



IMPACTO DO CONTROLE SOBRE PROBABILIDADE DE FRAUDES EM DOIS MUNICÍPIOS DE PERNAMBUCO: LEI NEWCOMB-BENFORD

Impact of controllership on the probability of fraud in two municipalities of Pernambuco: Benford's law

José André Carneiro Filho

Servidor do Poder Judiciário da União, Mestre em Gestão Empresarial Centro Universitário UNIFBV, Especialista em Perícia Contábil UFPE e Contador CRC-PE.

James Anthony Falk

Professor Titular do Centro Universitário UNIFBV, PhD em Public Administration pela University of Georgia.

RESUMO

O objetivo da pesquisa é analisar o impacto e a eficácia do Programa de Controle Externo da Administração Municipal e Estadual do Estado de Pernambuco em relação à quantidade de dígitos dos empenhos com probabilidade de fraude de acordo com a distribuição do primeiro e do segundo dígitos da Lei Newcomb-Benford em dois municípios. A metodologia escolhida foi o estudo quase-experimental de sujeitos não equivalentes via séries históricas com dados contábeis disponíveis no Portal de Dados Abertos do Tribunal de Contas do Estado de Pernambuco. Os sujeitos de pesquisa são dois municípios pernambucanos, sendo que, em um município, o prefeito foi afastado do cargo público e, no outro município, o prefeito não foi afastado. Os resultados dos testes estatísticos χ^2 e Z indicaram que o município onde o prefeito foi afastado do cargo apresentou tendência de queda na quantidade de dígitos dos empenhos com probabilidade de fraude, mas, depois do afastamento, permaneceu com número maior de dígitos dos empenhos com probabilidade de fraude que o município pertencente ao grupo de comparação. Não se pode concluir pelo impacto positivo do controle, tendo em vista que a série histórica de observação é limitada. Os resultados da análise recomendam novas análises com séries históricas mais extensas de empenhos e com maior número de municípios e também a adoção da Lei Newcomb-Benford como técnica de amostragem em auditoria contínua.

PALAVRAS-CHAVE: Avaliação de Impacto; Controle da Administração Pública; Lei Newcomb-Benford.



ABSTRACT

The objective of the research is to analyze the impact and effectiveness of the External Control Program of the Municipal and State Administration of the State of Pernambuco on the number of digits of contracts with probability of fraud according to the distribution of the first and second digits of the Benford's Law in two Counties. The methodology chosen is the quasi-experimental study of non-equivalent subjects via historical series with accounting data available on the Open Data Portal of the Court of Auditors of the State of Pernambuco. The research subjects are two municipalities in Pernambuco, one municipality had the mayor removed from public office and in another municipality the mayor was not removed. The results of the χ^2 and Z statistical tests indicated that the municipality where the mayor was removed from office showed a tendency to decrease the number of digits of contracts with probability of fraud, but even after the removal, it remained with a greater number of digits of contracts with probability of fraud than the municipality belonging to the comparison group. It cannot be concluded from the positive impact of the control, given that the historical series of observation is limited. The results of the analysis recommend further analysis with more extensive historical series of contracts and with a greater number of municipalities and the adoption of the Benford's Law as a sampling technique in continuous auditing.

KEYWORDS: Impact Assessment; Public Administration Control; Benford's Law.

1. INTRODUÇÃO

Trata-se da análise da eficácia e do impacto do Programa de Controle Externo da Administração Municipal e Estadual do Estado de Pernambuco do Tribunal de Contas do Estado de Pernambuco (TCE-PE) sobre a quantidade dos dígitos dos empenhos municipais com probabilidade de fraude, aplicando-se a estatística da Lei Newcomb-Benford (LNB).

Houve um aumento da percepção da corrupção no Brasil a partir da redemocratização, conforme Matias-Pereira (2005), a exigir reformas administrativas dirigidas para o aumento da eficácia do controle de gestão da administração pública.

Esta busca pelo aumento da eficácia do controle, segundo Souza, Silva e Gomes (2019), levou a melhoria nas políticas de transparência de dados e, conseqüentemente, a inovações, segundo Luciano, Wiedenhof e Callegaro (2019), tais como as plataformas de dados da administração pública em formato aberto.

Apesar dos esforços dos órgãos de controle para mensurar os resultados da atividade de controle, não houve progresso visível em se analisar a eficácia e o impacto dessas atividades, tendo em vista que inicialmente a preocupação era com a mensuração do tamanho da corrupção, mas, conforme Abramo (2005), a corrupção é um conceito de difícil medição direta.

Na tentativa de superar essa limitação de mensuração do impacto do controle na corrupção, e considerando a existência de dados contábeis em formato aberto, utilizou-se a estatística da LNB para a análise destes dados com a construção de indicador de probabilidade de fraude. Tal



estatística é uma ferramenta analítica para dados contábeis que, segundo Berger e Hill (2015), utiliza a propriedade da probabilidade de os primeiros dígitos dos dados contábeis variarem de 30% no dígito um a menos 5% no dígito 9 para verificar a normalidade desses dados.

Com a análise estatística da LNB, pode-se conhecer os dígitos com probabilidade de fraudes para cada município e, assim, estabelecer comparações para analisar o impacto e a eficácia do controle.

Na sequência, desenvolve-se o referencial teórico, constrói-se a metodologia, analisam-se os resultados e as principais implicações e limitações são discutidas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Com o desenvolvimento da Teoria Geral dos Sistemas no campo dos estudos organizacionais, a administração de programas surgiu, segundo Lodi (1993), como uma teoria com ênfase no planejamento realizado em três diferentes níveis: 1) direção; 2) sistemas de informação e controle; 3) processamento, sendo que o planejamento é dirigido por um órgão que assessora a administração superior.

Tendo em vista os princípios da abordagem sistêmica da organização, o controle de gestão é compreendido como subsistema do ciclo de planejamento responsável pelo *feedback* dos resultados e dos objetivos dos programas da administração.

Ao investigar o planejamento público de Pernambuco em 2019, verificou-se a existência de um programa voltado para o controle de gestão com o objetivo de “exercer com efetividade o controle externo das contas públicas”, que estava sendo devidamente avaliado institucionalmente por diversos indicadores de resultados. Apesar da preocupação da administração pública estadual em avaliar os resultados, não havia a mesma preocupação em avaliar o atingimento do objetivo com indicadores de eficácia e de impacto.

Para melhor compreender o conceito de programa, observa-se que Rossi, Freeman e Lipsey (1999) descreveram o programa como o planejamento efetivado em cinco estágios: 1) o estudo da demanda; 2) a modelagem do programa; 3) a implementação do programa; 4) a avaliação do impacto e dos resultados do programa; 5) a avaliação da eficiência do programa.

A partir do conceito de programa, aponta-se a metodologia de planejamento de Poister (1978), que é baseada no desenvolvimento de abordagens práticas da situação-problema para serem testadas em condições operacionais, considerando todos os fatores intervenientes que podem ser devidamente estimados. A estimativa adequada dos fatores intervenientes aumenta a probabilidade de que a relação de causa-efeito do programa possa ser replicada e generalizada.

Ao modelar a análise de impacto, nota-se que Funnel e Rogers (2011) demonstraram as quatro etapas a serem cumpridas: 1) a definição dos objetivos; 2) a definição das perguntas; 3) a identificação dos tipos de dados; 4) a construção do desenho de pesquisa e de método de coleta de dados.



Definidos os objetivos e as perguntas da presente análise, restou identificar os tipos de dados a serem analisados, o método de análise dos dados e a modelagem da análise de impacto e da eficácia para o programa de controle.

Localizou-se no sítio eletrônico do TCE-PE o Portal de Dados Abertos contendo dados contábeis coletados da administração pública municipal que podiam ser analisados para medir a probabilidade de fraude contábil.

Na verdade, constatou-se a aplicação da LNB para a análise de dados contábeis na investigação de fraude documentada na literatura, como os estudos sobre o setor privado de Lagioia *et al.* (2011) e de Ribeiro e Monsueto (2015); sobre empresas estatais de Cella e Rech (2017); sobre as organizações do terceiro setor de Milani Filho (2013); e sobre o setor público de De Freitas Costa, Dos Santos e De Melo Travassos (2012), de Bugarin e Cunha (2017), de Silva, Travassos e Costa (2017) e de Cella e Zanolli (2018).

Para entender a aplicação da LNB na análise de dados contábeis, partiu-se do pressuposto de que a probabilidade esperada para os dados analisados, segundo Berger e Hill (2015), segue a probabilidade de ocorrência dos primeiros e dos segundos dígitos, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Probabilidades Esperadas com Base na LNB

Dígito	Primeiro	Segundo	Terceiro	Quarto
0		.11968	.10178	.10018
1	.30103	.11389	.10138	.10014
2	.17609	.19882	.10097	.10010
3	.12494	.10433	.10057	.10006
4	.09691	.10031	.10018	.10002
5	.07918	.09668	.09979	.09998
6	.06695	.09337	.09940	.09994
7	.05799	.09035	.09902	.09990
8	.05115	.08757	.09864	.09986
9	.04576	.08500	.09827	.09982

Fonte: Nigrini (1996).

Considerando-se os dados contábeis disponíveis no Portal de Dados Abertos, pôde-se manipular os dados com o uso da análise estatística da LNB para encontrar a quantidade dos primeiros e dos segundos dígitos dos empenhos com probabilidade de fraude nos municípios observados.

Para medir a quantidade de dígitos, adaptou-se o modelo estatístico de Cella e Zanolla (2018) a fim de aplicar, inicialmente, a estatística Z e o teste χ^2 para detectar diferenças de distribuição de probabilidade no teste Z (1) e teste χ^2 (2 e 3), entre a probabilidade esperada de acordo com a LNB e a probabilidade observada, conforme as seguintes equações:

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

Onde n é o número de observações, $1/2n$ é o termo de correção de continuidade e que só é usado quando ele é menor que $|p_o - p_e|$. Será adotado um nível de significância de $\alpha=0,05$ com Z crítico igual a 1,96.

$$\chi^2 = \sum_{d=1}^9 \frac{|p_o(d) - p_e(d)|^2}{P_e(d)}, \text{ aplicada ao primeiro dígito.} \quad (2)$$

$$\chi^2 = \sum_{d=0}^9 \frac{|p_o(d) - p_e(d)|^2}{P_e(d)}, \text{ aplicada ao segundo dígito.} \quad (3)$$

Onde $p_o(d)$ é a proporção observada e $p_e(d)$ é a proporção esperada, definida por: $p_o(d) = 0$, onde $p_o(d)$ e f_o variam de acordo com cada dígito: primeiro ou segundo, de 1 a 9 ou 0 a 9, respectivamente, $p_e(d)$ é a proporção de cada dígito, de acordo com a LNB. Complementarmente, a frequência esperada (f_e) é obtida através da multiplicação da proporção esperada $p_e(d)$ pelo total de observações (n). A equação 2 é usada para o primeiro dígito e a equação 3 para o segundo dígito. Adotou-se um nível de significância de $\alpha = 0,05$ para um grau de liberdade 8 (primeiro dígito) e 9 (segundo dígito), obtendo-se valores qui-quadrados críticos de 15.507 e 16.919.

Após, buscou-se modelar a análise gráfica do impacto do controle sobre a quantidade de dígitos com probabilidade de fraude via comparação das séries de resultados dos testes estatísticos de acordo com a LNB, tendo em vista, segundo Mohr (1995), a constatação da adequação do modelo ao se empregar pós-teste e grupo de comparação para minimizar as ameaças de validade.

Apesar da robustez da modelagem escolhida, segundo Mohr (1995), a seleção centralizada e controlada dos municípios pelo TCE-PE representa, ainda, uma ameaça à validade.

Quadro 1 – Modelo de Análise de Séries Históricas

(A)/C	Y 1 E	T	Y (T+1) E
A/C	Y 1 C		Y (T+1) C



O modelo de análise de impacto esquematizado no Quadro 1, de acordo com Mohr (1995), é composto dos seguintes elementos: (A)/C se refere ao município selecionado para a análise de modo centralizado e controlado; Y 1 E se refere ao pré-teste da variável a ser medida; T se refere ao tratamento aplicado pelo programa; Y (T+1) E se refere ao pós-teste da variável a ser medida; A/C se refere ao município selecionado para grupo de controle não equivalente; Y 1 C se refere ao pré-teste da variável a ser medida; Y (T+1) E se refere ao pós-teste da variável a ser medida.

E para complementar a análise do programa, aplicou-se a análise da eficácia de Mohr (1995), que se constitui na comparação entre o que ocorreu depois da implementação do programa com o que ocorreria se o programa não tivesse sido implementado, conforme a equação 4:

$$E = T - C \quad (4)$$

Onde: E é eficácia do controle; T é o pós-teste da variável a ser medida no tratamento; C é o pós-teste da variável a ser medida no controle.

3. METODOLOGIA

Para atingir o objetivo da pesquisa, foram coletados dados contábeis municipais disponíveis no Portal de Dados Abertos do TCE-PE, cuja base completa de dados compreende a remessa de dados realizadas por todas as entidades submetidas ao programa de controle a partir do exercício financeiro de 2011 no formato XML, para serem convertidos em outro arquivo no formato XSLX e, assim, possibilitar a sua visualização e a sua manipulação na planilha eletrônica.

Diante da limitação da série histórica de dados, selecionou-se o município cujo resultado do programa de controle, isto é, o afastamento do prefeito das funções públicas, tenha ocorrido após o exercício financeiro de 2011. Encontrou-se, então, um município cujo prefeito foi afastado das funções públicas em 2016 e que foi nomeado município de tratamento (T).

Considerando-se a necessidade de contrafactual, selecionou-se outro município pertencente à mesma região estadual de desenvolvimento com a utilização do pareamento via sete indicadores geográficos, demográficos, sociais e orçamentários disponíveis na Tabela 2 e que foi nomeado município de controle (C).



Tabela 2 – Indicadores do IBGE

Indicador	Tratamento	Controle
1 -Área Territorial	339,291 km ² [2019]	342,201 km ² [2019]
2 - População estimada	63.500 pessoas [2020]	69.292 pessoas [2020]
3 - Densidade demográfica	175,44 hab/km ² [2010]	183,07 hab/km ² [2010]
4 - Escolarização 6 a 14 anos	96,3 % [2010]	94,1 % [2010]
5 - Índice de desenvolvimento humano municipal - IDHM	0,622 [2010]	0,632 [2010]
6 - Receitas realizadas	129.657,24 R\$ (×1000) [2017]	127.669,02 R\$ (×1000) [2017]
7 - Despesas empenhadas	135.059,74 R\$ (×1000) [2017]	130.317,73 R\$ (×1000) [2017]

Fonte: IBGE, 2021.

Utilizou-se o modelo dos testes estatísticos χ^2 e Z da distribuição da LNB de Cella e Zanolla (2018) para analisar os primeiros e os segundos dígitos dos empenhos dos municípios tratamento (T) e controle (C) e identificar a quantidade de dígitos dos primeiros e dos segundos dígitos dos empenhos com probabilidade de fraudes.

Foram construídas as seguintes hipóteses do Quadro 2, a serem testadas.

Quadro 2 – Hipóteses de Análise

Testes	Hipóteses
Teste Z para o primeiro dígito	H ₀ a: não existem dígitos dos empenhos com probabilidade de fraude de acordo com a LNB.
	H ₁ a: existem dígitos dos empenhos com probabilidade de fraude de acordo com a LNB.
Teste Z para o segundo dígito	H ₀ b: não existem dígitos dos empenhos com probabilidade de fraudes de acordo com a LNB.
	H ₁ b: existem dígitos dos empenhos com probabilidade de fraude de acordo com a LNB.
Teste χ^2 para o primeiro dígito	H ₀ c: não existem dígitos dos empenhos com probabilidade de fraude de acordo com a LNB.
	H ₁ c existem dígitos dos empenhos com probabilidade de fraude de acordo com a LNB.
Teste χ^2 para o segundo dígito	H ₀ d: não existem dígitos dos empenhos com probabilidade de fraude de acordo com a LNB.
	H ₁ d: existem dígitos dos empenhos com probabilidade de fraude de acordo com a LNB.

Fonte: Adaptação de Cella e Zanolla (2018).



Considerando a possível divergência entre os resultados do teste Z e χ^2 , nota-se que o estudo de Durtschi, Hillison e Pacini (2004) constatou que o teste χ^2 gera menor número de falsos positivos do que o teste Z e, então, aplicou-se inicialmente o teste χ^2 para excluir a hipótese nula para cada exercício financeiro analisado e, em seguida, aplicou-se o teste Z para analisar cada dígito em particular em cada exercício financeiro.

Após os resultados dos testes estatísticos da LNB, identificou-se a série histórica de quantidade dos primeiros e dos segundos dígitos dos empenhos com probabilidade de fraude para cada município.

Então foi analisado o impacto do programa de controle via gráfico da série histórica da quantidade dos primeiros e dos segundos dígitos dos empenhos com probabilidade de fraudes para o município tratamento (T) e para o município (C), conforme modelo de Mohr (1995), entre os exercícios financeiros de 2011 a 2018.

Finalmente, analisou-se a eficácia do controle pela comparação da quantidade de dígitos dos empenhos com probabilidade de fraude no município tratamento (T) e no município controle (C) depois do tratamento do programa, de acordo com a teoria de Mohr (1995).

4. RESULTADOS

Demonstra-se a série dos resultados dos testes estatísticos Z e χ^2 dos primeiros e dos segundos dígitos dos empenhos de forma resumida em tabelas para os municípios tratamento e controle, entre os exercícios financeiros de 2013 a 2018.

Tabela 3 – Estatística Descritiva dos Empenhos

Item	Controle	Tratamento
Unidades Gestoras (n)	3	8
Empenhos (n)	20.496	31.410
Total (soma) R\$	672.542.811,00	730.581.154,00
Mínimo R\$	10,00	10,00
Máximo R\$	14.380.000,00	14.800.000,00
Média R\$	32.813,37	23.259,51
Desvio padrão R\$	300.162,69	212.727,62

Fonte: Dados da pesquisa.

São descritas, na Tabela 3, as amostras coletadas da base de dados referente aos empenhos municipais, sendo que a amostra do município tratamento corresponde a 31.410 empenhos com valor médio de R\$23.259,51, e a amostra do município controle corresponde a 20.496 empenhos com valor médio de R\$32.813,37.



Tabela 4 – Resultados Primeiro Dígito - Tratamento

Testes estatísticos Z e χ^2 do primeiro dígito do município de tratamento						
Exercício Financeiro						
Z	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	-10,05	-8,67	1,65	-1,40	-1,12	1,58
2	-2,16	-1,13	2,34	0,80	-0,72	-0,18
3	15,48	16,98	-1,55	0,89	0,79	0,26
4	0,15	-2,49	-0,32	-1,54	-0,24	0,39
5	-0,24	-1,53	-0,54	2,04	2,01	-0,33
6	-1,21	-1,81	-0,32	-0,78	-0,51	-0,74
7	-1,67	-1,29	-1,03	-0,92	-0,17	-0,48
8	-0,33	-0,61	-0,52	-0,84	-0,99	-0,81
9	-1,74	-1,03	-0,55	0,68	-0,04	-0,39
χ^2	2,040,947	2,358,713	65,998	122,369	75,279	24,896

Fonte: Dados da pesquisa.

Exercícios Financeiros são os períodos orçamentários observados. Primeiro Dígito é o primeiro dígito dos valores das despesas executadas em cada período orçamentário; Z é o resultado do teste estatístico Z aplicado individualmente aos primeiros dígitos das despesas executadas em cada período orçamentário, sendo que, de acordo com Favero e Belfiore (2017), o valor calculado para o resultado do teste Z para os primeiros dígitos demonstra os dígitos que pertencem à região crítica, isto é, $Z \leq -1,96$ ou valor $Z \geq 1,96$, e, nesse caso, a hipótese nula é rejeitada, o que nos permite concluir que, no nível de confiança de 95%, há risco de fraudes, de acordo com a LNB. Por sua vez, χ^2 é o resultado do teste estatístico quiquadrado aplicado conjuntamente aos primeiros dígitos das despesas executadas, sendo que, conforme Favero e Belfiore (2017), o valor calculado para o resultado do teste χ^2 para os primeiros dígitos pertence à região crítica, isto é, $\chi^2 > 15.507$, e a hipótese nula é rejeitada, o que nos permite concluir que, no nível de confiança de 95%, há risco de fraudes, de acordo com a LNB. Tais questões não se restringem a esse caso, pois serão possíveis de ser visualizadas nas próximas tabelas do trabalho.

Demonstra-se, de forma resumida na Tabela 4, que a hipótese nula foi rejeitada para todos os exercícios financeiros no município tratamento para o teste χ^2 e a hipótese nula foi rejeitada para os dígitos 1, 2, 3 no exercício 2013, para os dígitos 1, 3, 4 no exercício 2014, para o dígito 2 no exercício 2015, para o dígito 5 no exercício 2016, para o dígito 5 no exercício 2017, e nenhum dígito no exercício 2018 para o teste Z.



Tabela 5 – Resultados Segundo Dígito - Tratamento

Testes estatísticos do segundo dígito do município de tratamento						
Exercício Financeiro						
Z	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0	11,95	11,91	10,72	13,51	11,94	8,86
1	-6,21	-4,84	-0,79	-1,53	-2,16	-2,31
2	-5,38	-5,00	-1,82	-2,95	-2,55	-2,78
3	-4,53	-4,69	-2,50	-3,01	-2,30	-0,36
4	-4,61	-5,09	-3,21	-3,30	-2,50	-2,18
5	20,87	20,47	2,32	3,51	3,01	3,19
6	-4,09	-1,61	-0,61	-0,67	0,04	0,57
7	-3,66	-4,35	-2,06	-2,77	-2,60	-1,94
8	-1,17	-3,16	-0,67	-1,22	-1,83	-1,22
9	-4,08	-4,60	-2,49	-2,53	-1,82	-2,68
χ^2	6,451,617	6,237,582	1,159,159	1,854,530	1,442,848	934,933

Fonte: Dados da pesquisa.

Demonstra-se, de forma resumida na Tabela 5, que a hipótese nula foi rejeitada para todos os exercícios financeiros no município tratamento para o teste χ^2 e a hipótese nula foi rejeitada para os dígitos 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9 no exercício 2013, para os dígitos 0, 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9 no exercício 2014, para os dígitos 0, 3, 4, 5, 7, 9 no exercício 2015, para os dígitos 0, 2, 3, 4, 5, 7 no exercício 2016, para os dígitos 0, 1, 2, 3, 4, 5, 7 no exercício 2017, e para os dígitos 0, 1, 2, 4, 5, 7, 9 no exercício 2018 para o teste Z.

Tabela 6 – Resultados Primeiro Dígito - Controle

Testes estatísticos do primeiro dígito do município de controle						
Exercício Financeiro						
Z	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	-1,59	-1,52	-2,59	-1,48	-1,81	-6,35
2	-0,85	-0,26	-1,25	-1,88	0,01	5,21
3	1,47	0,17	0,42	2,26	1,33	6,02
4	0,67	-0,28	0,36	-0,06	-0,20	-0,16



Testes estatísticos do primeiro dígito do município de controle						
Exercício Financeiro						
Z	2013	2014	2015	2016	2017	2018
5	0,50	0,27	-0,09	-0,57	-0,33	-1,41
6	0,61	0,35	-0,17	0,46	0,18	-0,91
7	0,33	1,44	1,93	0,67	-0,15	-1,68
8	-1,03	-0,99	-0,89	-0,55	-0,33	-1,78
9	-1,19	-0,56	1,02	0,09	0,33	-0,06
x²	85,761	65,082	121,279	77,417	25,477	590,202

Fonte: Dados da pesquisa.

Demonstra-se a seguir, de forma resumida, que a hipótese nula foi rejeitada para todos os exercícios financeiros no município controle para o teste χ^2 e a hipótese nula foi rejeitada para nenhum dígito no exercício 2013, para nenhum dígito no exercício 2014, para o dígito 1 no exercício 2015, para o dígito 3 no exercício 2016, para nenhum dígito no exercício 2017, e para os dígitos 1, 2, 3 no exercício 2018 para o teste Z.

Tabela 7 – Resultados Segundo Dígito - Controle

Testes estatísticos do segundo dígito do município de controle						
Exercício financeiro						
Z	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0	5,62	5,05	5,39	6,26	7,57	16,63
1	-1,05	-1,23	-1,40	-1,34	-0,76	-1,88
2	0,42	0,83	-1,04	-0,84	-0,04	-2,59
3	-1,82	-1,45	-1,40	-1,03	-0,91	-1,97
4	-1,32	-1,11	-0,91	-1,58	-1,41	-3,23
5	1,15	1,31	0,50	-0,95	-0,41	-0,95
6	-0,79	-1,51	-0,73	-0,26	-1,27	-2,14
7	-1,36	-1,75	-1,28	-1,47	-2,06	-3,79
8	-0,96	-0,22	0,45	1,07	-0,39	2,14
9	-0,93	-1,43	-0,56	-0,82	-1,19	-2,95
x²	328,150	304,384	283,4	378,027	514,397	2,548,149



Fonte: Dados da pesquisa.

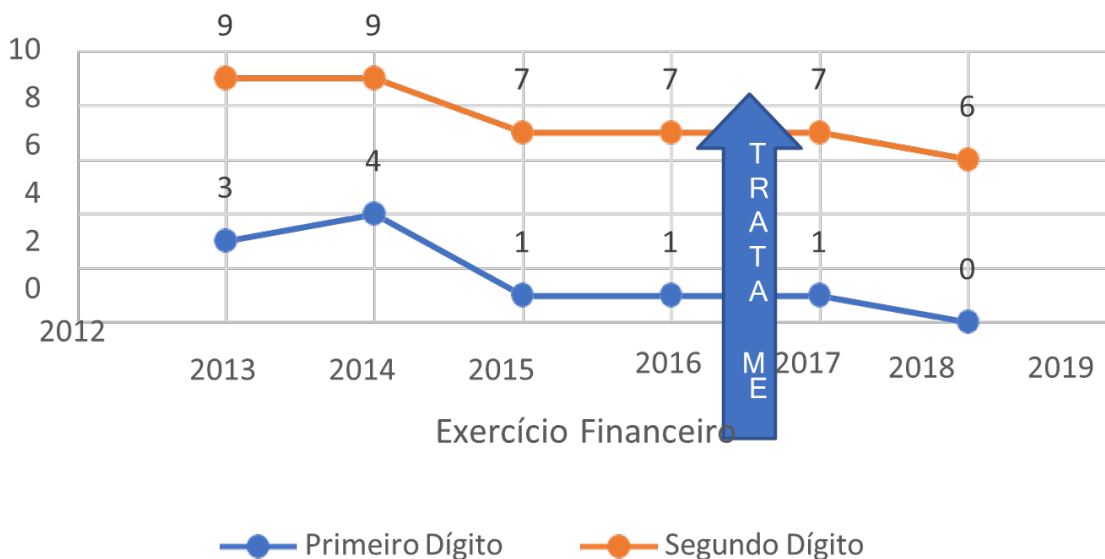
Demonstra-se, de forma resumida na Tabela 7, que a hipótese nula foi rejeitada para todos os exercícios financeiros no município controle para o teste χ^2 e a hipótese nula foi rejeitada para o dígito 0 no exercício 2013, para o dígito 0 no exercício 2014, para o dígito 0 no exercício 2015, para o dígito 0 no exercício 2016, para os dígitos 0,7 no exercício 2017 e para os dígitos 0,2,3,4,6,7,8,9 no exercício 2018 para o teste Z.

Sumarizando-se os resultados: em todos os exercícios financeiros para os dois municípios no teste χ^2 para medir discrepância entre as frequências observadas e esperadas nos valores dos dígitos dos empenhos conforme a LNB, verifica-se que há diferença significativa entre as frequências ($p\text{-valor} < 0,05$), embora, ao se analisar o teste Z para cada dígito em particular de cada exercício, os resultados não indiquem rejeição da hipótese nula para todos os primeiros e os segundos dígitos (que seria valor $Z \leq -1,96$ ou valor $Z \geq 1,96$).

5. DISCUSSÃO

Elaboraram-se gráficos para a análise visual do impacto do controle na quantidade dos primeiros e dos segundos dígitos com probabilidade de fraude nos municípios tratamento e controle.

Gráfico 1 – Série dos Dígitos - Tratamento

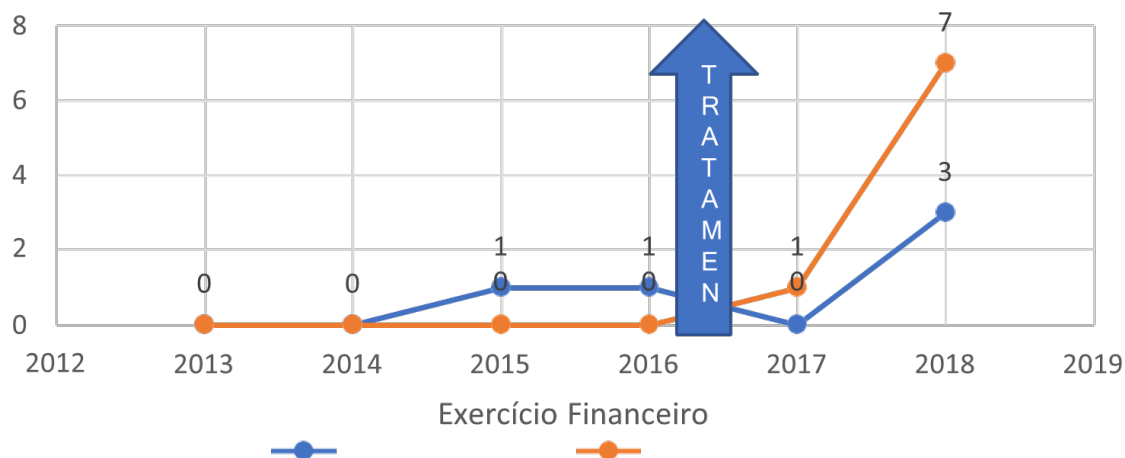


Fonte: Dados da pesquisa.



Demonstra-se visualmente no Gráfico 1, como também no Gráfico 2, a curva da tendência da série da quantidade dos primeiros e dos segundos dígitos com probabilidade de fraude entre os exercícios financeiros de 2013 a 2018 no município tratamento.

Gráfico 2 – Série dos Dígitos - Controle



Fonte: Dados da pesquisa.

Para descrever melhor a ocorrência de dígitos com probabilidade de fraude, calculou-se a relação percentual entre os dígitos encontrados na análise da LNB com o total de resultados possíveis para cada dígito. Isto é, no caso dos primeiros dígitos, calculou-se a relação percentual entre o resultado do teste com nove resultados possíveis e, no caso dos segundos dígitos, calculou-se a relação percentual entre os resultados do teste com dez resultados possíveis.

Verificou-se visualmente que, no município tratamento, a curva da tendência da quantidade dos primeiros dígitos com probabilidade de fraudes antes do tratamento estava em 33,33% dos dígitos (3 dígitos) no exercício 2013 e reduziu-se para 11,11% dos dígitos (1 dígito) no exercício 2017 depois do tratamento. Já no município controle, a curva da tendência da quantidade dos primeiros dígitos com probabilidade de fraudes estava em 0,00% (nenhum dígito) no exercício 2013 antes do tratamento e manteve-se em 0,00% (nenhum dígito) no exercício 2017 depois do tratamento.

Constatou-se visualmente que, no município tratamento, a curva da tendência da quantidade dos segundos dígitos com probabilidade de fraudes antes do tratamento estava em 90% dos dígitos (nove dígitos) no exercício 2013 e reduziu-se para 70% dos dígitos (sete dígitos) no exercício 2017 depois do tratamento. No município controle, a curva da tendência da quantidade dos segundos dígitos com probabilidade de fraudes estava em 0,00% dos dígitos (nenhum dígito) no exercício 2013 antes do tratamento e aumentou para 10,00% dos dígitos (1 dígito) no exercício 2017 depois do tratamento.



Na análise de impacto e da eficácia, não se levou em consideração o exercício de 2018, tendo-se em vista que os resultados dos testes possivelmente informam um ponto fora da curva sem que possam ser estimados os outros fatores que interferiram na medição.

Não se pode projetar tendências sobre o impacto do controle, apesar de ter sido descrita visualmente uma tendência à redução da quantidade de dígitos com probabilidade de fraude no município tratamento, em função da limitação da série histórica dos dados analisados.

Vale salientar também que a seleção não aleatória dos municípios, conforme Mohr (1995), pode ter influenciado significativamente o resultado dos testes da LNB, e por conseguinte, a análise de impacto.

Para completar a análise do controle, utilizou-se o indicador de eficácia de Mohr (1995) para comparar a quantidade de dígitos com probabilidade de fraude depois do tratamento com o que ocorreria se o tratamento não tivesse sido implementado.

No exercício financeiro de 2017, que foi posterior ao tratamento, verificou-se que, no município tratamento, havia 11,11% dos primeiros dígitos (1 dígito) com probabilidade de fraude e que, no município controle, havia 0,00% dos primeiros dígitos (nenhum dígito) com probabilidade de fraude. Ainda, no município tratamento havia 70,00% dos segundos dígitos (sete dígitos) com probabilidade de fraude, e no município controle havia 10,00% dos segundos dígitos (um dígito) com probabilidade de fraude.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi analisar o impacto e a eficácia do controle de gestão sobre a quantidade dos dígitos dos empenhos com probabilidade de fraude, de acordo com a distribuição do primeiro e do segundo dígitos na LNB, em dois municípios pernambucanos.

Esta análise se mostrou relevante em razão da aplicação da LNB em dados contábeis disponíveis em formato aberto para a análise de impacto e de eficiência do controle de gestão da administração pública.

Em todos os exercícios financeiros, para os dois municípios no teste χ^2 para medir discrepância entre as frequências observadas e esperadas nos valores dos dígitos dos empenhos conforme a LNB, verifica-se que há diferença significativa entre as frequências (p -valor $< 0,05$), embora, ao se analisar o teste Z para cada dígito em particular de cada exercício, os resultados não indiquem rejeição da hipótese nula para todos os primeiros e os segundos dígitos (que seria o valor $Z \leq -1,96$ ou valor $Z \geq 1,96$).

Não se pode projetar tendências acerca do impacto do controle sobre a quantidade de dígitos dos empenhos com probabilidade de fraude, apesar de ter sido descrita visualmente uma tendência à redução da quantidade de dígitos com probabilidade de fraude, em função da limitação da série histórica dos dados analisados.



Quanto à análise da eficácia, verificou-se que, mesmo após o tratamento, a quantidade de dígitos com probabilidade de fraude continuou maior no município tratamento.

As limitações da pesquisa derivam da seleção não aleatória dos municípios analisados, e assim sendo, os resultados da análise não podem ser generalizados e replicados para todas as situações semelhantes.

São recomendáveis novas pesquisas com séries históricas mais extensas de empenhos, envolvendo número maior de municípios, como também se recomenda a adoção da LNB na amostragem de auditoria governamental.

REFERÊNCIAS

ABRAMO, C. W. **Percepções pantanosas**: a dificuldade de medir a corrupção. *Novos estudos CEBRAP* (73), 2005. pp. 33-37. Doi: 10.1590/S0101-33002005000300003.

ALBANO, C. S.; CRAVEIRO, G. S. Lições Aprendidas com a utilização de Dados Orçamentários em Formato Aberto: Um estudo exploratório no ecossistema Brasileiro. **Revista de Gestão e Projetos**, v. 6, 2015. pp. 17-27 Doi:10.5585/gep.v6i3.370.

ALBANO, C. S.; LEAES JR., W.; CORSO, K. B. Dados Abertos: Um Estudo em Trabalhos Acadêmicos no Contexto Brasileiro. **NAVUS - Revista de Gestão e Tecnologia**, v. 9, 2019. pp. 135-147. Doi: <http://dx.doi.org/10.22279/navus.2019.v9n2.p135-147.770>.

BARROS, E. S.; FEITOZA, G. B. Impacto do Controle da Corrupção sobre a Eficiência do Governo no Ano de 2015: O Caso dos Países da América Latina. **Desenvolvimento em Questão**, 17(49), 2019. pp. 10-29. Doi: <http://dx.doi.org/10.21527/2237-6453.2019.49.10-29>.

BERGER, A.; HILL, T. P. **An Introduction to Benford's Law**. Princeton and Oxford: Princeton University Press, 2015.

BUGARIN, M. S.; CUNHA, F. C. R. Lei de Benford Aplicada à Auditoria da Reforma do Aeroporto Internacional de Minas Gerais. **Revista do Serviço Público**, 68(4), 2017. pp. 915-940. Doi: <https://doi.org/10.21874/rsp.v68i4.1567>.

CELLA, R. S.; RECH, I. J. Caso Petrobras: A Lei de Benford Poderia Detectar a Fraude? **Revista de Gestão, Finanças e Contabilidade**, 7(3), 2017. pp. 86-104. Disponível em: <http://www.spell.org.br/documentos/ver/46566/caso-petrobras--a-lei-de-benford-poderia-detectar-a-fraude--->

CELLA, R. S.; ZANOLLA, E. A Lei de Benford e a Transparência: Uma Análise das Despesas Públicas Municipais. **Brazilian Business Review**, 15(4), 2018. pp. 331-347. Doi: <http://dx.doi.org/10.15728/bbr.2018.15.4.2>.

COSTA, J. I. F.; SANTOS, J. D.; TRAVASSOS, S. K. M. 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 - USP**, 23(60), 2021. pp. 187-198. Disponível em: <http://www.spell.org.br/documentos/ver/9054/analise-de-conformidade-nos-gastos-publicos-dos-entes-federativos--aplicacao-da-lei-de-newcomb-benford-para-o-primeiro-e-segundo-digitos-dos-gastos-em-dois-estados-brasileiros>.

DURTSCHI, C.; HILLISON, W.; PACINI, C. The Effective Use of Benford's Law to Assist in Detecting Fraud in Accounting Data. **Journal of Forensic Accounting**, 2004. pp. 17-34. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/241401706>.

Lei Ordinária nº 16.770, de 23 de dezembro de 2019. Dispõe, em cumprimento ao que preceitua o artigo 124, § 1º, inciso IV, da Constituição do Estado de Pernambuco, com a redação dada pela Emenda Constitucional nº 31 de 27 de junho de 2008, sobre o Plano Plurianual do Estado, para o período 2020-2023 e dá outras providências.

FAVERO, L. P.; BELFIORE, P. **Manual de análise de dados.** 1ª ed., Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2017.

FUNNEL, S. C.; ROGERS, P. J. **Purposeful program theory: effective use of theories of change and logic models.** 1ª ed., Jossey-Bass, 2011.

LAGIOIA, U. C. T.; ARAÚJO, I. J. C.; ALVES FILHO, B. F.; BARROS, M. A. B.; NASCIMENTO, S. G. O. A. S. Aplicabilidade da Lei de Newcomb-Benford nas fiscalizações do Imposto Sobre Serviços – ISS. **Revista Contabilidade & Finanças - USP**, 22(56), 2011. pp. 203-224. Disponível em: <http://www.spell.org.br/documentos/ver/6420/aplicabilidade-da-lei-de-newcomb-benford-nas-fiscalizacoes-do-imposto-sobre-servicosiss>.

LODI, J. B. **História da administração.** 11ª ed., São Paulo: Pioneira, 1993.

LUCIANO, E. M.; WIEDENHOFT, G. C.; CALLEGARO, S. Entendendo os Fatores de Combate à Corrupção: Proposta de um Constructo de Dissuasão à Corrupção. **Revista de Contabilidade e Organizações.** 13(1), 2019. pp. 19-30. Doi: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.1982-6486.rco.2019.158516>.

MATIAS PEREIRA, J. Reforma do Estado e controle da corrupção no Brasil. **Revista de Gestão**, 12(2), 2005. pp. 1-17. Disponível em: <http://www.spell.org.br/documentos/ver/26916/reforma-do-estado-e-controle-da-corrupcao-o-brasil>.

MILANI FILHO, M. A. F. A confiabilidade dos dados financeiros de hospitais filantrópicos canadenses: um estudo empírico baseado na lei de Benford. **Sociedade, Contabilidade e Gestão**, 8(2), 2013. pp. 47-63. Disponível em: <http://www.spell.org.br/documentos/ver/33727/a-confiabilidade-dos-dados-financeiros-de-hospitais-filantropicos-canadenses--um-estudo-empirico-baseado-na-lei-de-benford>.

MOHR, L. B. **Impact analysis for program evaluation.** 2ª ed., Thousand Oaks: Sage Publications, 1995.



NIGRINI, M. J. A Taxpayer Compliance Application of Benford's Law. **The Journal of American Taxation Association**, n. 18, 1996. pp.72-91.

OLIVEIRA JÚNIOR, T. M.; COSTA, F. J. L.; MENDES, A. P. Perspectivas Teóricas da Corrupção no Campo da Administração Pública Brasileira: Características, Limites e Alternativas. **Revista do Serviço Público**, n. 67, Ed. Especial, 2016. pp. 111-137. Doi: <https://doi.org/10.21874/rsp.v67i0.881>.

POISTER, T. H. **Public program analysis**: Aspen Publishers. 1978.

POSSAMAI, A. J.; SOUZA, V. G. Transparência e Dados Abertos Governamentais: Possibilidades e Desafios a Partir da Lei de Acesso à Informação. **Administração Pública e Gestão Social**, 12(2), 2020. pp. 1-20. Disponível em: <http://www.spell.org.br/documentos/ver/57361/transparencia-e-dados-abertos-governamentais--possibilidades-e-desafios-a-partir-da-lei-de-acesso-a-informacao>.

RIBEIRO, D. H.; MONSUETO, S. E. Lei de Newcomb- Benford aplicada no controle interno nas empresas: um estudo de caso no controle de lançamentos financeiros. **Revista de Administração da Unimep**, 13(1), 2015. pp. 1-18. Disponível em: <http://www.spell.org.br/documentos/ver/35126/lei-de-newcomb-benford-aplicada-no-controle-interno-nas-empresas--um-estudo-de-caso-no-controle-de-lancamentos-financeiros-->

ROSSI, P. H.; FREEMAN, H. E.; LIPSEY, M. W. **Evaluation**: a systematic approach. 6^a ed., Thousand Oaks: Sage Publications, 1999.

SILVA, W. B.; TRAVASSOS, S. K. M.; COSTA, J. I. F. Utilização da Lei de Newcomb-Benford como Método Identificador de Desvios em Ambientes de Auditoria Contínua: Uma Proposta de Identificação de Desvios no Tempo. **Revista Contabilidade & Finanças - USP**, 28(73), 2017. pp. 11- 26. Doi: 10.1590/1808-057x201702690.

SOUZA, F. J. B.; SILVA, S. A. M.; GOMES, A. O. Corrupção no Setor Público: Agenda de Pesquisa e Principais Debates a Partir da Literatura Internacional. **Administração Pública e Gestão Social**, 11(3), 2019. pp. 1-18. Doi: <http://dx.doi.org/10.21118/apgs.v11i3.5640>.

Os conceitos e interpretações emitidos nos trabalhos assinados são de exclusiva responsabilidade de seus autores.

