multiplicado por 100: **7,9%**
- P (D₆=6) = Log (1 + 1/6)**, cujo resultado é 0,067...; multiplicado por 100: **6,7%**
- P (D₇=7) = Log (1 + 1/7)**, cujo resultado é 0,058...; multiplicado por 100: **5,8%**
- P (D₈=8) = Log (1 + 1/8)**, cujo resultado é 0,051...; multiplicado por 100: **5,1%**
- P (D₉=9) = Log (1 + 1/9)**, cujo resultado é 0,046...; multiplicado por 100: **4,6%**

De forma resumida, a probabilidade de encontrar os números de 1 a 9 como primeiro dígito está apresentada na tabela a seguir:

Dígito (d)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total
Prob. (D)	30,1%	17,6%	12,5%	9,7%	7,9%	6,7%	5,8%	5,1%	4,6%	100%

Tabela 1 Probabilidade de ocorrência

Nota. Fonte: elaborada pelos autores.

Portanto, a probabilidade de ocorrência do número 1 como primeiro dígito de um número qualquer (em determinada lista) é 30,1%, a probabilidade de ocorrência do número 2 como primeiro dígito é de 17,6%, do número 3 de 12,5% e assim por diante, de modo que o dígito 9 é o que menos tende a aparecer como primeiro dígito, apenas 4,6% das vezes.

Uma vez conhecida a dinâmica de funcionamento da Lei-NB, optou-se por aplicar os seguintes testes estatísticos propostos por Nigrini (2012), quais sejam: Teste Z e Teste X².

O Teste Z foi utilizado para verificar se a proporção real de determinado dígito (*AP – Actual Proportion*) difere significativamente da proporção esperada pela Lei de Newcomb-Benford (*EP – Expected Proportion*), conforme fórmula:

$$Z = \frac{|AP - EP| - \left(\frac{1}{2N}\right)}{\sqrt{\frac{EP(1 - EP)}{N}}}$$

Onde:

AP = *Actual Proportion*, Proporção Observada

EP = *Expected Proportion*, Proporção Esperada

N = Número de observações

O segundo termo do numerador ($1/2N$) é um termo de correção e é utilizado apenas se ele for menor que o primeiro termo ($|AP - EP|$).

Para o Teste Z o nível de significância adotado foi $\alpha = 0,05$, com $Z_{\text{crítico}}$ de 1,96, e as hipóteses testadas foram:

H₀ – Não existe diferença estatisticamente significativa entre distribuições de probabilidades observadas (AP) e esperadas (EP);

H₁ – Existe diferença estatisticamente significativa entre distribuições de probabilidades observadas (AP) e esperadas (EP).

O Teste X² foi utilizado para comparar um conjunto de resultados observados (AC – *Actual Count*) com um conjunto de resultados esperados (EC – *Expected Count*), agora, portanto, com uma análise global do conjunto de dados e não dígito a dígito como no Teste Z. A fórmula utilizada está apresentada a seguir:

$$\sum_{i=1}^K \frac{(AC - EC)^2}{EC}$$

Onde:

AC = *Actual Count*, Contagem Observada

EC = *Expected Count*, Contagem Esperada

O nível de significância adotado para o Teste X² foi $\alpha = 0,05$ para um grau de liberdade 8, com $X^2_{\text{crítico}}$ de 15,507, e as hipóteses testadas foram:

H₀: Não há indicação de uso como *red flag*;

H₁: Há indicação de uso como *red flag*.

Análise e Discussão dos Resultados

Inicialmente aplicado, o Teste Z testou a proporção real de um dígito em relação à proporção esperada desse mesmo dígito baseada na Lei de Newcomb-Benford, buscando identificar se há diferença estatisticamente significativa entre ambos. Caso o valor observado

supere o $Z_{\text{crítico}}$ de 1,96, caracterizará a Hipótese H_1 em que há diferença estatisticamente significativa. A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos com os dados da pesquisa.

Órgão ↓ / Dígitos →	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Advocacia-Geral da União	0,377	0,329	5,370	1,090	1,789	10,078	0,450	1,783	1,831
Controladoria-Geral da União	3,013	0,100	0,017	0,060	0,815	4,350	1,398	0,009	2,145
Min Agricultura, Agropecuária	7,354	9,608	4,857	2,162	5,619	13,587	4,848	5,320	3,938
Min da Cidadania	0,879	5,327	8,675	0,891	1,803	0,665	19,686	4,799	3,684
Min Ciência, Tecnologia, Inovação	38,270	74,766	287,484	885,419	182,941	236,449	225,445	47,995	197,040
Min Defesa	27,143	18,481	17,691	25,058	16,306	14,614	23,719	4,416	9,943
Min Economia	40,909	64,865	18,256	17,784	1,653	2,469	4,106	26,085	4,139
Min da Educação	178,208	170,740	171,545	860,470	256,037	150,928	127,994	59,595	274,969
Min da Infraestrutura	1,454	4,590	2,622	4,124	2,445	2,098	0,582	0,846	1,259
Min da Justiça e Seg Pública	25,414	9,509	26,212	7,191	48,258	65,326	5,492	22,091	20,854
Min da Mulher, Família e Direitos Humanos	0,536	2,241	0,336	1,484	2,034	6,717	5,142	0,108	0,340
Min Previdência Social	1,594	0,487	5,134	5,082	11,836	7,434	7,380	0,767	2,611
Min da Saúde	25,908	2,201	36,255	45,265	51,078	6,325	9,196	14,273	21,057
Min Relações Exteriores	23,338	5,093	6,311	11,204	9,468	7,232	5,862	3,167	3,821
Min Minas e Energia	0,596	17,921	11,746	14,404	8,436	9,461	9,439	2,337	2,812
Min do Desenvolvimento Regional	75,871	29,121	24,438	9,487	18,726	16,760	16,774	1,928	3,704
Min do Meio Ambiente	6,611	11,667	3,007	8,252	7,885	8,274	4,301	4,514	9,420
Min do Turismo	1,738	4,334	9,006	6,146	7,667	2,464	1,102	5,114	1,146
Pres da República	9,141	8,286	6,587	3,993	2,879	1,598	1,042	7,118	8,085

Fonte: elaborado pelos autores, considerando os dados da pesquisa

Tabela 2 Quadro-resumo com o Teste Z – $Z_{\text{crítico}}=1,96$

Como se observa, os resultados acima do $Z_{\text{crítico}}$ indicam distorções que merecem um exame mais detalhado com a finalidade de identificar possíveis focos para análise mais aprofundada, especialmente aqueles destacados em negrito. O fator primordial para o resultado apresentado foi o tamanho do desvio entre o valor observado dos dígitos de pagamento e o valor esperado para esses mesmos dígitos, de acordo com a Lei-NB.

Diante disso, os valores obtidos acima de 1,96 sugerem a rejeição da Hipótese H_0 , de que não existiria diferença significativa. A interpretação do cenário apresentado na Tabela 2 conduziria a um esforço mais qualificado dos auditores para averiguar as maiores disparidades, visto que grande parte das análises superou o $Z_{\text{crítico}}$. A leitura seria no sentido de explorar o motivo pelo qual determinado dígito tenha aparecido tantas vezes além do valor esperado.

Entre os órgãos analisados, verifica-se maior discrepância nos Ministérios da Ciência e Tecnologia (dígitos 1 a 9, com preponderância nos dígitos 3 a 7), Educação (dígitos 1 a 9, com preponderância para os dígitos 4, 5 e 9), Desenvolvimento Regional (dígitos 1, 2 e 3), Justiça (dígitos 5 e 6) e da Saúde (dígitos 4, 5 e 9). Com base, então, nos órgãos e nos dígitos com diferenças mais significativas, as instituições de controle podem se municiar de informações preliminares a fim de explorar os contextos de cada órgão e identificar possíveis incorreções, erros ou fraudes, junto a outras *red flags* eventualmente existentes.

Quanto ao Teste X^2 , este é utilizado para comparar um conjunto de resultados reais com um conjunto de resultados esperados, num contexto global. Caso o valor encontrado

(disponível na coluna “Total” da Tabela 3) supere o $X^2_{\text{crítico}}$ de 15,507, caracterizará a Hipótese H_1 , em que há indicação de uso da informação como *red flag*. A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos com os dados da pesquisa, agora compilados utilizando os dados gerais, globais, de cada Ministério/Órgão:

Órgão / Dígitos →	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total
Advocacia-Geral da União	0,105	0,097	25,379	1,108	3,013	95,162	0,210	3,099	3,287	131,462
Controladoria-Geral da União	6,453	0,014	0,000	0,009	0,677	18,027	1,972	0,004	4,617	31,772
Min Agricultura, Agropecuária	37,841	76,137	20,684	4,244	29,137	172,396	22,201	26,935	14,856	404,430
Min da Cidadania	0,545	23,428	65,941	0,727	3,015	0,422	365,341	21,934	13,012	494,364
Min Ciência, Tecnologia, Inovação	1.023.825	4.606.340	72.316.786	707.925.371	30.824.206	52.163.026	47.878.561	2.186.221	37.039.897	955.964.233
Min Defesa	515.033	281.483	273.915	567.087	244.962	199.323	530.089	18.528	94.374	2.724.795
Min Economia	1.169.902	3.467.171	291.710	285.696	2.525	5.703	15.910	645.931	16.372	5.900.921
Min da Educação	22.199.041	24.021.418	25.749.325	668.590.040	60.376.672	21.253.226	15.432.586	3.370.540	72.130.349	913.123.197
Min da Infraestrutura	1,488	17,402	6,045	15,411	5,542	4,144	0,330	0,696	1,538	52,596
Min da Justiça e Seg Pública	451,575	74,559	601,394	46,761	2,145,311	3,982,214	28,473	463,374	415,171	8.208.831
Min da Mulher, Família e Direitos	0,219	4,246	0,119	2,092	3,968	42,648	25,367	0,024	0,148	78,830
Min Previdência Social	1,791	0,202	23,146	23,421	129,278	51,740	51,499	0,580	6,581	288,240
Min da Saúde	469,237	3,998	1.150,297	1.850,417	2.403,101	37,361	79,715	193,433	423,136	6.610.694
Min Relações Exteriores	380,873	21,430	34,933	113,509	82,715	48,929	32,483	9,583	14,012	738,467
Min Minas e Energia	0,253	264,810	120,876	187,543	65,681	83,683	84,104	5,231	7,601	819,782
Min do Desenvolvimento Regional	4.024.221	699.038	522.856	81.403	323.239	262.344	265.361	3.566	13.161	6.195.189
Min do Meio Ambiente	30,611	112,321	7,958	61,640	57,428	64,059	17,533	19,451	84,913	455,914
Min do Turismo	2,130	15,543	71,120	34,235	54,311	5,725	1,174	24,966	1,287	210,488
Pres da República	58,523	56,724	38,109	14,493	7,712	2,432	1,056	48,329	62,651	290,029

Fonte: elaborado pelos autores, considerando os dados da pesquisa

Tabela 3 Quadro-resumo com o Teste $X^2 - X^2_{\text{crítico}} = 15,507$

Verifica-se que os órgãos apresentam valor acima do esperado para o $X^2_{\text{crítico}}$, com alerta para os seguintes Ministérios que alcançaram números maiores que os demais: Ciência e Tecnologia, Educação, Justiça e Segurança Pública, Saúde e Desenvolvimento Regional, acompanhando, então, os resultados do Teste Z. Para os casos em que o X^2 ficou acima do $X^2_{\text{crítico}}$, a hipótese H_1 será tida por verdadeira, orientando a equipe de avaliação e auditoria a direcionar esforços para averiguar o motivo das discrepâncias.

Considerações Finais

A partir da avaliação dos dados verificou-se que alguns Ministérios apresentam frequência do primeiro dígito de seus pagamentos diferente daquele proposto pela lei de Newcomb-Benford. Alguns Ministérios como da Infraestrutura, Agricultura, Controladoria-Geral de União e Advocacia-Geral da União apresentaram uma realidade próxima ao esperado, enquanto outros Ministérios, como o da Ciência e Tecnologia, Educação, Justiça e Segurança Pública, Desenvolvimento Regional e Saúde apresentaram números bastante discrepantes.

Ressalta-se, para o Teste Z, o Ministério da Ciência e Tecnologia, que apresentou divergências substanciais em todos os dígitos, especialmente para o dígito 4, e para Ministério

da Educação com diferenças substanciais para os dígitos 4, 5 e 9 quando comparados aos demais.

Quanto ao Teste X^2 , os Ministérios da Ciência e Tecnologia, Educação e Justiça e Segurança Pública apresentaram diferenças bastante acima da zona crítica estabelecida, indicando a necessidade de avaliação das disparidades encontradas.

Alinhado aos resultados do Teste Z com o Teste X^2 , é possível obter, de forma preliminar a exames *in loco* ou com apoio de ferramentas informatizadas, *insights* para planejamento de auditorias ou mesmo melhora dos processos de gestão, com atenção especial por parte dos órgãos de controle para a investigação e análise dos desvios apontados. Nesse sentido, a lei de Newcomb-Benford oferece subsídios para atuação dos órgãos de controle e da própria gestão que pode acompanhar de forma objetiva possíveis divergências (*red flags*), apoiando a detecção de fraudes.

Por fim ressalta-se, uma vez mais, que divergências entre a realidade observada e a Lei de Newcomb-Benford não necessariamente representa a existência de ato fraudulento, mas uma fuga aos valores esperados e que estes, sim, precisam ser analisados e explicados a partir de estudo técnico e profundo.

Para trabalhos futuros recomenda-se aplicação da Lei-NB em outros cenários que envolvam recursos financeiros, como transferências e arrecadação de impostos e o uso de mais dígitos da Lei-NB (como segundo, terceiro e quarto).

Referências

- Association of Certified Fraud Examiners. (2020). *Report to the Nations: 2020 Global Study on Occupational Fraud and Abuse*. ACFE. <https://acfepublic.s3-us-west-2.amazonaws.com/2020-Report-to-the-Nations.pdf>
- Attie, W. (2018). *Auditoria: Conceitos e aplicações* (7. ed.). Atlas.
- Benford, F. (1938). The Law of Anomalous Numbers. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 78(4), 551–572. <https://www.jstor.org/stable/984802>
- Brasil. Controladoria-Geral da União. (2020). *Portal da Transparência: Dados abertos*. CGU. <http://www.portaltransparencia.gov.br/download-de-dados>
- Conselho Federal de Contabilidade. (2016). *Norma Brasileira de Contabilidade NBC TA 240 (R1): Responsabilidade do auditor em relação a fraude, no contexto da auditoria de demonstrações contábeis*. CFC.
- Crepaldi, S. A., & Crepaldi, G. S. (2017). *Auditoria contábil: Teoria e prática* (10. ed.). Atlas.
- Deloitte Brasil. (2019). *Vigilância contra fraudes no Brasil: Estruturas de combate e tratamento a incidências: Pesquisa 2019*. IBGC, IAA Brasil, ACFE Brasil.

<https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/br/Documents/risk/Vigilancia-contra-fraudes-Brasil-Relatorio.pdf>

- Foster, R. P. (2006). *Auditoria contábil em entidades do terceiro setor: Uma aplicação da Lei Newcomb-Benford*. [Dissertação de mestrado, Programa Multiinstitucional e Inter-Regional da Universidade de Brasília]. Repositório Institucional da Universidade de Brasília. <https://repositorio.unb.br/handle/10482/5956?locale=en>
- Instituto Antônio Houaiss. (2009). Fraude. In *Dicionário Houaiss Eletrônico da Língua Portuguesa* [Software versão monousuário]. Objetiva.
- Instituto dos Auditores Internos. (2009). *Estrutura Internacional de Práticas Profissionais (IPPF): Guia prático: Auditoria interna e fraude*. IAA Brasil. <https://iiabrasil.org.br/>
- Malhotra, N. K. (2001). *Pesquisa de marketing: Uma orientação aplicada* (3a ed.). Bookman.
- Newcomb, S. (1881). *Note on the frequency of use of the different digits in natural numbers*. *American Journal of Mathematics*, 4(1), 39–40. <https://doi.org/10.2307/2369148>
- Nigrini, M. J. (2012). *Benford's law: Applications for forensic accounting, auditing and fraud detection*. Wiley.
- Parodi, L. (2008). *Manual das fraudes* (2. ed.). Brasport.
- Reinstein, A., & McMillan, J. (2004). The Enron debacle: More than a perfect storm. *Critical Perspectives on Accounting*, 15(6–7), 955–970. <https://doi.org/10.1016/j.cpa.2003.08.006>
- Sherman, H. D., & Young, S. D. (2016). Onde as demonstrações financeiras ainda erram. *Harvard Business Review Brasil*, 94(7), 70-78.
- Singleton, T. W., & Singleton, A. J. (2010). *Fraud auditing and forensic accounting* (4th ed.). Wiley.
- Tribunal de Contas da União. (2018). *Referencial de combate a fraude e corrupção: Aplicável a órgãos e entidades da Administração Pública* (2. ed.). TCU, Segecex, Seccor, Semec. <https://bit.ly/3Xkrxy0>

Submetido em: 06.12.2022

Aceito em: 05.01.2023