

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*

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

José Isídio de Freitas Costa

Mestre do Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis da Universidade Federal de Pernambuco
E-mail: jisidio@tce.pe.gov.br

Josenildo dos Santos

Professor Associado do Departamento de Contabilidade e Atuária da Universidade Federal de Pernambuco
E-mail: jsnipcontabeis@yahoo.com.br

Silvana Karina de Melo Travassos

Mestre do Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis da Universidade Federal de Pernambuco
E-mail: silvanakmt@yahoo.com.br

Recebido em 21.10.2011 - Aceito em 24.10.2011 - 3ª versão aceita em 23.8.2012

RESUMO

A questão investigada no presente artigo estrutura-se da seguinte forma: Existem desvios significativos na distribuição do primeiro e segundo dígitos dos gastos públicos estaduais em relação ao comportamento previsto pela Lei de Newcomb-Benford? O objetivo do artigo consiste em detectar a ocorrência de desvios significativos na distribuição do primeiro e segundo dígitos dos gastos públicos estaduais em relação à distribuição-padrão definida na Lei de Newcomb-Benford - NB-Lei. Este artigo desenvolve uma metodologia interdisciplinar e exploratória para analisar 134.281 notas de empenhos emitidas por 20 Unidades Gestoras de dois estados. Foi aplicado, para a análise dos dados, um modelo contábilométrico fundamentado em testes de hipóteses, avaliando-se a conformidade entre a distribuição observada e a prevista na NB-Lei. Como resultado da pesquisa, constatou-se a existência de desvios significativos na distribuição dos algarismos: 7 e 8, excesso de ocorrências; e 9 e 6, escassez de ocorrências em relação à proporção esperada pela NB-Lei para o primeiro dígito. Tal comportamento denota uma tendência de fuga à realização dos processos licitatórios. A análise do segundo dígito, de forma inédita para o caso brasileiro, mostrou um excesso significativo de ocorrências para os algarismos 0 e 5, indicando a utilização de arredondamentos na determinação dos valores dos empenhos. Mostra-se a viabilidade, utilidade e praticidade na aplicação da NB-Lei à ação dos órgãos de controle externo, sobretudo quanto ao planejamento da auditoria e determinação da amostra auditada.

Palavras-chave: Gasto público. Lei de Newcomb-Benford. Segundo dígito. Auditoria contínua.

ABSTRACT

The following question is investigated in this study: Are there significant deviations in the distribution of the 1st and 2nd digits of state public spending from the behavior predicted by the Newcomb-Benford Law (NB-Law)? The goal of this study is to detect the occurrence of significant deviations in the distribution of the 1st and 2nd digits of state public spending compared to the standard distribution defined in the NB-Law. This study develops an interdisciplinary and exploratory methodology to analyze 134,281 contracts issued by 20 management units in two states. An accounting model based on hypothesis testing was applied to analyze the data, thereby evaluating the conformity between the observed distribution and that predicted by NB-Law. This study showed that there were significant differences in the distribution of digits; the numbers 7 and 8 had excess occurrences, and 9 and 6 were rare occurrences compared to the proportions expected by the NB-Law for the 1st figure. This behavior denoted a tendency to avoid conducting the bidding process. The analysis of the 2nd digit, unprecedented for the Brazilian case, showed a significant excess of occurrences for the numbers 0 and 5, which indicated the use of rounding in determining the value of contracts. We show the feasibility, usefulness, and practicality of applying the NB-Law to the action of oversight bodies, particularly when planning an audit and determining the audited sample.

Keywords: Public Spending. Newcomb-Benford Law. Second digit. Continuous auditing.

* Artigo apresentado no 11º Congresso USP de Controladoria e Contabilidade, São Paulo, SP, 2011.

1 INTRODUÇÃO

Deslocando-se na linha do tempo, sem o rigor do estabelecimento de datas precisas, pode-se constatar que a contabilidade tem utilizado variados recursos e técnicas no cumprimento do seu objetivo básico que é o fornecimento de informações econômicas aos usuários de forma a propiciar decisões racionais (Iudicibus, 2009). Vê-se o esforço do ser humano na busca pelo controle do seu patrimônio desde a utilização de pedras e objetos de barro na pré-história, passando pelos registros pictográficos nas cavernas (desenhos primitivos) até o uso dos atuais sistemas informatizados que processam dados em um ambiente de rede de computadores com capacidade global de conexão.

A evolução tecnológica da informação, com destaque para a crescente facilidade de armazenamento e acesso a grandes volumes de dados, imprimiu um ritmo acelerado de mudanças nas técnicas e processos de diversas áreas do conhecimento, com destaque para o campo da contabilidade. Um exemplo destas mudanças foram as alterações sofridas na forma como as transações comerciais são iniciadas, gravadas, processadas e relatadas, com grande reflexo de forma e conteúdo não apenas em seus correspondentes registros contábeis, como também na própria natureza da evidência da auditoria (Nearon, 2005).

Os documentos e registros contábeis em papel têm sido sistematicamente substituídos por transações eletrônicas. Os livros contábeis tidos como obrigatórios, dentre estes o Diário e o Razão, não há muito eram exclusivamente preenchidos à mão, observando-se formalidades intrínsecas quanto à sua escrituração, tal como o sequenciamento cronológico dos seus registros e a ausência de rasuras e entrelinhas. Hodiernamente, em decorrência do uso de computadores e sistemas contábeis que integram registros e controles orçamentários, financeiros e patrimoniais, a Administração Pública, nas três esferas de governo, dispõe de um grande volume de informações armazenadas em bancos de dados informatizados. A estruturação da informação em bancos de dados eletrônicos trouxe significativa contribuição à análise, tanto pela possibilidade de organização e correlacionamento como pela celeridade resultante do processamento informatizado destes dados.

Por outro lado, a realização de transações em forma eletrônica tem possibilitado o desenvolvimento do controle concomitante, sendo este executado em um ambiente de auditoria contínua. O controle concomitante caracteriza-se pela sua presteza e maior eficácia, visto que é exercido no decorrer ou pouco tempo após a ocorrência dos eventos que se propõe a controlar. A proximidade de sua atuação lhe confere não só uma maior chance de sucesso, como a possibilidade de sustação dos efeitos de um ato irregular porventura detectado.

Neste contexto, no qual se expandem as limitações de tempo e volume no processamento das informações, abre-se um novo leque de possibilidades decorrentes da realização de inferências tempestivas em grandes populações ou amostras. Dentre as possíveis aplicações, destaca-se como

objetivo deste trabalho detectar a ocorrência de desvios significativos na distribuição do primeiro e segundo dígitos dos gastos públicos estaduais em relação à distribuição-padrão advinda da Lei de Newcomb-Benford (NB-Lei).

A NB-Lei consiste em uma anomalia das probabilidades, demonstrando que os menores dígitos ocorrem com uma maior frequência na primeira posição dos números quando comparados aos maiores dígitos. Deste modo, os dígitos menores têm uma maior probabilidade de ocorrência do que os maiores, assim tem-se que os números 1, 2 e 3 são mais frequentes do que 4, 5, 6... 9.

A utilização da NB-Lei como metodologia aplicada à auditoria no setor público foi introduzida no Brasil pelos autores Santos, Diniz, e Ribeiro Filho (2003), Santos e Diniz (2004) e Santos, Diniz, e Corrar (2005). Na oportunidade, foi utilizado o modelo contabilométrico fundamentado na relação entre a Lei de Newcomb-Benford e o teste de hipóteses (Z-teste e χ^2 -teste), introduzido por Carslaw (1988), com o propósito de identificar desvios na distribuição do primeiro dígito extraído dos valores das notas de empenhos das despesas de municípios paraibanos.

A questão investigada no presente artigo estrutura-se da seguinte forma: Existem desvios significativos na distribuição do primeiro e segundo dígitos dos gastos públicos estaduais em relação ao comportamento previsto pela Lei de Newcomb-Benford?

É consensual que o binômio avaliação dos controles e análise amostral dos dados tem sido a base da auditoria privada, cuja metodologia é mundialmente aceita e aplicada. A proposta apresentada neste trabalho proporciona, mediante a utilização de Métodos Quantitativos aplicados à auditoria do setor público, a identificação de desconformidades no comportamento da despesa pública em relação à proporção de ocorrência prevista pela NB-Lei para os dígitos da 1ª e 2ª posição. Aplicações semelhantes foram observadas na literatura nacional e internacional associando-se a ocorrência dos desvios no comportamento dos dígitos à possibilidade de ocorrência de erros e fraudes praticados de forma reiterada.

Berton (1995) desenvolveu um programa de computador com aplicação na detecção de fraudes financeiras usando a Lei de Benford. Bhattacharya (2002) pontuou alguns modelos investigativos que podem auxiliar os auditores a rastrear os autores de fraudes financeiras, demonstrando que o conjunto de ferramentas à disposição do contador forense pode ser substancialmente ampliado pela combinação do sistema de classificação de fraude com a elegância matemática da Lei de Benford. Das e Zhang (2002) chegaram à mesma conclusão que Carslaw (1988) e Caneghem (2002) acerca da manipulação dos ganhos referentes a lucro por ações pelas empresas de comunicação, entendendo pela existência de evidências da realização de arredondamentos para cima nas transações que impactavam positivamente o lucro e desempenho das empresas.

Nigrini (2005) apresenta o problema da empresa norte-

americana Enron em 2001, ressaltando que a sequência de eventos que culminou com o pedido de falência da empresa foi desencadeada pela alteração dos dados das suas demonstrações financeiras. Nesse trabalho, o autor utiliza a Lei de Benford para investigar se houve uma mudança detectável nos dados que integram os relatórios de lucros em torno deste período de tempo, exercício de 2001 e 2002. O autor concluiu pela ocorrência de uma majoração nos valores da receita por parte da administração da empresa.

Geyer e Williamson (2004) ressaltam a necessidade dos governos, para efeitos fiscais, e das corporações, em seu controle interno quanto à capacidade de detectar padrões fraudulentos nos dados financeiros declarados. Os autores discutem o método de detecção de estatísticas desenvolvidas por Nigrini para testar a conformidade de um conjunto de dados com a Lei de Newcomb-Benford. Moore e Benjamin (2004) apresentam um estudo de caso com a aplicação da análise digital associada à utilização da Lei de Benford para as despesas de uma pequena planta química de produção. Como resultado das análises foram detectadas operações de compra suspeitas, as quais redundaram na descoberta e denúncia de atividades fraudulentas. Isto posto, os indicativos de desvios

observados na análise se consubstanciarão em subsídio à formação da amostra a ser auditada.

Do ponto de vista gerencial, os desvios de conformidade observados em razão da análise no comportamento da despesa possibilitarão a formação de um escalonamento entre os entes auditados (jurisdicionados), o qual funcionará como um termômetro da gestão, prestando-se como mais um índice sintético de apoio à tomada de decisão pelos gerentes, com repercussão na otimização dos resultados mediante a alocação dos recursos às áreas ou entidades consideradas como prioritárias. Esta pesquisa justifica-se ainda por ser o primeiro estudo a utilizar a NB-Lei como base de uma metodologia interdisciplinar de análise aplicada aos gastos públicos dos estados brasileiros, bem como pela introdução no Brasil da aplicação da NB-Lei para o segundo dígito.

O artigo é constituído de cinco seções, iniciando com esta introdução; na próxima seção é apresentada a fundamentação teórica sobre o tema, enquanto que a terceira seção discorre sobre a metodologia utilizada nesta pesquisa, a quarta seção traz a análise e interpretação dos resultados e, na quinta seção, são apresentadas as considerações finais deste trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Auditoria Contínua.

Existem várias definições para auditoria, definições em relação aos ativos contábeis, em relação aos ativos não contábeis, mostrando que a auditoria é um ramo da contabilidade que pode ser aplicada pelas demais ciências, como uma ferramenta de auxílio. A auditoria consiste na realização de uma avaliação reconhecida oficialmente e sistematizada pelos interessados, com a finalidade de assegurar que o sistema, programa, produto, serviço e processo aplicáveis perfaçam todas as características, critérios e parâmetros exigidos, ou seja, pode-se afirmar que a auditoria é um mecanismo que visa ao controle e à fiscalização dos processos e normas, seja de uma empresa, de um setor, público ou privado (Attie, 2010).

Dessa forma, a auditoria pode ser definida como o levantamento, o estudo e a avaliação sistemática de transações, procedimentos, rotinas e demonstrações contábeis de uma entidade, com o objetivo de fornecer aos seus usuários uma opinião imparcial e fundamentada em normas e princípios sobre a sua adequação (Perez Júnior, 1998).

Motta Júnior (2010) observa que os diversos avanços tecnológicos vêm provocando rápidas e profundas mudanças nas organizações e na sociedade. Consequentemente, as técnicas de auditoria vêm sofrendo mudanças no sentido de adequar-se às necessidades deste novo cenário, sendo o surgimento da auditoria contínua o reflexo direto destas mudanças.

Segundo Vasarhelyi e Halper (1991), a auditoria contínua caracteriza-se por produzir resultados simultâneos, ou em pequenos períodos de tempo, após a ocorrência do evento relevante controlado. Para tanto, o processo de auditoria contínua depende da existência de sistemas informatizados de controle e dados armazenados em formato eletrônico.

A execução deste controle concomitante, a ser exercido em um processo de auditoria contínua, tem na tempestividade o seu melhor atributo quando comparado ao modelo tradicional de controle, *a posteriori*, visto que realiza seus atos paralelamente à ocorrência dos eventos controlados. Em razão da celeridade da sua execução, a qual contribui com a possibilidade de sustação dos efeitos de um ato irregular porventura detectado, confere-se ao controle concomitante uma maior eficácia em sua ação. Murcia, Souza e Borba (2008) ressaltam, entretanto, que o custo de sua implantação só seria viável economicamente mediante a utilização de uma execução automatizada.

Muito embora a implantação de rotinas automatizadas de auditoria seja uma realidade, sobretudo na área de análise de risco em concessão de crédito administrado pelas empresas de cartões de crédito, a sua utilização é de fato ainda uma promessa quando comparada ao seu potencial de uso. Cita-se como exemplo desta aplicação à auditoria no setor público: realização de testes automáticos para a verificação do cumprimento dos limites licitatórios ante o valor das despesas empenhadas; verificação da regularidade fiscal dos fornecedores de bens e serviços à administração; e monitoramento de desvios no comportamento da despesa em relação ao seu valor projetado. Destaca-se, neste trabalho, o resultado de uma aplicação prática na qual foram utilizados métodos contabilométricos voltados à análise do comportamento do primeiro e segundo dígitos do valor das notas de empenhos, detectando-se, por conseguinte, os seus respectivos desvios em relação à distribuição prevista na NB-Lei fundamentada em metodologia interdisciplinar utilizada por Carslaw em 1988.

2.2 Limites Licitatórios para o Gasto Público.

Consoante estabelece o artigo 37, inciso XXI, da Constituição Federal, ressalvados os casos previstos na lei, as obras, serviços, compras e alienações da Administração Pública serão contratados mediante processo de licitação pública, assegurando-se igualdade de condições a todos os concorrentes em atenção ao princípio constitucional da isonomia.

Coube à Lei Federal n. 8.666/93, Lei de Licitações e Contratos Administrativos, a instituição das normas pertinentes

à realização dos processos licitatórios, os quais se destinam à seleção da proposta mais vantajosa para a administração, mediante a certificação dos requisitos relacionados à capacidade técnica e econômico-financeira dos licitantes, bem como à qualidade e justo valor do objeto licitado. Para tanto, foram estabelecidas modalidades licitatórias e limites de valores a serem observados pelo setor público de forma prévia à contratação de suas compras, obras e serviços de engenharia, conforme demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1 Resumo das modalidades e limites licitatórios

Modalidade	Compras – R\$	Obras e Serviços – R\$
Dispensa	Até 8.000	Até 15.000
Convite	Acima de 8.000 até 80.000	Acima de 15.000 até 150.000
Tomada de Preço	Acima de 80.000 até 650.000	Acima de 150.000 até 1.500.000
Concorrência	Acima de 650.000	Acima de 1.500.000
Pregão	Aplicável a qualquer valor	Aplicável a qualquer valor

Fonte: Adaptado das Leis Federais n. 8.666/93 e n.10.520/02.

Uma das irregularidades investigadas no processamento das despesas públicas pelos órgãos de controle externo é o fracionamento do gasto público em valores inferiores ou iguais ao limite da dispensa, prática utilizada para burlar a realização dos processos licitatórios, bem como direcionar o gasto público ao fornecedor desejado.

2.3 Lei de Newcomb-Benford.

Descoberta empiricamente pelo matemático e astrônomo Simon Newcomb em 1881, sendo posteriormente ratificada de forma aparentemente independente pelo físico Frank Benford em 1938, a NB-Lei constitui-se em uma anomalia das probabilidades, demonstrando que os menores dígitos ocorrem com uma maior frequência na primeira posição dos números quando comparados aos maiores dígitos. O senso comum nos impulsiona a acreditar que em uma amostra de números aleatórios e tamanho razoável, extraídos de uma fonte de dados, o primeiro dígito significativo (excluído o zero) assumiria qualquer algarismo entre 1 e 9 e seriam considerados igualmente prováveis. A NB-Lei mostra que, em tal situação, os menores dígitos 1, 2 e 3 possuem uma maior probabilidade de ocorrência, aproximadamente 60,2%, quando comparados aos demais dígitos 4, 5, 6...9. Esta anomalia também foi verificada, numa menor intensidade, em relação à distribuição do segundo dígito.

Tabela 2 Probabilidade de ocorrência do primeiro dígito significativo

Dígito (d)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total
P(d)	-	0,301	0,176	0,125	0,097	0,079	0,067	0,058	0,051	0,046	100,0

Fonte: Adaptado de Carslaw (1988).

Tabela 3 Probabilidade de ocorrência do segundo dígito

Dígito (d)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total
P(d)	0,1197	0,1138	0,1088	0,1043	0,1003	0,0967	0,0934	0,0904	0,0876	0,085	100,0

Fonte: Adaptado de Carslaw (1988).

2.3.1 Probabilidades da NB-Lei para o Primeiro e Segundo Dígitos.

O próprio Newcomb (1881) calculou inicialmente a probabilidade de ocorrência para o Primeiro Dígito Significativo (PDS) em razão de suas constatações empíricas. Hill (1996) demonstra a expressão matemática das leis que regem o primeiro (significante) e segundo dígitos das distribuições aleatórias dos números preconizados por Newcomb.

$$\text{Prob (primeiro dígito significante = d):} \quad \mathbf{1}$$

$$\log_{10} (1+d^{-1})$$

$$\text{Prob (segundo dígito = d):} \quad \mathbf{2}$$

$$\sum_{k=1}^9 \log_{10} (1+(10k+d)^{-1})$$

Prob (d) = Probabilidade de ocorrência do dígito d em um número qualquer;

(1) d = Primeiro dígito significativo pertencente ao conjunto dos números inteiros entre 1 e 9;

(2) d = Segundo dígito pertencente ao conjunto dos numerais (dígitos) entre 0 e 9.

Utilizando-se das equações anteriores, as probabilidades de ocorrências para o primeiro e segundo dígitos podem ser respectivamente expressas nas Tabelas 2 e 3.

2.3.2 *Análise Dedutiva para a Ocorrência do Fenômeno.*

Os próprios Newcomb (1881) e Benford (1938) afirmaram que existem na natureza mais números começando por dígitos menores do que a situação inversa. Tal afirmação encontra-se alinhada à limitação factual resultante da escassez dos recursos que, por sua vez, pode ser mais bem compreendida nas seguintes assertivas: Considerando-se a limitação de fontes de recursos alimentares, existe uma maior ocorrência de grandes ou pequenos organismos vivos? Considerando-se as limitações dos recursos econômicos, questiona-se sobre a existência de uma maior incidência de grandes multinacionais ou de pequenas e médias empresas. Considerando-se as limitações dos recursos financeiros, questiona-se sobre uma maior existência de despesas com grandes ou pequenos valores monetários.

Nigrini (1999) fez uma explanação intuitiva da NB-Lei para demonstrar seu funcionamento em um cenário de crescimento exponencial, tomando, por exemplo, os recursos totais de um fundo mútuo que esteja crescendo a uma taxa de 10% ao ano. Quando os recursos totais são de R\$100 milhões, o primeiro dígito dos recursos totais é 1. O primeiro dígito continuará a ser 1 até que os recursos totais alcancem R\$200 milhões. Isto requererá um aumento de 100% (100 a 200); porém, para a taxa de crescimento proposta acima, 10% ao ano, leva-se 10 anos até alcançar R\$200 milhões. Com R\$500 milhões, o primeiro dígito será 5. Crescendo a uma taxa de 10% ao ano, os recursos totais levariam 2 anos para crescer de R\$500 milhões para R\$600 milhões, significando menos tempo do que os recursos fizeram para crescer de R\$100 milhões para R\$200 milhões. Com R\$ 900 milhões, o primeiro dígito será 9 até que os recursos totais alcancem R\$ 1 bilhão. Crescendo a taxa de 10% ao ano, os recursos totais levariam 1 ano e 1 mês. O raciocínio anterior aplica-se analogamente ao montante de quaisquer conjuntos que apresentem uma taxa constante de crescimento ou decréscimo populacional.

Pesquisas no campo da Teoria das Probabilidades, Hill (1995, 1996), Pinkham (1961) e Raimi (1969), mostram que a NB-Lei se aplica ao conjunto de dados que tem as seguintes propriedades: (a) é escalar invariante; (b) advém de uma escolha a partir de uma variedade de diferentes fontes. Esse resultado é obtido de uma análise mais rigorosa da Teoria do Limite Central na forma de teoremas para a mantissa de variáveis randômicas sobre o efeito da multiplicação. Nesse sentido, quando o número de variáveis cresce, a função densidade tende à distribuição logarítmica. Hill (1996) demonstrou rigorosamente que a “distribuição da distribuição de números aleatórios” obtidos a partir de amostras aleatórias advindas a partir de uma variedade de diferentes distribuições é a distribuição de Newcomb-Benford.

2.4 **Pontos de Referência Cognitivos.**

Estudos psicológicos realizados por Moyer e Landauer (1967) evidenciam que os seres humanos, em seu proces-

so cognitivo de percepção e julgamento comparativo de magnitudes numéricas, utilizam um “efeito simbólico da distância”. Restou comprovado em razão das pesquisas que, apresentados pares numéricos para a identificação do elemento de maior valor, as decisões foram mais rápidas quando a diferença entre os números era grande. Por exemplo: 3 e 9 (grande – resposta mais rápida) e 3 e 4 (pequena – resposta mais lenta). Banks et al. (1976), estudando o tempo de resposta na identificação da magnitude para pares de dígitos equidistantes, evidenciou que a percepção humana da diferença entre os dígitos segue uma função psicofísica: a determinação da diferença entre os pares de dígitos evoca uma reação mais rápida quanto menores os seus valores absolutos. Exemplo: Frequências 1 e 2 (pares baixos – resposta mais rápida) e 7 e 8 (pares altos – resposta mais lenta), sugerindo a existência de uma função de compreensão logarítmica (escala logarítmica de contagem) ou similar associada à grandeza numérica. O resultado das pesquisas indica que o conceito de grandeza é mais facilmente identificado nos dígitos mais baixos (1, 2 e 3) do que em relação aos dígitos mais altos (7, 8 e 9), razão pela qual os dígitos inferiores funcionam como pontos de referência na determinação das decisões comparativas de grandeza entre os dígitos.

A utilização de pontos de referência no processo comparativo de percepção e julgamento de magnitudes para números compostos por vários dígitos, com foco no sistema decimal (0, 1...9), também foi identificada por Gabor e Granger (1996). Os autores evidenciaram em pesquisa que os seres humanos utilizam números múltiplos de dez como referência para avaliar a dimensão dos outros números. Neste processo comparativo, estes números-chave funcionam como marcos a partir dos quais serão comparadas as distâncias em relação aos demais números (Rosch, 1975). Esta ênfase dada aos números que são fatores de dez promove uma tendência de arredondamento para cima ou para baixo quando uma pessoa observa um número. Por exemplo, quando se observa o número 3.979 ou 4.012, há uma tendência para avaliar a sua magnitude como 4.000.

Atento à ocorrência deste fenômeno, Carslaw (1988) analisou a distribuição das frequências dos algarismos 0 a 9 para o segundo dígito das receitas ordinárias e lucro líquido apresentados nas demonstrações financeiras de 220 companhias da Nova Zelândia. Comparando a distribuição observada ao padrão das frequências previstas na NB-Lei para o segundo dígito, o autor observou que o algarismo (0) apresentava um desvio por excesso de ocorrência, o qual foi interpretado como evidência da existência de arredondamentos para cima nos valores publicados pelas empresas. Para o autor, as pressões submetidas aos gerentes para atingir as metas empresariais promoveriam uma tendência de arredondamento para cima sempre que houvesse incertezas relacionadas com o evento a ser registrado.

3 **PROCEDER METODOLÓGICO**

No que concerne à abordagem científica, este trabalho é fruto de uma pesquisa interdisciplinar estrategicamente

fundamentada na análise qualitativa/quantitativa/qualitativa que tem como pilares as Ciências Contábeis e as Ci-

ências Matemáticas (teoria da probabilidade, estatística e informática) aplicadas à auditoria contínua das contas públicas. Raupp e Beuren (2008) explicam que a pesquisa quantitativa utiliza-se de instrumentos estatísticos para analisar os dados. A análise qualitativa, de acordo com Denzím e Lincoln (1994), corresponde a um conjunto de operações necessárias para a sistematização e para a formação coerente de um processo de coleta, armazenagem e recuperação de dados. Martins e Theóphilo (2009) completam dizendo que é descabido o entendimento de que possa haver pesquisa exclusivamente qualitativa ou quantitativa. Investigações científicas contemplam ambas.

Esta pesquisa pode ser caracterizada como um estudo exploratório, visto que busca descobrir dados e informações para uma melhor compreensão do fenômeno em tela, ou seja, existência de desvios significativos de conformidade com a NB-Lei na distribuição do primeiro e segundo dígitos para gastos públicos estaduais. O estudo exploratório pode ser definido como uma das principais formas de construção do conhecimento que incorpora características inéditas, permitindo ao investigador aumentar sua experiência em torno de um determinado problema (Raupp & Beuren, 2008; Triviños, 1987).

Neste estudo, foram pesquisados dois estados, cuja escolha se deu pelo critério de acessibilidade aos dados. Esses dados puderam ser obtidos em seus respectivos portais oficiais disponibilizados na Internet. Os dois estados são da região nordeste do Brasil. Na ótica do tratamento isonômico, optou-se por não identificar o nome dos estados, devido à pesquisa ter sido realizada em apenas dois dos estados do nordeste. Nestas condições, a identificação de seus nomes poderia ser interpretada como uma injusta penalização em relação aos demais estados não atingidos pela análise. A definição da amostra foi selecionada de forma determinística, composta por 20 Unidades Gestoras – UGs, 10 para cada estado dentre as que possuíam o maior volume de gasto e um quantitativo mínimo de 800 empenhos emitidos.

A amostra selecionada representou 44,51% do total das despesas empenhadas pelos estados analisados. A partir da escolha da amostra das UGs foram obtidos todos os empenhos por elas emitidos para o exercício de 2009 com valor igual ou superior a R\$ 1,00, assegurando-se, desta forma, que todas as observações, 134.281 ao todo, tivessem um primeiro dígito não nulo. Em seguida, considerando-se os valores das notas de empenho, foram extraídos o primeiro e segundo dígitos de cada empenho, agrupando-os, separadamente, a um mesmo nível de observações utilizando o software Microsoft Excel versão 2007.

Visando ao atendimento da problemática proposta e à consecução do objetivo geral desta pesquisa foi aplicado, na análise dos dados, o modelo contabilométrico introduzido por Carslaw (1988), o qual se utiliza de testes de hipóteses (Z-teste e χ^2 -teste) para avaliar a conformidade observada na distribuição de um conjunto de dados (Po) em relação aos percentuais previstos pela NB-Lei (Pe). Para Nigrini e Miller (2006), a detecção destes desvios poderia ser aplicada em um teste de segunda ordem relacionado à Lei de Benford, sendo utilizada pelos auditores para detecção de

fraudes, erros ou dados simulados.

O Z-Teste foi utilizado como medida de significância estatística na determinação das diferenças entre as distribuições de probabilidades observadas (Po) e esperadas (Pe), aplicadas separadamente para cada dígito, mediante a utilização da seguinte fórmula:

$$Z = \frac{|Po - Pe| - \frac{1}{2n}}{\sqrt{\frac{Pe(1-Pe)}{n}}}$$

onde n é o número de observações; $1/2n$ é o termo de correção de continuidade e que só é usado quando ele for menor que $|Po - Pe|$. Foi adotado um nível de significância de $\alpha = 0,05$ com um $Z_{\text{crítico}}$ igual a 1,96.

Em razão do problema de pesquisa deste estudo, “Existem desvios significativos na distribuição do primeiro e segundo dígitos dos gastos públicos estaduais em relação ao comportamento previsto pela Lei de Newcomb-Benford?”, para a análise local dos desvios em cada dígito, foram estabelecidas as seguintes hipóteses:

H_{0A} : $Po = Pe$ - Não existe diferença estatisticamente significativa para o primeiro dígito;

H_{1A} : $Po \neq Pe$ - Existe diferença estatisticamente significativa para o primeiro dígito;

H_{0B} : $Po = Pe$ - Não existe diferença estatisticamente significativa para o segundo dígito;

H_{1B} : $Po \neq Pe$ - Existe diferença estatisticamente significativa para o segundo dígito.

O χ^2 -teste foi utilizado para determinar se as duas distribuições de probabilidade na sua totalidade estão em conformidade uma com a outra. Verifica-se, neste teste, se as frequências observadas dos dígitos como um todo seguem a distribuição prevista na NB-Lei, mediante a aplicação das seguintes fórmulas para o primeiro e segundo dígitos:

$$\chi^2 = \sum_{d=1}^9 \frac{(PO - PE)^2}{PE} \quad \text{e} \quad \chi^2 = \sum_{d=0}^9 \frac{(PO - PE)^2}{PE}$$

onde PO e PE são as proporções observadas e esperadas definidas por: $PO = (Po) \times (\text{no. da população})$ e $PE = (Pe) \times (\text{no. da população})$. Foi adotado um nível de significância $\alpha = 0,05$, para um grau de liberdade 8 (primeiro dígito) e 9 (segundo dígito), obtendo-se valores críticos para o χ^2 iguais a 15,507 e 16,919.

Baseado no problema de pesquisa apresentado neste estudo, “Existem desvios significativos na distribuição do primeiro e segundo dígitos dos gastos públicos estaduais em relação ao comportamento previsto pela Lei de Newcomb-Benford?”, para a análise global do desvio da sequência de todos os dígitos, foram estabelecidas as seguintes hipóteses:

H_{0C} : $PO = PE$ - Não existe diferença estatisticamente significativa para o primeiro dígito;

H_{1C} : $PO \neq PE$ - Existe diferença estatisticamente significativa para o primeiro dígito;

H_{0D} : $PO = PE$ - Não existe diferença estatisticamente significativa para o segundo dígito;

H_{1D} : $PO \neq PE$ - Existe diferença estatisticamente significativa para o segundo dígito.

Como limitação da pesquisa, ressalta-se a não realização de um trabalho de campo, visto que as análises e con-

clusões refletem o comportamento dos dados da despesa pública obtida nos sites oficiais.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A Tabela 4 apresenta os resultados do Z-teste e χ^2 -teste aplicados na análise individual do primeiro dígito relativa às 10 UGs integrantes da amostra obtida do estado E1. Os resultados individualmente observados para cada UG evidenciam que, em 25 testes, os valores da medida estatística Z ficaram abaixo do $Z_{\text{crítico}}$ para o nível de significância estabelecido, aceitando-se, conseqüentemente, a hipótese nula H_{0A} para tais ocorrências. Nos 65 testes restantes, os resultados da medida estatística Z ficaram acima do $Z_{\text{crítico}}$, ocasionando

para estes dígitos a aceitação da hipótese alternativa H_{1A} . Todas as UGs apresentaram ao menos quatro dígitos com desvios significativos, desde a UG8, que apresentou desvios no 1, 3, 8 e 9, até a UG3 com desvios em todos os dígitos. Ainda na Tabela 4, os resultados do χ^2 -teste, aplicado à análise global dos desvios de todos os dígitos, evidenciam a necessidade de rejeição da hipótese nula H_{0C} para todas as UGs, desde a UG8 com o menor desvio (44,47) até a UG3 com o maior desvio (3.072,91) observado.

Tabela 4 Análise individual por unidade gestora do estado E1 aplicada ao Primeiro Dígito - Z-Teste e χ^2 -Teste

Dígito	UG1	UG2	UG3	UG4	UG5	UG6	UG7	UG8	UG9	UG10	
Z-Teste	1	1,789*	11,460	24,177	0,408*	13,431	8,269	1,965	3,059	6,064	8,463
	2	3,180	28,627	15,450	2,532	4,308	0,578*	0,204*	0,077*	7,514	3,054
	3	2,660	8,476	8,994	0,915*	4,793	2,809	3,541	2,451	3,329	5,539
	4	6,122	19,983	4,021	7,983	9,156	0,237*	2,040	0,753*	4,582	0,712*
	5	2,841	3,852	11,690	3,296	2,011	8,450	1,686*	0,686*	1,084*	1,642*
	6	2,152	17,603	2,158	1,457*	19,453	14,311	5,394	1,859*	2,534	1,323*
	7	0,002*	0,399*	44,579	0,660*	8,790	8,704	3,848	0,888*	2,534	4,734
	8	3,608	1,342 *	14,123	3,364	0,690*	8,529	0,305*	3,940	0,837*	4,929
	9	4,641	13,885	14,029	2,301	1,451*	2,524	2,293	3,526	3,778	4,296
χ^2 -Teste	97,28	1.682,44	3.072,91	93,63	672,57	460,71	67,42	44,47	131,02	152,73	

(*) Desvio não significativo para um $\alpha = 0,05$, com um $Z_{\text{crítico}} \leq 1,96$ e $\chi^2_{\text{crítico}} \leq 15,507$.

Valendo-se da metodologia anteriormente demonstrada, a Tabela 5 apresenta os resultados do Z-teste e χ^2 -teste para o primeiro dígito, aplicados na análise individual relativa às 10 UGs integrantes da amostra obtida do estado E2. Vê-se, na tabela abaixo, que em apenas 10 testes os valores obtidos com a medida estatística Z ficaram abaixo do $Z_{\text{crítico}}$ para o nível de significância estabelecido, ocasionando a aceitação da hipótese nula H_{0A} para tais ocorrências. Nas demais observações, 80 testes, os valores da medida estatística Z indicaram a ocorrên-

cia de desvios significativos, ocasionando para estes dígitos a aceitação da hipótese alternativa H_{1A} . Todas as UGs apresentaram desvios significativos ao menos em quatro dígitos. Vê-se ainda na Tabela 5 que os resultados do χ^2 -teste evidenciam a necessidade de rejeição da hipótese nula H_{0C} , indicando que a distribuição dos valores das notas de empenho de todas as UGs não está compatível com as probabilidades previstas pela NB-Lei, tendo a UG3 o menor desvio (129,16) e a UG2 o maior desvio (23.199,46) observado.

Tabela 5 Análise individual por unidade gestora do estado E2 aplicada ao Primeiro Dígito - Z-Teste e χ^2 -Teste

Dígito	UG1	UG2	UG3	UG4	UG5	UG6	UG7	UG8	UG9	UG10	
Z-Teste	1	0,891*	39,581	4,714	15,840	31,638	2,780	17,193	8,943	1,328*	9,023
	2	5,111	30,745	1,883*	12,240	19,552	6,961	2,573	10,841	2,514	10,295
	3	2,481	23,145	0,295*	4,420	2,630	6,936	3,647	19,766	3,997	11,973
	4	10,297	20,405	0,649*	11,873	16,702	3,938	6,825	3,998	9,767	12,086
	5	13,705	5,244	3,274	4,213	21,784	15,758	5,140	9,117	26,621	6,266
	6	2,745	5,127	5,990	8,481	13,970	3,040	9,413	6,257	8,583	11,912
	7	10,162	100,698	6,231	3,685	1,009*	1,984	2,772	11,450	1,036*	12,411
	8	8,002	105,926	3,206	6,079	6,345	6,543	7,503	7,090	4,777	1,820*
	9	0,315*	15,206	4,513	7,015	1,790	6,316	0,072*	7,133	8,481	8,644
χ^2 -Teste	462,51	23.199,46	129,16	624,10	2.068,13	423,67	435,76	845,88	922,78	794,26	

(*) Desvio não significativo para um $\alpha = 0,05$, com um $Z_{\text{crítico}} \leq 1,96$ e $\chi^2_{\text{crítico}} \leq 15,507$.

Concluindo a análise do primeiro dígito, foram agrupados os 134.281 empenhos emitidos pelas 20 UGs para elaboração de um diagnóstico do comportamento dos gastos em sua totalidade, cujos resultados foram evidenciados na Tabela 6 e na Figura 1.

Consoante informações detalhadas na Tabela 6, vê-se que os valores obtidos com a medida estatística Z ficaram acima do $Z_{crítico}$ para todos os dígitos, ensejando a rejeição da hipótese H_{0A} para todas as ocorrências. Os maiores desvios foram observados respectivamente nos dígitos 7, 9, 6 e 8. Outro dado revelador pode ser percebido pelo sinal do desvio observado, visto que, em relação aos dígitos 7 e 8, houve um aumento de ocorrências, enquanto para os dígitos 9 e 6 houve uma redução em relação à proporção prevista pela NB-Lei.

Examinando o padrão das distorções verificadas no primeiro dígito, percebe-se uma provável influência do limite de dispensa do processo licitatório, previsto na Lei Federal n.8.666/93, no comportamento do gasto público. Os desvios sugerem, dado que o limite de dispensa para compras

e serviços que não de engenharia é de até R\$ 8.000,00, a ocorrência de um possível deslocamento dos valores iniciados pelos dígitos 6 e 9 para os dígitos 7 e 8 em valores iguais ou inferiores ao limite legal estabelecido, evitando-se, desta forma, a necessidade de realização de processos licitatórios, para o caso do dígito 9. Por outro lado, a escassez de ocorrências verificada para o dígito 6 seria o reflexo deste mesmo deslocamento, desta vez motivado por uma maximização do benefício da dispensa.

Segundo Krakar e Zgela (2009), deve ser dada uma maior atenção aos dígitos que estão em excesso, mediante análise cautelosa do histórico dos eventos e das possíveis causas de sua ocorrência. Dígitos em escassez geralmente não merecem atenção adicional, visto ser apenas o reflexo dos excedentes verificados em outros dígitos.

O resultado obtido no χ^2 -teste(3.214,32) mais uma vez enseja a rejeição da hipótese nula H_{0C} para os dados agrupados, visto que não há conformidade entre a distribuição observada e as probabilidades previstas na NB-Lei para o nível de significância de 5%.

Tabela 6 Análise agrupada aplicada ao Primeiro Dígito - UGs dos dois estados na sua totalidade

Dígito	Quant.	Contagem	Proporção	Proporção	Desvio	Valor de Z	χ^2
1	39.342	40.419	0,301	0,2930	-0,008	6,402	28,68
2	23.170	23.647	0,1761	0,1725	-0,004	3,413	9,62
3	15.845	16.772	0,1249	0,1180	-0,007	7,645	51,20
4	12.651	13.012	0,0969	0,0942	-0,003	3,324	10,01
5	11.409	10.635	0,0792	0,0850	0,006	7,816	56,32
6	8.099	8.983	0,0669	0,0603	-0,007	9,654	87,07
7	11.971	7.788	0,058	0,0891	0,031	48,827	2.246,32
8	7.631	6.875	0,0512	0,0568	0,006	9,352	83,09
9	4.163	6.150	0,0458	0,0310	-0,015	25,932	642,02
Total	134.281	134.281	1,0000	1,0000	0,000		3.214,32

(*) Desvio não significativo para um $\alpha = 0,05$, com um $Z_{crítico} \leq 1,96$ e $\chi^2_{crítico} \leq 15,507$.

De uma forma geral, abstraindo-se do rigor específico de níveis de significância, a simples observação da distribuição dos algarismos 1 a 9 para o primeiro dígito, retratada na Figura 1, demonstra que a NB-Lei também é aplicável aos valores das notas de empenho resultantes da

despesa pública estadual, confirmando resultados obtidos em pesquisas anteriormente realizadas que já retratavam sua aplicabilidade aos gastos públicos municipais (Santos & Diniz, 2004; Santos, Diniz, & Ribeiro Filho, 2003; Santos, Diniz, & Corrar, 2005; Diniz, Corrar, & Slomski, 2010).

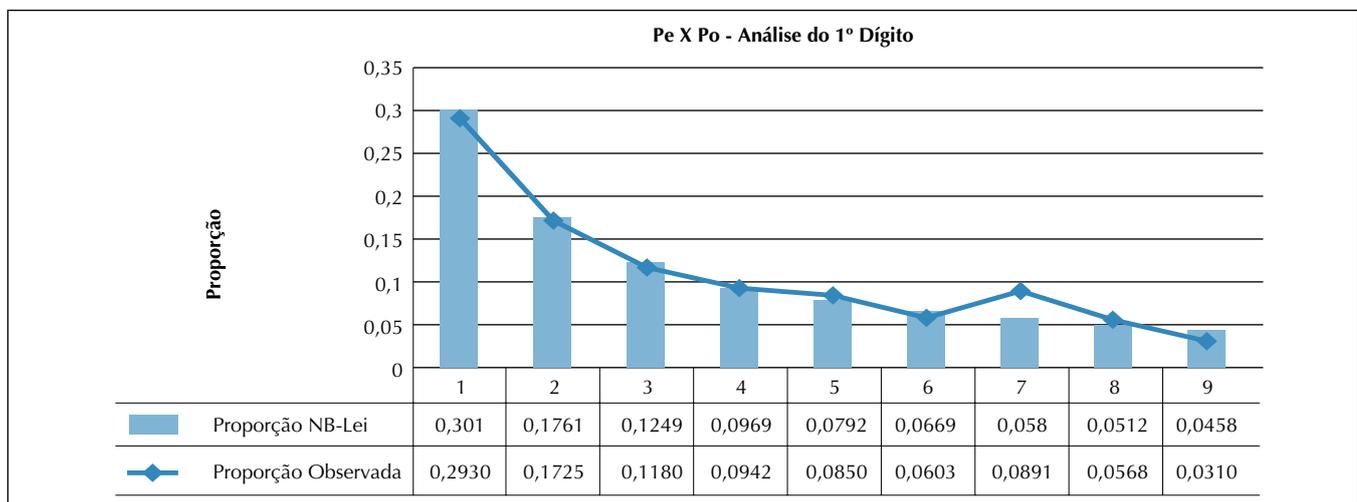


Figura 1 Distribuição de ocorrências do primeiro dígito, dados agrupados das 20 UGs

Para análise do segundo dígito, foram apresentados, nas Tabelas 7 e 8, os resultados do Z-teste e χ^2 -teste aplicados à distribuição e ocorrência observada para os algarismos 0 a 9 extraídos do segundo dígito relativos aos valores dos empenhos emitidos pelas 10 UGs integrantes da amostra obtida do estado E1.

A Tabela 7 retrata os resultados individualmente observados para cada UG, evidenciando que, em 20 testes, os valores obtidos com a medida estatística Z ficaram abaixo do $Z_{\text{crítico}}$ para o nível de significância estabelecido, aceitando-se, conseqüentemente, a hipótese nula H_{0B} para tais ocorrências. Nos 80 testes restantes, os resultados da medi-

da estatística Z ficaram acima do $Z_{\text{crítico}}$, ocasionando para estes dígitos a aceitação da hipótese alternativa H_{1B} . Todas as UGs apresentaram ao menos dois dígitos com desvios significativos, desde a UG4, que apresentou desvios nos dígitos 0 e 8, até as UGs 2, 8 e 10 com desvios significativos em todos os 10 dígitos analisados. A Tabela 7 demonstra ainda, ante os resultados obtidos no χ^2 -teste, a necessidade de rejeição da hipótese nula H_{0D} para todas as UGs, indicando a não conformidade na análise global de todos os dígitos, tendo a UG4 o menor desvio (24,70) e a UG2 o maior desvio (5.717,79) observado.

Tabela 7 Análise individual por unidade gestora do estado E1 aplicada ao Segundo Dígito - Z-Teste e χ^2 -Teste

Dígito	UG1	UG2	UG3	UG4	UG5	UG6	UG7	UG8	UG9	UG10	
Z-Teste	0	6,753	52,680	43,378	2,448	69,740	31,413	29,978	22,819	20,001	38,453
	1	2,997	23,654	26,490	1,573*	6,632	13,306	10,631	10,364	7,694	5,544
	2	0,639*	14,008	4,286	1,032*	5,834	8,144	4,167	3,120	3,328	3,387
	3	2,558	21,552	20,827	1,593*	15,056	9,570	10,271	6,614	7,306	5,149
	4	2,525	16,081	2,365	1,792*	13,071	0,404*	0,694*	3,199	1,300*	5,337
	5	0,772*	35,741	22,635	1,054*	0,372*	5,423	3,143	7,231	4,213	5,849
	6	1,599*	3,781	6,317	1,693*	12,317	1,081*	1,136*	5,859	1,568*	6,110
	7	5,611	17,144	11,741	1,547*	11,114	12,539	8,504	6,585	5,315	9,082
	8	3,511	13,582	3,156	2,002	11,936	14,696	2,459	2,254	2,879	4,946
	9	0,299*	19,437	1,785*	0,820*	13,418	14,601	6,216	5,147	5,957	8,544
χ^2 -Test	104,71	5.717,79	3.327,41	24,70	5.260,70	1.733,88	1.122,01	761,52	552,96	1.622,06	

(*) Desvio não significativo para um $\alpha = 0,05$, com um $Z_{\text{crítico}} \leq 1,96$ e $\chi^2_{\text{crítico}} \leq 16,919$.

Na Tabela 8 são apresentados os resultados do Z-teste e χ^2 -teste aplicados na análise do segundo dígito relativa às 10 UGs integrantes da amostra obtida do estado E2.

Vê-se, na tabela a seguir, que em apenas 8 testes os valores obtidos com a medida estatística Z ficaram abaixo do $Z_{\text{crítico}}$, aceitando-se para tais observações a hipótese nula H_{0B} . Para os 92 testes restantes, os valores da medida estatística Z indicaram a ocorrência de desvios significativos, ocasionando a

aceitação da hipótese alternativa H_{1B} para tais dígitos. Todas as UGs apresentaram desvios ao menos em quatro dígitos. Ainda na Tabela 8, os resultados do χ^2 -teste evidenciam a necessidade de rejeição da hipótese nula H_{0D} para todas as UGs analisadas, indicando que a distribuição dos valores das suas notas de empenho não estão compatíveis com as probabilidades esperadas pela NB-Lei, tendo a UG6 o menor desvio (152,45) e a UG2 o maior desvio (20.035,18) observado.

Tabela 8 Análise individual por unidade gestora do estado E2 aplicada ao Segundo Dígito - Z-Teste e χ^2 -Teste

Dígito	UG1	UG2	UG3	UG4	UG5	UG6	UG7	UG8	UG9	UG10	
Z-Teste	0	83,257	138,594	15,571	11,882	7,311	3,683	4,477	21,128	2,874	12,282
	1	29,110	24,306	7,597	12,081	16,455	7,130	13,055	9,272	3,438	5,095
	2	6,457	22,412	4,328	4,860	10,877	3,429	0,679*	7,598	4,933	7,589
	3	11,724	23,483	9,581	12,722	47,712	4,669	29,029	9,133	9,959	13,331
	4	20,267	24,752	5,172	9,197	10,309	2,926	5,314	6,552	8,854	6,832
	5	20,999	9,746	4,263	3,865	14,466	5,680	6,187	25,325	1,191*	1,729*
	6	0,964*	22,786	3,356	1,866*	14,624	0,271*	2,503	8,042	7,928	9,355
	7	18,664	16,192	1,603*	16,816	16,604	0,882*	8,892	3,366	10,991	39,474
	8	17,425	13,498	2,602	3,780	14,577	3,985	4,834	3,450	4,613	12,467
	9	11,411	12,260	6,059	13,347	10,891	3,590	10,742	6,773	2,829	6,527
χ^2 -Test	8.499,74	20.035,18	458,18	948,91	3.469,54	152,45	1.192,09	1.339,58	396,41	2.094,47	

(*) Desvio não significativo para um $\alpha = 0,05$, com um $Z_{\text{crítico}} \leq 1,96$ e $\chi^2_{\text{crítico}} \leq 16,919$.

Finalizando a análise do segundo dígito, foram agrupados os 134.281 empenhos integrantes da amostra no intuito

de avaliar o comportamento dos gastos em sua totalidade, cuja distribuição e desvios observados encontram-se evi-

denciados na Figura 2 e de forma detalhada na Tabela 9.

Observando os dados da Tabela 9 fica evidente que o único dígito a apresentar um desvio não significativo na medida estatística Z foi o 2, todos os demais dígitos apresentaram variações significativas, razão pela qual se aceita a hipótese nula H_{0B} para o dígito 2 e rejeita-se tal hipótese para os demais dígitos. Mais uma vez a indicação do sinal do desvio foi algo determinante para a análise, visto que apenas os dígitos 0 e 5, dentre os que extrapolaram o $Z_{crítico}$, apresentaram um aumento em suas ocorrências quando comparados à proporção prevista na NB-Lei. Este padrão de distorção observado, com excessos de ocorrências nos dígitos 0 e 5 da segunda posição, reflete a existência de uma maior ocorrência de valores arredondados entre os empenhos, tais como 4.000, 250 e 8.000. Destaca-se, dentre os possíveis fatores que explicariam esta ocorrência, a inclusão de valores fictícios ou que os preços contratados não

estão sendo formados em razão da aplicação direta de uma margem de lucro ao montante dos seus custos e despesas para produzir e vender. Ressalta-se mais uma vez a necessidade de análises qualitativas no histórico dos eventos e em possíveis fatores de ordem conjuntural, mediante práticas de auditoria, para poder determinar se tais desvios decorrem de erros e fraudes ou se são explicados por fatores comportamentais e/ou normativos.

O excesso de ocorrências para o dígito (0) também foi observado em pesquisas anteriormente realizadas por Carslaw (1988), Krakar e Zgela (2009), as quais aplicaram a análise do segundo dígito respectivamente a dados financeiros da receita e movimentação financeira do sistema bancário. O resultado obtido no χ^2 -teste(24.060,16) confirma a rejeição da hipótese nula H_{0C} , dada a não conformidade da distribuição na análise global com as probabilidades previstas na NB-Lei para o segundo dígito ao nível de significância de 5%.

Tabela 9 Análise agrupada aplicada ao Segundo Dígito - UGs dos dois estados na sua totalidade

Dígito	Quant.	Contagem	Proporção	Proporção	Desvio	Valor de Z	χ^2
0	33.603	16.060	0,1196	0,2502	0,131	147,529	19.162,92
1	10.488	15.295	0,1139	0,0781	-0,036	41,284	1.510,56
2	14.569	14.610	0,1088	0,1085	0,000	0,353*	0,11
3	11.404	14.006	0,1043	0,0849	-0,019	23,223	483,23
4	9.994	13.468	0,1003	0,0744	-0,026	31,558	896,27
5	14.639	12.985	0,0967	0,1090	0,012	15,268	210,69
6	10.548	12.542	0,0934	0,0786	-0,015	18,694	316,97
7	10.316	12.139	0,0904	0,0768	-0,014	17,344	273,77
8	10.922	11.763	0,0876	0,0813	-0,006	8,113	60,13
9	7.798	11.414	0,0850	0,0581	-0,027	35,378	1.145,50
Total	134.281	134.281	1,0000	1,0000	0,000		24.060,16

(*) Desvio não significativo para um $\alpha = 0,05$, com um $Z_{crítico} \leq 1,96$ e $\chi^2_{crítico} \leq 16,919$.

A Figura 2 demonstra de forma visual o excesso na proporção de observações constatadas para o dígito (0),

25,02% das ocorrências, quando comparada à proporção esperada em decorrência da NB-Lei, 11,96%.

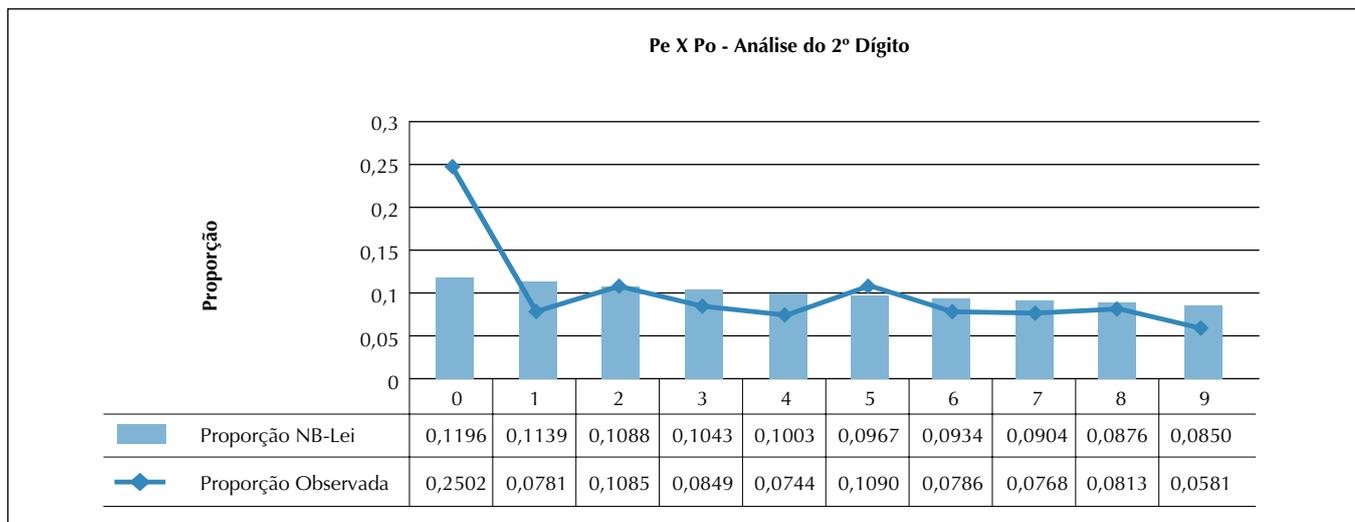


Figura 2 Distribuição de ocorrências do segundo dígito, dados agrupados das 20 UGs

De uma forma geral, abstraindo-se do rigor específico do nível de significância estabelecido, a simples observação nas Figuras 1 e 2 da distribuição dos dígitos demonstra que

a NB-Lei também é aplicável aos valores das notas de empenho resultantes da despesa dos entes públicos federativos, incluindo-se entre estes os que integram a esfera estadual.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo avaliou a existência de desvios significativos na distribuição do primeiro e segundo dígitos dos gastos públicos estaduais em relação ao comportamento previsto pela NB-Lei a fim de identificar modelos contábilométricos que se apliquem à auditoria do setor público, constatando-se:

- A ocorrência de desvios significativos nas análises individuais por UG e agrupada por estados em relação à distribuição prevista pela NB-Lei para o primeiro dígito. A análise agrupada por estados revelou que os maiores desvios ocorreram para as notas de empenhos iniciadas por 7 e 8, para as quais houve um excesso de ocorrências, e 9 e 6, com escassez de ocorrências. Este padrão de desvio observado sugere um comportamento de fuga à realização dos processos licitatórios nos gastos públicos. Tal comportamento de fuga não necessariamente estaria de forma positiva associado à ocorrência de fracionamentos de despesa. Dada a imposição legal de realização do processo licitatório, para os valores acima de R\$ 8.000,00 nos termos da lei, este comportamento de fuga poderia ser explicado pela preferência do administrador, no exercício da sua discricionariedade, em evitar a realização de contratações em valores próximos e imediatamente acima do limite para licitar;
- Desvios significativos nas análises individuais por UG e agrupadas por estado em relação à distribuição prevista pela NB-Lei para o segundo dígito. A análise agrupada por estados revelou a ocorrência de desvios significativos positivos, ocorrências em excesso apenas para os valores das notas de empenho tendo os algarismos 0 e 5 por segundo dígito. Este padrão de desvio indica a ocorrência de arredondamentos nos valores dos empenhos, os quais, aparentemente, não estão sendo formados em razão da aplicação direta de uma margem de lucro ao montante dos seus custos e despesas para produzir e vender.

Por conseguinte, em atenção à primeira hipótese levantada neste artigo que trata da análise local dos desvios aplicada ao primeiro dígito (Z-teste), aceitou-se a hipótese nula H_{0A} para 25 testes aplicados ao estado E1 (Tabela 4) e

10 testes aplicados ao estado E2 (Tabela 5), rejeitando-se essa hipótese para os demais testes. Em relação à análise agrupada por estados, constata-se a rejeição da hipótese nula H_{0A} para todos os dígitos testados (Tabela 6).

Na segunda hipótese levantada, que trata da análise local dos desvios aplicada ao segundo dígito (Z-teste), aceitou-se a hipótese nula H_{0B} para 20 testes aplicados ao estado E1 (Tabela 7) e 8 testes aplicados ao estado E2 (Tabela 8), rejeitando-se essa hipótese para os demais testes. Em relação à análise agrupada por estados, aceitou-se H_{0B} para o dígito 2, rejeitando-se para os demais (Tabela 9).

Quanto à terceira hipótese, que trata da análise global dos desvios aplicada ao primeiro dígito (χ^2 -teste), rejeitou-se a hipótese nula H_{0C} para todas as 10 UGs do estado E1 (Tabela 4) e do estado E2 (Tabela 5). Rejeitou-se também H_{0C} para as análises agrupadas por estados (Tabela 6). A análise global dos desvios aplicada ao segundo dígito, estabelecida na quarta e última hipótese, demonstrou de igual forma a rejeição da hipótese nula H_{0D} para todas as 20 UGs testadas (Tabelas 7 e 8), bem como para a análise agrupada por estados (Tabela 9).

A utilização da NB-Lei como metodologia aplicada à auditoria no setor público tem se demonstrado eficaz quanto à determinação de desvios no comportamento dos seus gastos, os quais, mediante análise qualitativa do histórico dos eventos e das possíveis causas da ocorrência destes desvios, podem vir a detectar a existência de erros, fraudes e tendências comportamentais dos gestores na utilização dos recursos públicos.

Vê-se, portanto, que a sua utilização constitui-se em efetivo subsídio às equipes de auditoria, sobretudo na elaboração do seu planejamento e determinação da amostra auditada. Sua aplicação, conjugada a um ambiente de auditoria digital, viabilizaria ainda aos órgãos de controle externo a emissão de alertas automatizados indicativos de desvios por excesso na ocorrência dos dígitos, os quais se prestariam como mais um indicador de apoio à tomada de decisão para os gerentes das equipes de auditoria, com repercussões na otimização dos resultados mediante a alocação dos recursos às áreas ou entidades consideradas prioritárias.

Referências

- Attie, W. (2010). *Auditoria: conceitos e aplicações*. (5. ed.). São Paulo: Atlas.
- Banks, W. P. et al. (1976). Semantic congruity effects in comparative judgments of magnitudes of digits. *Journal of Experimental Psychology, Human Perception and Performance*, 2 (3), 435-447.
- Benford, F. (1938). The law of anomalous numbers. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 78 (4), 551-572.
- Berton, L. (1995, July). He's got their number: scholar uses math to foil financial fraud. *The Wall Street Journal*, 10, B1.
- Bhattacharya, S. (2002). From Kautilya to Benford – trends in forensic and investigative accounting. *9th World Congress of Accounting Historians*, School of Accounting and Finance, Deakin University.
- Caneghem, T. V. (2002). Earnings management induced by cognitive reference points. *The British Accounting Review*, 34 (2), 167-178.
- Carlsaw, C. A. P. N. (1988, April). Anomalies in income numbers: evidence of goal oriented behavior. *The Accounting Review*, 2 (LXIII), 321-327.
- Constituição da República Federativa do Brasil. (2008). Brasília: Senado, 169 p.
- Das, S., & Zhang, H. (2002). Rounding-up in reported EPS, behavioral thresholds, and earnings management. *Journal of Accounting & Economics*, 35 (1), 31-50. Recuperado em 22 fevereiro, 2012, de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165410102000964>.
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (1994). *Handbook of qualitative research*. Sage Publications: London.
- Diniz, J. A., Corrar, L. J., & Slomski, V. (2010). Análise digital: uma abordagem cognitiva na detecção de não conformidade em prestações de contas municipais. *Anais do Congresso Controladoria e Contabilidade USP*, São Paulo, SP, Brasil, 10. Recuperado em 12 janeiro, 2010, de <http://www.congressousp.fipecafi.org/artigos102010/474.pdf>.
- Gabor, A., & Granger, C. W. J. (1996, February). Price as an indicator of quality. Report on an inquiry. *Economica*, 12 (2), 43-70.
- Geyer, C. L., & Williamson P. P. (2004). Detecting fraud in data sets using Benford's law. *Communications in Statistics: Simulation and*

- Computation*, 33 (1), 229-246.
- Hill, T.P. (1995). Base-invariance implies Benford's law. *Proceedings of the American Mathematical Society*, 123 (3), 887-895.
- Hill, T. P. (1996). A Statistical derivation of the Significant-Digital Law. *Statistical Science*, 10 (4), 354-363.
- Iudícibus, S. de. (2009). *Teoria da contabilidade*. (9 ed.). São Paulo: Atlas.
- Krakar, Z., & Žgela, M. (2009, July). Application of Benford's law in information systems auditing. *Journal of Information and Organizational Sciences*, 33 (1), 39-51.
- Lei n. 8.666, de 21 de junho de 1993. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da administração pública e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 22 junho de 1993. Recuperado em 24 fevereiro, 2011, de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L8666cons.htm.
- Lei n. 10.520, de 17 de julho de 2002. Institui, no âmbito da União, Estados, Distrito Federal e Municípios, nos termos do art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, modalidade de licitação denominada pregão, para aquisição de bens e serviços comuns, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 18 julho de 2002. Recuperado em 24 fevereiro, 2011, de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/2002/L10520.htm.
- Martins, G. A., & Theóphilo, C. R. (2009). *Metodologia da investigação científica para as ciências sociais aplicadas*. (2 ed.). São Paulo: Atlas.
- Moore, G. B., & Benjamin, C. O. (2004). Using Benford's Law for fraud detection. *Internal Auditing*, 19 (1), 4-9.
- Motta Júnior, E. P. (2010). *Investigação de modelo de auditoria contínua para tribunais de contas*. 109 f. Dissertação de mestrado em Gestão de Tecnologia da Informação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.
- Moyer, R. S., & Landauer, T. K. (1967). Time required for judgments of numerical inequality. *Nature (London)*, 215 (5109), 1519-1520.
- Murcia, F. D., Souza, F. C., & Borba, J. A. (2008). Continuous audit: a literature review. *Revista Organizações em Contexto (online)*, 4 (7), 1-17.
- Nearon, B. H. (2005, January). Foundations in auditing and digital evidence. *The CPA Journal*, ABI/INFORM Global, 75 (1), 32.
- Newcomb, S. (1981). Note on the frequency of use of the different digits in natural numbers, *AJM*, 4(1), 39-40.
- Nigrini, M. J. (1999, May). I've got your number – online publications. *Journal of Accountancy*, 187 (5), 79-83.
- 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>.
- Nigrini, M. J., & Miller, S. J. (2006). Data diagnostics using second-order tests of Benford's law. *Auditing: A Journal of Practice & Theory*, 28 (2), 305-324.
- Perez Júnior, J. H. (1998). *Auditoria de demonstrações contábeis: normas e procedimentos*. São Paulo: Atlas.
- Pinkham, R. S. (1961). On the distribution of first significant digits. *Annals of Mathematical Statistics*, 32 (4), 1223-1230.
- Raimi, R. (1969). The peculiar distribution of first significant digits. *Scientific American*, 221 (6), 109-120.
- Raup, F. M., & Beuren, I. M. (2008). Metodologia da pesquisa aplicável às Ciências Sociais. In Beuren, I. M. (Org.). *Elaborar trabalhos monográficos em contabilidade: teoria e prática*. (3 ed.). São Paulo: Atlas.
- Rosch, B. (1975). Cognitive reference points. *Cognitive Psychology*, 7 (4), 532-547.
- 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.
- Santos, J., Diniz, J. A., & Ribeiro Filho, J. F. (2003). A Lei de Newcomb-Benford: 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.
- Triviños, A. N. S. (1987). *Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação*. São Paulo: Atlas.
- Vasarhelyi, M. A., & Halper, E.B. (1991). The continuous audit of online systems. *Auditing: A Journal of Practice and Theory*, 10 (1), 110-125.