AValiação DOS DADOS REPORTADOS SOBRE A COVID-19 NO BRASIL: APLICAÇÃO DA LEI DE NEWCOMB-BENFORD AO 1º E 2º DÍGITOS SIGNIFICATIVOS DO NÚMERO DE CASOS CONFIRMADOS E DE MORTOS PELO NOVO CORONAVÍRUS

Adilson Vilarinho Terra (UFF) adilsonvilarinho@id.uff.br

Marcos dos Santos (IME) marcosdossantos@ime.eb.br

Miguel Ângelo Lellis (UFF) miguellellis@id.uff.br

Claudio de Souza Rocha Junior (UFRRJ) claudiodesouzarochajunior@gmail.com

Resumo

A qualidade dos dados reportados em tempo real sobre a pandemia é de suma importância para a tomada de decisão das autoridades. Entretanto, desde que a pandemia do novo coronavírus teve início em 2020, surgiram diversas notícias sobre indícios de manipulação na divulgação de dados da COVID-19. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é: investigar se existem desvios significativos na distribuição dos 1º e 2º dígitos do número de casos confirmados e de mortos pela COVID-19 no Brasil quando comparados ao comportamento definido pela Lei de Newcomb-Benford. Foram analisados dados de número de casos e mortes no período entre 26 de fevereiro de 2020 e 26 de outubro de 2021, retirados da base de dados *Our World in Data* da Universidade de Oxford. Baseado no teste de comparação de frequências Qui-quadrado realizado, encontrou-se fortes evidências que os números de casos confirmados e de mortes pela COVID-19 no Brasil apresentam diferenças significativas para os valores esperados da Lei de Newcomb-Benford no 1º dígito. Para o 2º dígito, apenas os casos confirmados apresentaram desvios significativos.

Palavras-Chaves: Lei de Newcomb-Benford, Qui-quadrado, COVID-19.

1. Introdução

A pandemia do novo coronavírus (COVID-19) teve início na cidade de Wuhan na China em dezembro de 2019 e logo se espalhou pelo mundo, tendo o Brasil seu primeiro caso confirmado em 26/02 na cidade de São Paulo. Desde então, o número de infectados e mortos pela doença cresceu exponencialmente, já tendo ultrapassado 22 milhões e 614 mil respectivamente, segundo o portal da Universidade de Oxford *Our World in Data*. Durante todo o período pandêmico no território brasileiro, o que se viu foi uma população dividida no que tange as medidas de combate ao vírus. Ademais, algumas notícias de manipulação nos dados da doença surgiram, o que dificultava uma tomada de decisões rápida e eficaz pelas autoridades competentes. Um exemplo de tal fato foi a demora na aquisição das vacinas.

Na área de negócios, os gestores devem estar preparados para os desafios que envolvem o processo de tomada de decisão. Uma decisão inadequada pode representar a falência da empresa e afetar a vida econômica das partes interessadas relevantes, sejam fornecedores, trabalhadores, parceiros ou mesmo a comunidade local. Para Gomes (2020), tomar decisões requer uma declaração clara e objetiva do que se deve fazer, com base em informações de fontes confiáveis e relevantes, de forma complementar também se faz necessário o esclarecimento de formas de soluções que não devem ser adotadas.

Se para uma empresa a tomada de decisão equivocada pode acarretar inúmeros prejuízos, para um país de dimensões continentais como é o Brasil os prejuízos são diversas vezes maiores, nos mais diversos setores: educação, saúde, turismo, economia, comércio e indústria. Nesse sentido, a administração direta, indireta, estados e municípios precisam estar munidos de informações insuspeitas, advindas de bancos de dados confiáveis para formular políticas públicas que sejam eficazes no enfrentamento de um dos mais fortes eventos extremos do século XXI, a pandemia de COVID-19.

Abordando essa problemática, o presente trabalho tem por objetivo verificar a qualidade da informação de que dispõe a sociedade brasileira como um todo no que diz respeito ao número de mortos e de infectados pela COVID-19. Para alcançar tal propósito, o presente trabalho tratou e analisou, sob a ótica da Lei de Newcomb-Benford, dados coletados do banco de dados da universidade de Oxford *Our World in Data*. Foram calculadas as frequências esperadas para o 1º e 2º dígitos significativos do número de infectados e de mortos pelo novo coronavírus, e para avaliar a discrepância com a frequência observada, utilizou-se o teste de comparação de frequências Qui-quadrado.

O padrão numérico a que a Lei de Newcomb-Benford se refere aplica-se à música clássica, às redes sociais, ao combate à sonegação fiscal e talvez até ao universo como um todo. O uso da Lei ganhou grande notoriedade quando Nigrini (2005) constatou uma fraude nos relatórios financeiros da empresa americana de energia Enron, que tinha ido à falência em 2001. Santos, Diniz e Ribeiro Filho (2003); Santos e Diniz (2004); e Santos, Diniz e Corrar (2005) foram pioneiros ao realizar estudos aplicando a Lei de Newcomb-Benford para auditorias dentro do setor público. No estudo conduzido pelos autores citados anteriormente, os resultados apontaram fortes indícios de fraudes nas despesas reportadas por alguns municípios da Paraíba.

O presente estudo consiste em quatro sessões e começa com esta introdução. A sessão seguinte, traz a fundamentação teórica sobre a Lei de Newcomb-Benford aplicada ao 1º e 2º dígitos e o teste de comparação de frequências Qui-quadrado. A sessão de número três apresenta o estudo de caso com a coleta, análise dos dados e interpretação dos resultados obtidos. A quarta e última sessão apresenta as considerações finais.

2. Fundamentação teórica

2.1. Descoberta da Lei de Newcomb-Benford

Newcomb (1981), astrônomo e matemático que trabalhava no Observatório Naval dos EUA, foi o primeiro a descobrir uma pista sobre a existência de um padrão numérico que se manifesta em diversos segmentos da sociedade. Ao manusear livros de Tabelas logarítmicas, percebeu que as primeiras páginas estavam mais desgastadas do que as últimas, suspeitando que existem mais números no universo que começam com dígitos pequenos do que os que começam com dígitos grandes.

A descoberta de Newcomb (1981) começou a ganhar força quando Benford (1938), mais de meio século depois, incidentalmente chegou a mesma conclusão. Benford (1938) utilizou dados aleatórios coletados de diversas fontes diferentes, analisou-os e chegou, segundo Menezes (2020), a uma lei de probabilidade geral de ampla aplicação. Além do trabalho de Nigrini (2005) detectando dados macroeconômicos fraudulentos, a Lei de Newcomb-Benford já foi utilizada por Antunes e Gamermann (2018) para analisar se dados a respeito de doações para campanhas eleitorais eram verdadeiros. Ainda dentro do escopo eleitoral, Mebane (2006, 2009) analisou dados da eleição de 2009 no Irã e constatou fortes indícios de ocorrência de fraudes.

2.2. Probabilidades da Lei de Newcomb Benford para os 1º e 2º dígitos

De acordo com Costa, Santos e Travassos (2012), em uma amostra relativamente grande de números obtidos de uma fonte de dados qualquer, o senso comum nos leva a crer que a probabilidade do primeiro dígito significativo ser o número 1 é a mesma de ser qualquer número entre 1 e 9. Entretanto, ainda segundo Costa, Santos e Travassos (2012), nesta situação, a Lei de Newcomb-Benford mostra que números menores como 1, 2 e 3 têm maior probabilidade de ocorrência em comparação com os outros números maiores como 4, 5, 6 ...

9. Este padrão numérico também foi verificado, com menos intensidade, quanto à distribuição do 2º dígito. Hill (1996) demonstrou matematicamente as expressões da Lei de Newcomb-Benford para o 1º e 2º dígitos de uma distribuição numérica.

A probabilidade de ocorrência do primeiro dígito está expressa na equação 1 e a probabilidade de ocorrência do segundo dígito na equação 2, segundo a Lei de Newcomb-Benford.

$$P(d_1) = \log_{10}(d_1 + 1) - \log_{10}(d_1) = \log_{10}(1 + d_1^{-1}) \quad (1)$$

$$d_1 \in \{1, 2, \dots, 9\}$$

$$P(d_2) = \sum_{k=1}^9 \log_{10}(1 + (10k + d_2)^{-1}) \quad (2)$$

$$d_2 \in \{0, \dots, 9\}$$

A partir das equações 1 e 2, pode-se expressar as probabilidades de ocorrência para os 1º e 2º dígitos significativos conforme as Tabelas 1 e 2 abaixo:

Tabela 1 – Probabilidade de ocorrência do 1º dígito significativo d_1

Dígito (d_1)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total
$P(d_1)$	-	0,301	0,1761	0,1249	0,0969	0,0792	0,0669	0,0580	0,0512	0,0458	1

Fonte: Adaptado de Carslaw (1988)

Tabela 2 – Probabilidade de ocorrência do 2º dígito significativo d_2

Dígito (d_2)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total
$P(d_2)$	0,1197	0,1138	0,1088	0,1043	0,1003	0,0967	0,0934	0,0904	0,0876	0,085	1

Fonte: Adaptado de Carslaw (1988)

Na Figura 1 é possível observar o comportamento dos dados gerados pela Lei de Benford para o 1º dígito significativo, e na Figura 2 para o 2º dígito:

Figura 1 – Frequência esperada do 1º dígito

Fonte: Autores (2021)

Figura 2 – Frequência Esperada do 2º dígito

Fonte: Autores (2021)

2.3. Teste de comparação de frequências Qui Quadrado

Silva *et al.* (2018) concordam que variados tipos de amostras podem ser obtidos na prática da pesquisa. Todavia, as amostras nem sempre cumprem os pressupostos da normalidade. Por exemplo, se um dado for lançado 300 vezes ao acaso, espera-se que a frequência de cada uma das seis faces tenha frequência absoluta igual a 50. Entretanto isso nem sempre acontece e, mesmo assim, não se pode afirmar que o dado é desonesto. Para verificar essa hipótese, é necessário realizar um teste de comparação de frequências.

Neste estudo, a porcentagem de frequência do 1º e 2º dígitos significativos dos números de casos confirmados e de mortes pela COVID-19 no Brasil (frequências observadas) foram investigados de acordo com a lei de Newcomb-Benford (frequência esperada). Para verificar se há discrepância entre esses valores, foi utilizado o teste de comparação de frequências Qui-quadrado.

O teste Qui-quadrado é um teste de hipótese não paramétrico que visa detectar o grau de associação existente entre as variáveis categóricas por meio de comparações entre as frequências observadas e esperadas para cada evento (PEREIRA, 2004; EVERITT, 1992).

Por meio de um teste de comparação de frequências, é possível comparar se o número total de mortes e casos confirmados da COVID-19 (frequências observadas) são significativamente diferentes da porcentagem ajustada pela Lei de Benford (frequência esperada). Esta medida da diferença entre a frequência observada e a frequência esperada é dada pela estatística χ^2 , expressa na Equação 3:

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^n \frac{(o_j - e_j)^2}{e_j} \quad (3)$$

De acordo com Campos, Wodewotzki e Jacobini (2013, p. 102), no teste de comparação de frequências Qui-quadrado as frequências esperadas são calculadas com base em uma hipótese nula H_0 , que nesse estudo é: não existe diferença significativa entre os valores observados e os esperados. Se, para essa hipótese, o valor de χ^2 calculado for maior que o valor crítico (dado em Tabela), rejeita-se H_0 ao nível de significância (α) correspondente. Logo, assume-se a hipótese alternativa H_1 : as frequências observadas diferem de modo significativo das esperadas. Para este estudo, considerou-se, para o χ^2 calculado, o somatório das nove

possibilidades da Lei de Benford no 1º dígito, e as dez possibilidades no 2º dígito. Dessa forma, para o primeiro dígito tem-se $j \in \{1, 2, \dots, 9\}$, com grau de liberdade igual a 8 ($gl = 9 - 1 = 8$). Para o segundo dígito, tem-se $j \in \{0, 1, \dots, 9\}$, com grau de liberdade igual a 9 ($gl = 10 - 1 = 9$). E, para o χ^2 crítico, foi fixado o nível de significância $\alpha = 5\%$. Os valores utilizados para o teste de comparação de frequências, para o primeiro dígito se encontram na Tabela 3 e para o segundo dígito na Tabela 3:

Tabela 3 – Valores considerados para o teste de comparação de frequências do 1º dígito

χ^2 calculado	Grau de Liberdade (gl)	χ^2 crítico
$\chi^2 = \sum_{j=1}^n \frac{(o_j - e_j)^2}{e_j}$	8	15,507

Fonte: Autores (2021)

Tabela 4 – Valores considerados para o teste de comparação de frequências do 2º dígito

χ^2 calculado	Grau de Liberdade (gl)	χ^2 crítico
$\chi^2 = \sum_{j=1}^n \frac{(o_j - e_j)^2}{e_j}$	9	16,919

Fonte: Autores (2021)

Assim, para avaliar se a hipótese H_0 deste estudo (não existe diferença significativa entre os valores observados e os esperados) foi rejeitada ou não, foram comparados os valores de χ^2 calculado e χ^2 crítico, permitindo inferir duas opções:

$$\chi^2 \text{ calculado} \geq \chi^2 \text{ crítico} \rightarrow \text{rejeitar } H_0,$$

$$\chi^2 \text{ calculado} < \chi^2 \text{ crítico} \rightarrow \text{não rejeitar } H_0.$$

3. Estudo de caso

3.1. Primeiro dígito

O objetivo deste estudo é analisar se os dados relativos à COVID-19 no Brasil se adequam a Lei de Newcomb-Benford. Nesta seção, foram analisadas as frequências relativas observadas no primeiro e no segundo dígito dos números de mortos e de casos confirmados da COVID-19 no Brasil. Os dados investigados referem-se aos números de mortos e de casos

confirmados de 26 de fevereiro de 2020, data de confirmação do primeiro caso no Brasil, até 26 de outubro de 2021. De acordo com a base de dados *Our World in Data* da Universidade de Oxford, houve 21.748.984 casos confirmados e 606.246 mortes pela COVID-19 em 609 dias, período de análise compreendido neste estudo. A Tabela 4 expõe os dados resumidos analisados no estudo. Para visualizar os dados completos, basta acessar www.ourworldindata.com.

Tabela 4 – Total de casos confirmados e de mortes pela COVID-19 no Brasil no período analisado

Data	Total de Casos Confirmados	Total de Mortes
26/02/2020	1	0
27/02/2020	1	0
28/02/2020	1	0
29/02/2020	2	0
01/03/2020	2	0
02/03/2020	2	0
03/03/2020	2	0
04/03/2020	4	0
...	...	...
26/10/2021	21.748.984	606.246

Fonte: Adaptado de *Our World in Data* (2021)

A partir dos dados da Tabela 4 foi possível observar a frequência do primeiro dígito do número de casos confirmados e de mortes. A frequência observada, bem como a frequência esperada pela Lei de Newcomb-Benford e o χ^2 calculado, encontram-se na Tabela 5 e 6 respectivamente abaixo:

Tabela 5 – Frequência observada, frequência esperada e χ^2 calculado para o número de casos confirmados no 1º dígito

Dígito	o_j	Frequência Observada	e_j	Frequência Esperada	$(o_j - e_j)$	$(o_j - e_j)^2$	$\frac{(o_j - e_j)^2}{e_j}$
1	223	36,62%	183,327	30,10%	39,673	1573,926	8,585
2	129	21,18%	107,240	17,61%	21,760	473,516	4,415
3	42	6,90%	76,088	12,49%	-34,088	1161,971	15,271
4	45	7,39%	59,018	9,69%	-14,018	196,510	3,330
5	53	8,70%	48,221	7,92%	4,779	22,835	0,474
6	34	5,58%	40,771	6,69%	-6,771	45,841	1,124
7	29	4,76%	35,317	5,80%	-6,317	39,906	1,130
8	27	4,43%	31,152	5,12%	-4,152	17,238	0,553
9	27	4,43%	27,866	4,58%	-0,866	0,750	0,027

Total	609	χ^2 calculado	34,910
-------	-----	-----------------------	--------

Fonte: Autores (2021)

Tabela 6 – Frequência observada, frequência esperada e χ^2 calculado para o número de mortes no 1º dígito

Dígito	o_j	Frequência Observada	e_j	Frequência Esperada	$(o_j - e_j)$	$(o_j - e_j)^2$	$\frac{(o_j - e_j)^2}{e_j}$
1	178	30,22%	177,307	30,10%	0,693	0,481	0,003
2	97	16,47%	103,718	17,61%	-6,718	45,128	0,435
3	51	8,66%	73,589	12,49%	-22,589	510,259	6,934
4	67	11,38%	57,080	9,69%	9,920	98,406	1,724
5	125	21,22%	46,638	7,92%	78,362	6140,642	131,667
6	33	5,60%	39,432	6,69%	-6,432	41,366	1,049
7	14	2,38%	34,157	5,80%	-20,157	406,315	11,895
8	11	1,87%	30,129	5,12%	-19,129	365,912	12,145
9	13	2,21%	26,951	4,58%	-13,951	194,635	7,222
Total	589				χ^2 calculado		173,074

Fonte: Autores (2021)

Os números de casos confirmados e de mortes pela COVID-19 no Brasil geraram um χ^2 calculado maior que o χ^2 crítico (15,507). Esses resultados indicaram uma grande discrepância entre as frequências observadas e as frequências esperadas, fazendo com que a hipótese H_0 (não existe diferença significativa entre os valores observados e os esperados) fosse rejeitada para esse conjunto de dados, em um nível de significância de 5%. Visualmente, na Figura 3 e 4, é possível perceber como as frequências observadas não coincidem com as frequências esperadas em nenhum dígito, tanto para o número de casos confirmados e de mortes.

Figura 3 – Frequências observadas e esperadas do 1º dígito para o número de casos confirmados

Fonte: Autores (2021)

Figura 4 – Frequências observadas e esperadas do 1º dígito para o número de mortes

Fonte: Autores (2021)

3.2. Segundo dígito

Para complementar e enriquecer o estudo, foram analisadas as frequências observadas no segundo dígito significativo do número de casos confirmados e de mortes pela COVID-19, e foi verificado seu ajuste à Lei de Newcomb-Benford. Para o segundo dígito, utilizou-se a mesma base de dados exposta na Tabela 5, compreendida no mesmo intervalo de tempo. A

partir dos dados coletados na Tabela 5 foi possível observar a frequência do segundo dígito do número de casos confirmados e de mortes. A frequência observada, bem como a frequência calculada pela Lei de Newcomb-Benford e o χ^2 calculado, encontram-se respectivamente nas Tabelas 7 e 8 abaixo:

Tabela 8 - Frequência observada, frequência esperada e χ^2 calculado para o número de casos confirmados no 2º dígito

Dígito	o_j	Frequência Observada	e_j	Frequência Esperada	$(o_j - e_j)$	$(o_j - e_j)^2$	$\frac{(o_j - e_j)^2}{e_j}$
0	97	16,17%	71,808	11,97%	25,192	634,659	8,838
1	91	15,17%	68,334	11,39%	22,666	513,745	7,518
2	51	8,50%	65,293	10,88%	-14,293	204,287	3,129
3	52	8,67%	62,598	10,43%	-10,598	112,312	1,794
4	48	8,00%	60,185	10,03%	-12,185	148,472	2,467
5	56	9,33%	58,006	9,67%	-2,006	4,025	0,069
6	48	8,00%	56,025	9,34%	-8,025	64,398	1,149
7	47	7,83%	54,211	9,04%	-7,211	52,001	0,959
8	50	8,33%	52,542	8,76%	-2,542	6,462	0,123
9	60	10,00%	50,998	8,50%	9,002	81,029	1,589
Total	600					χ^2 calculado	27,636

Fonte: Autores (2021)

Tabela 9 - Frequência observada, frequência esperada e χ^2 calculado para o número de mortes no 2º dígito

Dígito	o_j	Frequência Observada	e_j	Frequência Esperada	$(o_j - e_j)$	$(o_j - e_j)^2$	$\frac{(o_j - e_j)^2}{e_j}$
0	70	11,95%	70,132	11,97%	-0,132	0,017	0,000
1	49	8,36%	66,740	11,39%	-17,740	314,693	4,715
2	51	8,70%	63,769	10,88%	-12,769	163,058	2,557
3	56	9,56%	61,137	10,43%	-5,137	26,390	0,432
4	58	9,90%	58,781	10,03%	-0,781	0,609	0,010
5	66	11,26%	56,653	9,67%	9,347	87,369	1,542
6	61	10,41%	54,718	9,34%	6,282	39,469	0,721

7	63	10,75%	52,946	9,04%	10,054	101,078	1,909
8	54	9,22%	51,316	8,76%	2,684	7,204	0,140
9	58	9,90%	49,808	8,50%	8,192	67,102	1,347
Total	586					χ^2 calculado	13,375

Fonte: Autores (2021)

Na análise do segundo dígito, pode-se notar um resultado diferente do obtido com o primeiro dígito. O teste de comparação de frequências do número de casos confirmados gerou um χ^2 calculado maior que o χ^2 crítico (16,919), o que indica a rejeição da hipótese nula para esse conjunto de dados, em um nível de significância de 5%.

Já o teste de comparação de frequências do número de mortes pela COVID-19 no Brasil gerou um χ^2 calculado menor que o χ^2 crítico (16,919), fazendo com que a hipótese nula H_0 (não existe diferença significativa entre os valores observados e os esperados) fosse aceita para esse conjunto de dados, em um nível de significância de 5%. Nas Figuras 5 e 6, é possível visualizar as frequências observadas e as frequências esperadas do segundo dígito, tanto para o número de casos confirmados e de mortes.

Figura 5 - Frequências observadas e esperadas do 2º dígito para o número de casos confirmados

Fonte: Autores (2021)

Figura 6 – Frequências observadas e esperadas do 2º dígito para o número de mortes

Fonte: Autores (2021)

4. Considerações finais

O objetivo elencado neste trabalho foi verificar se a Lei de Newcomb-Benford se aplicava aos números de casos confirmados e de mortos pela COVID-19 no Brasil (hipótese H_0), para o 1º e 2º dígitos significativos. Ao utilizar o teste de comparação de frequências Qui-quadrado nos números de casos confirmados e de mortos pela COVID-19 no Brasil, foi possível avaliar a discrepância entre as frequências observadas e as esperadas, para o aceite ou a rejeição de H_0 .

Dessa forma, para o 1º dígito significativo, a hipótese H_0 de que a Lei de Benford se aplicava aos números de casos confirmados e de mortes pela COVID-19 foi rejeitada pelos números do Brasil. Na análise do 2º dígito, rejeitou-se a hipótese nula para o número de casos confirmados, porém, o teste de comparação de frequências do número de mortos não revelou indícios que levassem a rejeição de H_0 .

Ressalta-se que com este estudo, não se teve a intenção de inspecionar os dados contabilizados e informados pelo portal *Our World in Data* acerca da COVID-19 no Brasil. O único propósito do estudo foi verificar a adequação dos dados à Lei de Newcomb-Benford. Para descobrir o porquê da não adequação, seriam necessários estudos de outra natureza e profundidade. Para trabalhos futuros, pode-se expandir o estudo para o 3º dígito significativo.

Referências

- ANTUNES, F. L.; GAMERMANN, D. Statistical Analysis of Brazilian Electoral Campaigns via Benford's Law. *Physica A*, volume 496, 15 April 2018, pages 171-188.
- BENFORD, F. (1938). The law of anomalous numbers. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 78 (4), 551-572.
- CAMPOS, R. C.; WODEWOTZKI, M. L. L.; JACOBINI, O. R. Educação Estatística: teoria e prática em ambientes de modelagem matemática. Coleção Tendências em Educação Matemática. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2013.
- CARSLAW, C. A. P. N. (1988, April). Anomalies in income numbers: evidence of goal oriented behavior. *The Accounting Review*, 2 (LXIII), 321-327.
- COSTA, J. I. F.; SANTOS, J.; TRAVASSOS, S. K. M. An Analysis of Federal Entities' Compliance with Public Spending: Applying the Newcomb-Benford Law to the 1st and 2nd Digits of Spending in Two Brazilian States. *R. Cont. Fin. – USP, São Paulo*, v. 23, n. 60, p. 187-198, set./out./nov./dez. 2012.
- EVERITT, B. S. *The Analysis of contingency tables*. 2.ed. London: Chapman & Hall, 1992.
- GOMES, A.E.S. Teoria dos Jogos aplicada na educação profissional para desenvolvimento de competência em tomada de decisões estratégicas. 2020. [178 f.]. Dissertação (Programa de Mestrado Profissional em Gestão da Economia Criativa) Escola Superior de Propaganda e Marketing.
- MEBANE, W. R. Election Forensics: vote counts and Benford's Law. *Papers, Posters and Syllabi, The Society Political Methodology*, n. 620, 2006.
- MEBANE, W. R. Note on the presidential election in Iran. Michigan: University of Michigan, 2009.
- MENEZES, Rhômulo Oliveira. Aplicação da Lei de Benford nos números de casos confirmados de COVID-19 em diferentes países. *REMAT: Revista Eletrônica da Matemática*, Bento Gonçalves, RS, v. 7, n. 1, p. e3005, 5 fev. 2021. DOI: <https://doi.org/10.35819/remat2021v7i1id4586>.
- NEWCOMB, S. (1981). Note on the frequency of use of the different digits in natural numbers, *AJM*, 4(1), 39-40.
- NIGRINI, M. J. (2005). An assessment of the change in the incidence of earnings management around the Enron-Andersen episode. *Review of Accounting and Finance*, 4 (1), 92-110. Recuperado em 3 março, 2012, de <http://search.proquest.com/docview/215636286/138DE2D903D4954A48F/1?accountid=14643>.
- PEREIRA, J. C. R. *Análise de dados qualitativos: estratégias metodológicas para as ciências da saúde, humanas e sociais*. Edusp, 2004.
- SANTOS, J., Diniz, J. A., & Ribeiro Filho, J. F. (2003). A Lei de NewcombBenford: uma aplicação para determinar o DNA-equivalente das despesas no setor público. *Anais do Seminário USP de Contabilidade e Controladoria*, São Paulo, SP, Brasil, 3.
- SANTOS, J., & Diniz, J. A. (2004). A Lei de Newcomb-Benford: aplicação da Lei de Newcomb-Benford na auditoria. Caso notas de empenho dos municípios do Estado da Paraíba. *Anais do Seminário USP de Contabilidade e Controladoria*, São Paulo, SP, Brasil, 5.
- SANTOS, J., DINIZ, J. A., & CORRAR, L. J. (2005, January/June). The focus is the sampling theory in the fields of traditional accounting audit and digital audit: testing the Newcomb-Benford Law for the first digit of in public accounts. *Brazilian Business Review*, Vitória-ES, Brazil, 2 (1), 1-12.
- SILVA, M. A.; WENDT, G. W.; ARGIMON, I. I. L.; LOPES, R. M. F. Técnicas de Correção do Teste Qui-Quadrado para Amostras Não Normais. *Avaliação Psicológica*, 2018, 17(4), pp. 407-416.