
**LEI DE NEWCOMB-BENFORD APLICADA NO CONTROLE INTERNO NAS
EMPRESAS: UM ESTUDO DE CASO NO CONTROLE DE LANÇAMENTOS
FINANCEIROS.**

***NEWCOMB-BENFORD LAW APPLIED TO INTERNAL CONTROL IN BUSINESS: A
CASE STUDY IN THE CONTROL OF FINANCIAL RELEASES.***

Daniel Hilario Ribeiro (FACE) *danielhilario@uol.com.br*

Sandro Eduardo Monsueto (FACE) *monsueto@face.ufg.br*

Endereço Eletrônico deste artigo: <http://www.raunimep.com.br/ojs/index.php/regen/editor/submissionEditing/449>

Resumo

O controle nas organizações é fundamental para a manutenção de suas atividades. Na área financeira os dados devem ser reais e verdadeiros. Considerando um grande volume de dados, torna-se imprescindível à aplicação de novas metodologias científicas na área da controladoria. Com a aplicação de métodos de controle conhecidos, podem-se detectar erros e fraudes. A Lei de Newcomb-Benford tem se verificado fortemente aderente na verificação das probabilidades de uma grande série de números. O presente trabalho, por meio de um estudo de caso, apresenta a aplicação da Lei de Newcomb-Benford no controle de lançamentos financeiros em uma empresa que comercializa produtos e serviços para o setor industrial, como forma de fazer uma avaliação inicial de confiabilidade desses lançamentos. É apresentada a Lei de Newcomb-Benford e a fundamentação teórica sobre o tema. Posteriormente, a metodologia e base de dados utilizados, seguindo com a análise e interpretação dos resultados.

Palavras-chave: Finanças. Controladoria. Lei de Newcomb-Benford. Auditoria. Matemática Aplicada.

Abstract

The control in organizations is essential to maintain its activities. In the financial data must be real and true. Considering a large volume of data, it becomes essential to the application of new scientific methodologies in the area of controlling. With the application of control

methods known, it can detect errors and fraud. Newcomb-Benford's Law has been checked adherent to verify the probabilities of a large series of numbers. This present work, through a case study presents the application of Newcomb-Benford Law in control financial postings in a company that sells products and services to industrial sector as a way to make an initial evaluation of reliability of these releases . It's presented Newcomb-Benford's Law and the theoretical foundation about the theme. After this, the methodology and database used, following with the analysis and interpretation of the results.

Key-words: Finance. Controller. Newcomb-Benford Law. Audit. Applied Mathematics.

Artigo recebido em: 23/03/2015

Artigo aprovado em: 10/04/2013

1. Introdução

O controle nas organizações é fundamental para a manutenção de suas atividades. Na área financeira os dados devem ser reais e verdadeiros sem interferências, manipulações ou erros, pois as decisões de investimentos, pagamentos e recebimentos podem ser baseadas nesses lançamentos. Devido às necessidades impostas na era do conhecimento, tanto em relação à informação quanto as novas tecnologias, e considerando um grande volume de dados, torna-se imprescindível à aplicação de novas metodologias científicas na área da controladoria.

A função básica do processo de controle nas organizações é apurar as variações entre o real (ou observado) e o planejado (ou esperado), objetivando aperfeiçoar o resultado das transações e o resultado econômico geral da entidade. Ocasionalmente, o controle pode ser utilizado para prevenção de erros e/ou fraudes, originados de imperfeições humanas ou éticas (FRANCISCHETTI, 2007). O controle é a etapa final do processo de gestão, processo este que se caracteriza pelo ciclo de planejamento, execução e o controle. O processo de controle aplica-se nas etapas de execução e confronta com o que foi planejado e deve possibilitar a introdução de mudanças decorrentes de alterações nos planos, devendo, ainda, ser eficiente, acusando e corrigindo o mais rápido possível as falhas e erros existentes.

Na gestão pública o controle se torna ainda mais necessário, devido às várias denúncias de irregularidades em licitações. De acordo com Prateado (2011), por exemplo, o chefe da Controladoria-Geral do Município de Goiânia, entregou uma carta renúncia ao prefeito de Goiânia, alegando, entre várias razões, o constrangimento com o volume de

irregularidades nas licitações. Segundo o autor, existe a suspeita de que a sequência de fracionamentos das despesas realizadas pela administração direta e indireta estavam sendo realizadas como meio de se burlar a lei de licitações. Devido ao elevado volume de lançamentos neste tipo de administração, o uso de algum método de controle poderia ser útil para definir algum tipo de amostragem para se aprofundar na análise do problema.

Com a aplicação de métodos de controle conhecidos, podem-se detectar erros e fraudes. Sá (2002) define erro como sendo uma ação involuntária, sem intuito de causar dano. Já fraude pode ser uma ação premeditada visando tirar proveito de alguma forma, um erro proposital. Quanto mais imperfeito é o controle de uma empresa, tanto mais vulnerável ela se torna a erros e fraudes (SÁ, 2002).

Desta forma, a problemática que motiva este trabalho é a verificação inicial da consistência de dados que serão utilizados para suporte à decisão. Dependendo da quantidade de dados a serem analisados, se torna necessário fazer uso dos atributos da definição de amostragem para obter informações representativas acerca da população objeto de avaliação (BOYNTON et al., 2004).

Uma metodologia que tem se verificado fortemente aderente na verificação das probabilidades de uma grande série de números é a denominada de Lei de Newcomb-Benford. Tal método se caracteriza por realizar uma comparação entre a variação de uma frequência esperada de valores, determinada de acordo com o modelo proposto pela lei, com sua frequência observada em um determinado período de tempo e a verificação da significância de suas respectivas diferenças (FRANCISCHETTI, 2007).

O objetivo desta pesquisa é, portanto, aplicar a Lei de Newcomb-Benford no controle dos lançamentos de dados de pagamentos efetuados diariamente em uma empresa que comercializa produtos e serviços para o setor industrial, como forma de fazer uma avaliação inicial da confiabilidade desses lançamentos. Especificamente, será realizado um estudo de caso para uma empresa da cidade de Goiânia, utilizando os lançamentos contábeis implementados no período de setembro de 2010 a setembro de 2011.

Para tanto, o trabalho é constituído de seis seções, iniciando com esta introdução. Na próxima seção é apresentada a Lei de Newcomb-Benford, enquanto que a terceira seção apresenta a fundamentação teórica sobre o tema. A quarta seção discorre sobre a metodologia utilizada nesta pesquisa. A quinta seção traz a análise e interpretação dos resultados, enquanto na sexta e última seção são apresentadas as considerações finais e sugestões.

2. A Lei de Newcomb-Benford

A denominada Lei de Newcomb-Benford surge da observação empírica de dois pesquisadores. Simon Newcomb (1835-1909), astrônomo, matemático e escritor, verificou nas bibliotecas, que as primeiras páginas das tábuas de logaritmos que começavam com o dígito 1 (um), se encontravam mais gastas que as demais. Devia-se ao fato, segundo Newcomb, que as pessoas buscavam mais valores de logaritmos iniciados por 1 daqueles que começavam com 9. Concluiu-se que os dígitos não ocorrem com a mesma frequência e que existe uma anomalia na probabilidade desses números (RIBEIRO et al., 2005).

Do mesmo modo, Frank Benford (1887-1948), engenheiro eletricitista e físico, também observou tal fenômeno, com base em uma pesquisa com mais de 20 mil números de diversas naturezas, e construiu uma tabela estatística com a frequência de ocorrência para os dígitos de 1 a 9, confirmando uma não uniformidade na distribuição do primeiro dígito (SANTOS et al., 2003).

O estudo da lei parte do fato de que em uma amostra de números aleatórios de uma fonte de dados, o primeiro dígito, com exceção do zero, pode ser qualquer algarismo entre 1 e 9. Porém a probabilidade de ocorrência de cada um desses algarismos não é $\frac{1}{9}$, existindo uma anomalia desta probabilidade. É o que confirma a Lei de Newcomb-Benford (1881, 1918), onde mostra que os dígitos 1, 2 e 3 são mais comuns que os demais (4, 5, 6, 7, 8 e 9) como primeiro dígito de uma distribuição aleatória de números, como, por exemplo, a população, taxa de mortalidade, dados de custos, entre outros (FRANCISCHETTI, 2007).

Por ser uma ferramenta quantitativa, a lei não se aplica a todas as séries de números, seleções de amostras e pequenas quantidades numéricas. Não se opera para números que são verdadeiramente fortuitos, por exemplo, loteria de números, e também não se trabalha com número que não corresponde a fenômenos naturais, como por exemplo, números de telefone e datas. Além disso, o método não se aplica a números obtidos de forma imposta, ou seja, quando os valores são obtidos de maneira predefinida, limitando-os (SANTOS et al., 2007).

Apesar destas limitações, em geral, para uma amostra de valores, é possível calcular a frequência proporcional de que o algarismo d aparece como primeiro dígito. Conforme demonstrado em Santos et al. (2007), a lei é expressa pela seguinte equação, que mostra a probabilidade esperada de cada algarismo aparecer como o primeiro dígito de um determinado valor:

Daniel Hilario Ribeiro, Sandro Eduardo Monsueto

$$P(d) = \log_{10} \left(1 + \frac{1}{d} \right), \quad (1)$$

onde d é o primeiro dígito, sendo inteiro [1,9]

A Tabela 1 fornece a frequência de cada número inteiro [1,9] ser o primeiro dígito significativo, obtido a partir da aplicação de (1).

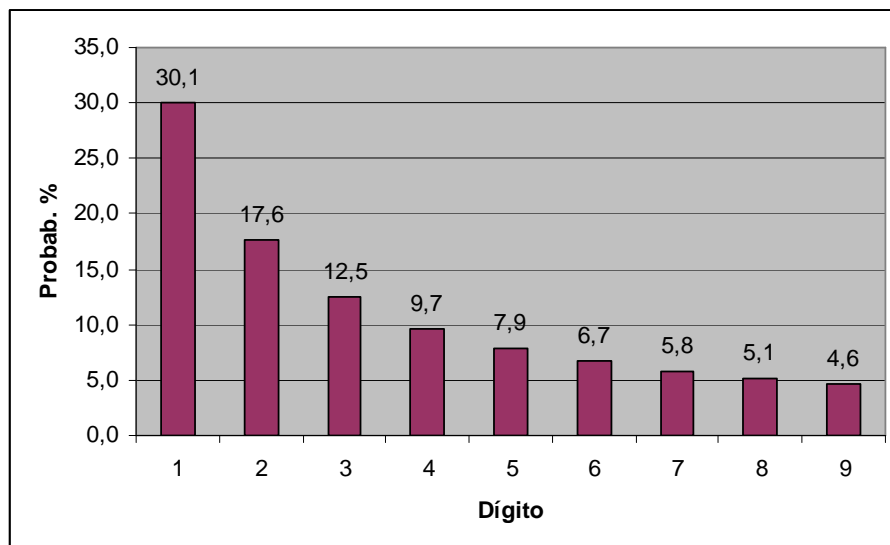
Tabela 1 - Probabilidade de Ocorrência do Primeiro Dígito Significativo

Dígito (d)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total
P(d)	30,10%	17,60%	12,50%	9,70%	7,90%	6,70%	5,80%	5,10%	4,60%	100,00%

Fonte: SANTOS et al. (2009, p.87)

Desta forma, por exemplo, a frequência ou probabilidade esperada de ocorrer um número iniciado pelo dígito 1 é 30,10%, enquanto de um iniciado pelo dígito 5 é de 7,90%. Graficamente, tem-se:

Gráfico 1 – Distribuição de Frequências – Lei de Newcomb-Benford



Fonte: FRANCISCHETTI (2007, p.27)

Ao se comparar a frequência esperada com a observada para uma amostra de dados qualquer, tem-se um indicador da diferença obtida.

Conforme Ribeiro et al. (2005), a Lei de Newcomb-Benford foi originalmente descoberta no final do século XIX. Entretanto, o número de trabalhos publicados sobre esta

lei cresceu a partir da década de 1940. Segundo Nigrini (2000), dos anos sessenta até os anos noventa, sobem os números de trabalhos publicados. Vale enfatizar que o trabalho de Benford foi o mais completo trabalho empírico deste período, isto é, a tabela de Benford era a maior tabela de frequência de dígitos disponíveis para investigação até os anos noventa.

A década de 80 foi o período no qual foi publicado o primeiro trabalho da aplicação da Lei de Newcomb-Benford na Contabilidade. O autor deste trabalho foi Carslaw (1988), que levantou a hipótese de que a frequência de ocorrência para os segundos dígitos contido nos lucros de empresas da Nova Zelândia se afastava significativamente das expectativas (frequência esperada). Por exemplo, há uma frequência observada muito maior de zeros do que uma frequência esperada de nozes como o segundo dígito nos lucros relatados. Ainda na década de 80, o pesquisador Theodore P. Hill mostrou evidência experimental, pois quando são solicitados às pessoas que inventem “números fortuitos”, estes números nunca estão em consonância com a distribuição de Newcomb-Benford, embora eles compartilhem algumas propriedades desta Lei.

Ainda conforme Ribeiro et al. (2005) a década de Noventa foi o período de consolidação da aplicação da Lei de Newcomb-Benford na contabilidade, onde foram vistos avanços recentes na teoria, junto com pesquisa extensa sobre como usar a lei no contexto da auditoria. Christian e Gupta (1993), por exemplo, analisaram dados de contribuintes para achar indícios de evasão secundária, onde se reduz a renda tributável inferior ao exercido pela tabela da receita federal, utilizada nos E.U.A para declaração de impostos de rendas de contribuintes com renda inferior a \$ 100.000,00. O pesquisador Mark J. Nigrini em 1994 foi responsável pelo primeiro trabalho a utilizar a Lei de Newcomb-Benford para descobrir fraudes. Usando os números de um caso de fraudes de folha de pagamentos, o autor comparou as frequências dos dois primeiros dígitos dos cheques fraudulentos com a correspondente distribuição segundo a Lei de Newcomb-Benford como padrão.

3. Pesquisas e Aplicações da Lei de *Newcomb-Benford*

Alguns estudos aplicam, considerando o campo da Contabilometria, a Lei de Newcomb-Benford, com vistas ao aperfeiçoamento do processo de produção de informações no campo de auditoria contábil, verificação de despesas no setor público, entre outras áreas. Esta seção mostra uma breve revisão de trabalhos aplicados sobre a lei.

O trabalho de Santos et al. (2003), analisa uma população de aproximadamente 8 mil notas fiscais de venda emitidas no período de 1998 a 2001, de uma empresa, que tenham sido

objeto de verificação pelos postos fiscais de controle da Secretaria da Fazenda de Pernambuco, visando identificar possíveis subfaturamentos dos valores de venda. A análise da empresa fundamenta-se na comparação entre as distribuições observadas e as esperadas segundo a Lei de Newcomb-Benford, dos primeiros dígitos das notas fiscais e verificação da significância das diferenças. O modelo expressa que do período analisado, os anos de 2000 e 2001 apresentam divergências do esperado, sugerindo ao auditor examinar o motivo dos desvios em relação a lei. Em síntese, para os autores, a Lei de Newcomb-Benford é uma ferramenta importante para auxiliar na detecção de erros contábeis, erros de digitação ou fraudes contábeis no contexto de uma auditoria contábil tradicional ou da auditoria digital.

Ribeiro et al. (2005), tem como objetivo analisar 104.104 notas de empenho, do ano de 2002, de 20 Municípios do Estado da Paraíba, que estão localizados nas regiões do litoral e do sertão. Para tanto, considera os valores das notas de empenho, abstraindo-se o primeiro dígito do valor da despesa correspondente aquele empenho, agrupando-os a um mesmo nível de dígitos, para posterior aplicação da Lei de Newcomb-Benford. Os autores, além de utilizarem a lei como uma distribuição de medidas para detectar desvios de padrões (erros ou fraudes), também aplicam os testes de hipóteses que permitem analisar o grau de significância das divergências entre os dados esperados e os observados. Em ambas as regiões analisadas, os resultados mostram um forte indício de existência de manipulação ou fraude. A análise quantitativa, pelo modelo desenvolvido pelos autores, indica algumas considerações importantes em relação aos dígitos 9 e 8. O primeiro revela uma tendência de superfaturamento nas despesas realizadas pelos gestores dos municípios, enquanto o segundo desvenda que há uma forte tendência do administrador público fracionar as despesas que se situa acima de R\$ 8.000,00, limite estabelecido pela Lei Federal nº 8.666/93, onde disciplina as aquisições mediante licitação (BRASIL, 1993). Dentre os 20 municípios analisados, apenas em três os valores dos empenhos se comportaram conforme a Lei de Newcomb-Benford, para um nível de significância de 10%, sendo que um deles estava sob intervenção judicial durante o exercício financeiro de 2002, inibindo assim, talvez, qualquer conduta ilegal. Outro município tem uma administração exemplar, conforme divulgado pela imprensa regional, com orçamento participativo e conselho de contas constituído por vários segmentos da sociedade local. E um terceiro município que foi recém-emancipado e ainda não teve as contas rejeitadas. Para os autores o trabalho apresenta que a Lei de Newcomb-Benford pode ser uma ferramenta a auxiliar na proteção da sociedade contra fraudes e detecção de irregularidades com o dinheiro público.

A possibilidade de aplicação da Lei de Newcomb-Benford no controle das demonstrações financeiras das organizações é verificada por Francischetti (2007). Para tanto se considera os saldos das contas contábeis do balanço patrimonial de uma empresa de máquinas e equipamentos de uma cidade no interior paulista, do período entre o primeiro trimestre de 2004 até o primeiro trimestre de 2007, totalizando treze exercícios trimestrais. O autor abstrai os primeiros dígitos dos valores dos saldos das contas patrimoniais e os agrupa a um mesmo nível de dígitos, para posterior aplicação da análise gráfica e do modelo contabilométrico. Como resultado, é verificado que as análises dos saldos dos balanços patrimoniais, no período considerado, se ajustam a Lei de Newcomb-Benford. Para o autor, é compatível e viável a aplicação da lei no controle das demonstrações financeiras das organizações, pois estará contribuindo com os gestores informações importantes de que seus resultados econômicos e financeiros estão dentro do que foi pré-estabelecido e das normas legais vigentes.

Santos et al. (2009) tem o objetivo de verificar se o modelo contabilométrico baseado na Lei de Newcomb-Benford é aplicável ao trabalho de auditoria tributária do Imposto sobre Serviço de Qualquer Natureza (ISS/ISQN). O estudo é baseado nos dados de notas fiscais de uma empresa de publicidade, numa cidade do nordeste, emitidas entre os anos de 2002 e 2005. Com a participação de fiscais com experiência de fiscalização do ISS, realizou-se a confrontação do resultado do modelo contabilométrico com o obtido pela auditoria contábil-fiscal, ou seja, se existiam indicações de desvio de padrão (fraudes, erros contábeis ou de lançamentos). Como resultado é constatado variação significativa entre os desvios para as notas fiscais emitidas cujos valores se iniciam com os dígitos 2, 7 e 8, o que devem ser investigadas com maior profundidade, podendo supor que sejam dígitos manipulados ou omissão de registros. É também evidenciada a aplicabilidade do modelo para o processo de auditoria tributária do ISS, pois esse sinalizou os possíveis desvios com a emissão e escrituração das notas fiscais, os quais foram confirmados com os resultados da fiscalização. Por se tratar da aplicação de uma metodologia inédita no processo de auditoria do ISS, para os autores, este trabalho acaba contribuindo com o planejamento e padronização dos processos de fiscalização.

Costa et al. (2011), aprofunda ainda mais no estudo da aplicação da Lei de Newcomb-Benford. Ao analisar 134.281 notas de empenhos emitidas por 20 Unidades Gestoras de dois Estados Brasileiros, o objetivo é detectar a ocorrência de desvios significativos na distribuição do primeiro e segundo dígitos dos gastos públicos, sendo que a análise do segundo dígito é

um estudo inédito para o caso brasileiro. Os dados foram obtidos junto aos portais dos Estados analisados disponibilizados na Internet com empenhos para o exercício de 2009 com valor igual ou superior a R\$ 1,00, que posteriormente foram extraídos o primeiro e segundo dígitos de cada empenho agrupando-os a um mesmo nível de observação. É aplicado na análise dos dados o modelo contabilométrico, o qual se utiliza de testes de hipóteses para avaliar a variação observada para o primeiro e segundo dígitos. O estudo encontra a ocorrência de desvios significativos, sendo que as notas de empenhos iniciadas por 7 e 8, houve excesso, e 9 e 6, com escassez de ocorrências, sugerindo um comportamento de fuga à realização dos processos licitatórios nos gastos públicos. Para os autores, a utilização do modelo constitui-se em efetivo subsídio às equipes de auditoria, sobretudo na elaboração do seu planejamento e determinação da amostra auditada.

As pesquisas apresentadas com aplicação da Lei de Newcomb-Benford estão em consonância com o objetivo desta pesquisa, que é aplicar a lei no controle dos lançamentos de dados de pagamentos efetuados diariamente em uma empresa, como forma de fazer uma avaliação inicial da confiabilidade desses lançamentos. Fundamentando na relação entre a lei e os testes de hipóteses com vistas ao aperfeiçoamento do processo de produção de informações.

4. Metodologia e Base de Dados

Uma das bases da aplicação da Lei de Newcomb-Benford é a comparação entre a frequência observada (p_o) e a probabilidade esperada (p_e) de ocorrência de um algarismo como primeiro dígito em uma amostra de valores, ou seja, $p_o - p_e$. Para tanto, pode-se utilizar um teste Z, que capta a significância estatística desta diferença, trabalhando com a hipótese nula de que não existe diferença entre as frequências observadas e esperadas. Ou seja:

$H_0: p_o = p_e$, Não existe diferença estatisticamente significativa entre as diferenças nas distribuições de probabilidades observadas e esperadas;

$H_1: p_o \neq p_e$, Existe diferença estatisticamente significativa entre as diferenças nas distribuições de probabilidades observadas e esperadas.

O teste Z proposto para esta situação pode ser calculado pela seguinte equação:

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

onde n é o número de observações e $\frac{1}{2n}$ é o termo de correção de continuidade, somente usado quando ele é menor que $|p_o - p_e|$.

A um nível de significância de 0,05 e conforme tabela da distribuição normal padrão, o Z_c (Z crítico) é igual a 1,96. Quando o módulo Z for superior ao Z_c de 1,96, aceita-se a hipótese H_1 .

Adicionalmente, para estudar se as duas distribuições de probabilidade na sua totalidade estão em conformidade uma com a outra, ou se a distribuição de probabilidade observada é “igual” a distribuição esperada, segundo a Lei de Newcomb-Benford, pode ser utilizado um teste X^2 (Qui-Quadrado-Teste), como afirmam Ribeiro et al.(2005):

$$X^2 = \sum_{d=1}^9 \frac{(PO - PE)^2}{PE} \quad (3)$$

onde PO e PE são as proporções observadas e esperadas definidas por:

$$PO = p_o \times n;$$

$$PE = p_e \times n.$$

Também considerando um nível de significância de 0,05 o valor crítico de X^2 é de 15,507, com um grau de liberdade 8 (ou seja, $n-1$).

Neste trabalho, foram coletados dados confidenciais de uma empresa, autorizado pela diretoria, que são lançamentos diários numa planilha financeira de controle interno onde contém os lançamentos de Despesas com Pessoal (Salários, INSS, Férias,...), Despesas Bancárias (Taxas, Juros, Cobranças,...), Despesas com Ocupação (Aluguel, Energia, Água,...), entre outras. Esta empresa de médio porte comercializa produtos, como máquinas, ferramentas e equipamentos de proteção individual; e serviços, como calibração, manutenção de válvulas e aferição de balanças, da cidade de Goiânia, cujos principais clientes estão no estado de Goiás nos mais variados setores da indústria, como alimentício, farmacêutico, construção e de manutenção. Mensalmente a planilha contém aproximadamente 700 lançamentos e todos são feitos manualmente por um funcionário da empresa. E, quando finalizada, a planilha é enviada para análise da diretoria. Para este estudo, são considerados

dados de 12 meses, sendo o período de setembro de 2010 a setembro de 2011, totalizando as observações.

Seguindo o exposto por Nigrini (2000) e adaptado por Santos et.al.(2005) a partir da planilha mensal, consideraram-se os valores das despesas lançadas, abstraindo-se o primeiro dígito. Por exemplo, do valor R\$ 412,35 é separado o dígito “4” e assim por diante, agrupando-os a um mesmo nível de dígitos.

É verificado se a distribuição de frequência dos primeiros dígitos dos valores da planilha da empresa segue a frequência de distribuição da Lei de Newcomb-Benford. Para tal, é efetuada a somatória da quantidade de vezes que cada dígito é encontrado e agrupados os resultados, formando as frequências observadas (p_o) de cada dígito. A seguir são tabulados os resultados apresentados pela Lei de Newcom-Benford e formulado as frequências esperadas (p_e) de acordo com a lei. Estes dados são então confrontados com os testes Z e X^2 anteriormente apresentados em cada mês do período de análise, como mostra a próxima seção.

5. Resultados

Esta seção apresenta os resultados da comparação dos dígitos observados nos dados da empresa analisada com a probabilidade esperada pela Lei de Newcomb-Benford, durante os meses de setembro de 2010 a setembro de 2011. Para exemplificar o procedimento de extração das informações necessárias para os testes de hipóteses, as Tabelas 2 e 3 mostram os cálculos para o mês de setembro de 2010.

Considerando a planilha com os lançamentos do mês de setembro de 2010, a Tabela 2 demonstra as quantidades dos primeiros dígitos observados, abstraídos dos lançamentos e as quantidades esperadas, conforme a lei. Por exemplo, do total de 732 valores no mês de setembro de 2010, foram observados 227 lançamentos com o dígito 1, enquanto o esperado, de acordo com a lei, deveriam ser 220 observações. Da mesma forma, o dígito 6 foi observado em 60 valores enquanto se esperavam 49. O Gráfico 2 apresenta a distribuição das frequências observadas e esperadas dos lançamentos de set/10.

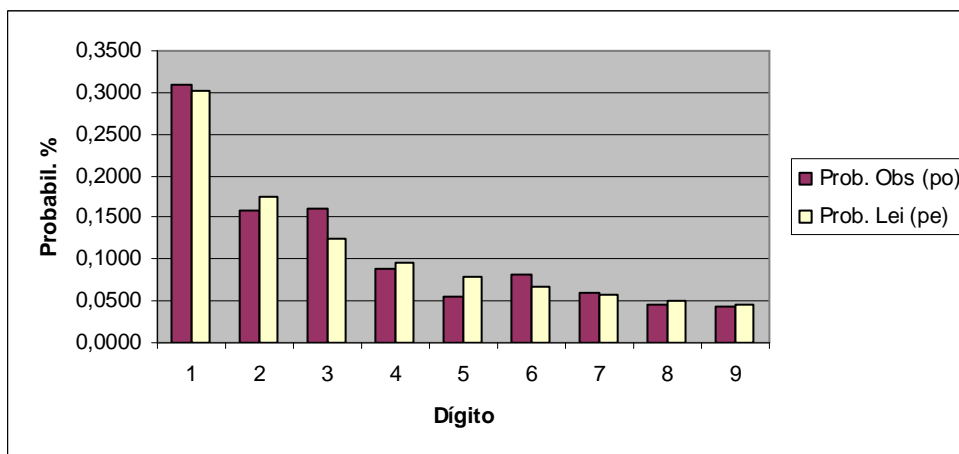
Daniel Hilario Ribeiro, Sandro Eduardo Monsueto

Tabela 2 - Probabilidade observada e esperada - Lançamentos set/10

Dígito	Qtidade Obs.	Qtidade Esp.	Prob. Obs(po)	Prob. Lei (pe)
1	227	220	0,3101	0,3010
2	115	129	0,1571	0,1761
3	117	91	0,1598	0,1249
4	65	71	0,0888	0,0969
5	40	58	0,0546	0,0792
6	60	49	0,0820	0,0669
7	43	42	0,0587	0,0580
8	33	37	0,0451	0,0512
9	32	34	0,0437	0,0458
Total	732	732	1,0000	1,0000

Fonte: Elaboração própria

Gráfico 2 – Distribuição frequências observadas e esperadas (lei) - Lançamentos set/10



Fonte: Elaboração própria

O próximo passo foi determinar o módulo do desvio (ou diferença) entre a probabilidade observada e a esperada, e o termo de correção para cada um dos dígitos analisados, para calcular o teste Z, conforme mostra a Tabela 3. Por exemplo, o módulo do desvio, na segunda coluna, do dígito 3, é 0,0349, valor este utilizado para cálculo do teste Z que, neste caso, é igual a 2,803, como mostra a sétima coluna. Valores superiores ao Z crítico de 1,96 apontam para a evidencia de necessidade de análise em busca de possíveis erros nos lançamentos dos dados na empresa em investigação.

Tabela 3 - Cálculo do Z Teste e X^2 Teste para os lançamentos set/10 - Z Teste crítico 1,96 e X^2 crítico 15,507

Dígito	Desvio po - pe	Termo Correção	PO (poxn)	PE (pexn)	PO - PE	Z Teste	X^2 Teste
1	0,0091	0,000683	227	220	7	0,497	0,202
2	0,0190	0,000683	115	129	-14	1,301	1,500
3	0,0349	0,000683	117	91	26	2,803	7,153
4	0,0081	0,000683	65	71	-6	0,679	0,496
5	0,0246	0,000683	40	58	-18	2,392	5,573
6	0,0151	0,000683	60	49	11	1,558	2,484
7	0,0007	0,000683	43	42	1	0,007	0,007
8	0,0061	0,000683	33	37	-4	0,667	0,535
9	0,0021	0,000683	32	34	-2	0,181	0,069
Total			732	732			18,019

Fonte: Elaboração própria

Por outro lado, para encontrar o teste X^2 , também do mês de set/10, foi necessário determinar as proporções observadas e as esperadas, que nada mais são que o produto entre as respectivas probabilidades pelo número total de observações, e a diferença dessas proporções, conforme mostra a Tabela 3. Por exemplo, o mês de set/10 tem um teste X^2 igual a 18,019, última linha da oitava coluna, que esta acima do valor crítico 15,507.

Seguindo esta mesma estrutura, as probabilidades observadas e estimadas, além das respectivas estatísticas de testes, foram calculadas para os demais meses da amostra, com seus resultados sintetizados nas Tabelas 4 e 5, que exibem os valores Z e X^2 calculados respectivamente. Por exemplo, na Tabela 4, pode ser notado que o teste Z para o dígito 7 no mês de mai/11 é igual a 1,127. E na Tabela 5, apresenta que o X^2 no mês de dez/10 é 16,850.

Tabela 4 - Aplicação da Lei de Newcomb-Benford no período analisado - Z Teste – Z crítico 1,96

Mês/Ano Dígito	set/10	out/10	nov/10	dez/10	jan/11	fev/11	mar/11	abr/11	mai/11	jun/11	jul/11	ago/11	set/11
1	0,497	0,524	1,403	0,142	1,260	0,870	0,849	0,582	0,591	1,723	1,688	2,762*	1,316
2	1,301	0,435	0,050	1,655	0,046	0,481	0,685	0,233	2,188*	1,116	2,662*	1,929	1,284
3	2,803*	1,062	0,380	0,657	2,303*	0,668	0,651	0,038	0,833	0,918	2,965*	2,651*	0,957
4	0,679	0,693	1,809	2,331*	0,424	0,713	0,045	0,967	0,088	1,146	2,149*	0,513	0,708
5	2,392*	0,193	1,436	0,129	0,744	2,222*	0,658	0,716	3,033*	0,460	0,637	0,257	0,134
6	1,558	0,253	0,547	1,457	2,723*	0,035	1,494	0,542	0,030	3,467*	3,809*	3,504*	2,818*
7	0,007	0,259	2,612*	1,525	1,963*	0,231	0,289	1,351	1,127	0,691	0,365	0,972	0,985
8	0,667	0,431	2,563*	0,749	0,014	0,842	0,930	0,734	0,613	0,248	2,578*	0,183	0,509
9	0,181	0,101	2,030*	1,819	2,053*	1,119	0,599	1,672	1,607	1,668	1,686	0,562	0,028

* valores superiores ao Z crítico a 5% de significância (1,96)

Fonte: Elaboração própria.

Os resultados da Tabela 4 mostram valores superiores ao Z crítico, evidenciando a rejeição da hipótese nula. Ainda é constatado que os dígitos que devem ser investigados são 3, 5 e 6, pois são os que apresentam maiores ocorrências, em quatro, três e cinco meses, respectivamente.

Tabela 5 - Aplicação da Lei de Newcomb-Benford no período analisado - X^2 Teste – X^2 crítico 15,507

Mês/Ano Dígito	set/10	out/10	nov/10	dez/10	jan/11	fev/11	mar/11	abr/11	mai/11	jun/11	jul/11	ago/11	set/11
1	0,202	0,222	1,456	0,024	1,183	0,581	0,551	0,273	0,280	2,177	2,090	5,478	1,286
2	1,500	0,192	0,008	2,394	0,007	0,232	0,442	0,067	4,126	1,121	6,060	3,214	1,464
3	7,153	1,092	0,166	0,447	4,872	0,461	0,436	0,009	0,694	0,833	7,992	6,398	0,899
4	0,496	0,515	3,160	5,180	0,214	0,545	0,010	0,968	0,021	1,325	4,424	0,295	0,537
5	5,573	0,063	2,082	0,037	0,609	4,839	0,483	0,575	8,871	0,259	0,461	0,095	0,038
6	2,484	0,100	0,359	2,193	7,300	0,001	2,288	0,361	0,011	11,718	14,084	11,914	7,809
7	0,007	0,107	6,818	2,433	3,929	0,092	0,127	1,945	1,377	0,563	0,188	1,032	1,068
8	0,535	0,251	6,643	0,662	0,000	0,818	0,971	0,647	0,465	0,106	6,733	0,065	0,334
9	0,069	0,034	4,279	3,480	4,377	1,396	0,448	2,983	2,754	2,954	3,012	0,397	0,013
Total X^2	18,019*	2,576	24,971*	16,850*	22,491*	8,965	5,756	7,828	18,599*	21,056*	45,044*	28,888*	13,448

* valores superiores ao X^2 crítico 15,507

Fonte: Elaboração própria.

Já na Tabela 5, o teste X^2 mostra que existe suficiente evidência para rejeitar a hipótese de que a distribuição dos lançamentos observados não é compatível com a distribuição segundo a lei de Newcomb-Benford para os meses de set/10, nov/10, dez/10, jan/11, mai/11, jun/11, jul/11 e ago/11. Destaca-se o mês jul/11 com X^2 igual a 45,044, bem superior ao crítico 15,507.

Com base nas aplicações realizadas é possível verificar, nas análises dos lançamentos da planilha financeira da empresa selecionada para o estudo, que alguns dígitos não se

ajustam a Lei de Newcomb-Benford. Os dados indicam a evidência significativa de possíveis erros em todos os dígitos, em pelo menos um dos meses analisados, uma vez que os valores obtidos no teste de distribuição normal estão acima de $Z_c = 1,96$. Porém, parece relevante, aprofundar a análise nos dígitos 3, 5 e 6, pois possuem maiores ocorrências. Além disso, pode-se ressaltar que, o mês de jul/11 apresentou cinco ocorrências de dígitos acima do Z crítico (2, 3, 4, 6 e 8). Também neste mesmo mês de jul/11, o X^2 é o de maior valor, 45,044.

Considerando a origem dos dados analisados, uma planilha de controle financeiro interno de uma empresa privada, entre os motivos que levam a todos os dígitos no *Z Teste* se encontrarem acima do Z crítico em pelo menos um dos meses analisados, podem ser destacados erros de digitações, agrupamentos de valores ou fraudes. Por exemplo, os salários de todos os funcionários de um mês lançados em uma célula da planilha, informando apenas o valor total e não individual.

Os meses de out/10, mar/11 e abr/11 não tiveram nenhum dos dígitos acima do Z crítico. Da mesma forma, estes mesmos meses ficaram com o Teste X^2 abaixo de seu valor crítico. Portanto, nestes casos, não existe diferença estatisticamente significativa entre as diferenças.

O dígito 3 no mês set/10, apresenta um excesso de observações, sendo que deveriam ser 92 ocorrências conforme a Lei de Newcomb-Benford. Contudo, este dígito aparece em 117 valores da amostra. Da mesma forma houve excessos nos meses de jan/11, jul/11 e ago/11. A principal justificativa parece ser devido ao maior volume de valores pagos iniciados com o dígito 3, como taxas de ART/CREA (Anotação de Responsabilidade Técnica) que são valores atualmente fixados em R\$ 33,00.

Já o dígito 5 no mês de set/10 ficou abaixo do limite de valores esperados de acordo com a lei, que deveria ser de 58 aparições, enquanto teve 40. Após uma análise dos dados originais, uma justificativa para este fenômeno pode ser o resultado do agrupamento de pagamentos numa mesma célula de lançamento. Por exemplo, o valor do INSS (iniciado com dígito 3) foi lançado com o total e não individual, (que teria somente neste caso, oito valores iniciados com o dígito 5). O mesmo parece ter acontecido com o valor do IRPF e com o valor dos salários. Por outro lado, com o mesmo dígito 5 nos meses de fev/11 e mai/11, constatou-se excesso de valores lançados, como, por exemplo, valores de fretes que começam com R\$ 52,00 (valor mínimo do frete).

Em relação ao dígito 6 houve excesso de observações nos meses de jan/11, jun/11, jul/11, ago/11 e set/11. Devido ao maior volume no lançamento de taxas bancárias com

valores fixos de R\$ 6,50 (cobrança e baixa de títulos) e de juros bancários que começaram somente no ano de 2011 a serem lançados separadamente do valor principal dos títulos pagos em atraso.

Em relação ao mês de jul/11, um caso atípico aos demais, pois cinco dígitos: 2, 3, 4, 6 e 8 ficaram acima do Z crítico e o X^2 bem acima do limite de 15,507, chegando a 45,044. Os dígitos 2 e 4 ficaram abaixo da quantidade esperada de acordo com a lei, enquanto os dígitos 3, 6 e 8 tiveram excesso de observações. Com análise mais aprofundada dos valores iniciados com estes dígitos, pode-se constatar um volume maior no lançamento de taxas, tanto bancárias como outras com valores fixos iniciados com 3, 6 e 8.

6. Conclusões

A proposta deste trabalho foi aplicar a Lei de Newcomb-Benford no controle dos lançamentos de dados de pagamentos efetuados diariamente em uma empresa que comercializa produtos e serviços para o setor industrial, como forma de fazer uma avaliação inicial da confiabilidade desses lançamentos.

O trabalho apresentou a Lei de Newcomb-Benford, com um breve histórico, uma revisão literária com a aplicação desta lei em publicações nacionais e internacionais. Descreveu a aplicação da lei dentro do contexto da contabilometria, que se fundamenta na relação com os testes de hipóteses (Z e X^2) e foi apresentado um estudo de caso numa empresa de Goiânia, no controle de lançamentos financeiros.

Os resultados do estudo de caso mostram evidências da aplicabilidade do modelo baseado na Lei de Newcomb-Benford para o processo de controle de lançamentos financeiros na empresa em estudo, pois por se tratar de lançamentos manuais, a probabilidade de erro de digitação, falta ou duplicidade de valores, é considerável. Devido à elevada quantidade de lançamentos, com a tabulação dos primeiros dígitos e a aplicação do modelo apresentado foi possível identificar estes casos com maior agilidade e consistência. Sendo que de outra forma se tornaria trabalhoso uma análise caso a caso para posterior tomada de decisão, servindo também como instrumento de diagnóstico e correção.

Esta pesquisa mostra que a aplicabilidade da Lei de Newcomb-Benford pode ser mais uma ferramenta a auxiliar o gestor na tomada de decisão e sugere a inclusão dessa ferramenta no algoritmo dos sistemas das empresas. Com o objetivo de obter resultados relevantes com mais rapidez em vez de utilizar apenas uma planilha eletrônica.

Este modelo poderá ser utilizado para a comprovação do fracionamento de despesas diretas e indiretas do município de Goiânia, conforme informado, pelo até então, controlador geral do município e publicado em Prateado (2011). E para tal seria necessário o empenho dos interessados em divulgar os dados das despesas.

Outra sugestão é o aprimoramento do estudo, com a aplicação da lei também para o segundo dígito, porém com suas particularidades, que ainda esta em fase inicial de estudo no país e apresentado por Costa et al. (2011).

Referências

- BOYNTON, William C.; JOHNSON, Raymond N.; KELL, Walter G. Auditoria. São Paulo: Atlas, 2002.
- BRASIL. Lei 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, Poder Legislativo, Brasília, DF, 22 jun. 1993. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L8666cons.htm> Acesso em: 22 nov. 2011.
- BUSSAB, Wilton O.; MORETTIN, Pedro A.. Estatística Básica. 4ª ed. São Paulo: Atual, 1987.
- CARSLAW, Charles A. P. N. Anomolies in Income Numbers: Evidence of Goal Oriented Behavior. The Accounting Review, Abril/1988, vol. 63 , n. 2, p. 321-327.
- COSTA, José Isidio De Freitas; et al. Análise de Conformidade nos Gastos Públicos dos Entes Federativos: Estudo de Caso de uma Aplicação da Lei de Newcomb-Benford para o Primeiro e Segundo Dígito em Dois Estados Brasileiros In: CONGRESSO DE CONTROLADORIA E CONTABILIDADE USP, 11., 2011. São Paulo. 2011. Anais...Disponível em: <www.congressousp.fipecafi.org/artigos112011/176.pdf> Acesso em: 19 set. 2011.
- CORRAR, Luiz J.; THEÓPHILO, Carlos Renato. Pesquisa Operacional para decisão em contabilidade e Administração – Contabilometria. 1ª ed. São Paulo: Atlas, 2004.
- CHRISTIAN C. et GUPTA S., New evidence on ‘secondary evasion’, The Journal of the American Taxation Association, vol.15, n°1, 1993.
- FRANCISCHETTI, Carlos Eduardo. Aplicação da Lei dos Números Anômalos ou Lei de Newcomb-Benford para o Controle das Demonstrações Financeiras das Organizações. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Gestão e Negócios, UNIMEP: Piracicaba, 2007.

- NIGRINI, Mark J. Digital Analysis Using Benford's Law: Tests Statistics for Auditors. Global Audit Publication. Canadá, 2000.
- MILONE, Giuseppe. Estatística Geral e Aplicada. 1ª ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.
- PRATEADO, Hélimton. Wagner Guimarães: os motivos da saída. Jornal Diário da Manhã, Goiânia, 04/11/2011, Política e Justiça, p. 10.
- RIBEIRO, Juliana C.; et al. Aplicação da Lei Newcomb-Benford na Auditoria. Caso notas de empenho dos Municípios do Estado da Paraíba. In: CONGRESSO DE CONTROLADORIA E CONTABILIDADE USP, n. 5, 2005. São Paulo. 2005. Anais...Disponível em: <www.congressosp.fipecafi.org/artigos22005/333.pdf> Acesso em: 20 mar. 2011.
- SÁ, Antônio Lopes. Curso de Auditoria. São Paulo: Atlas, 2002.
- SANTOS, Josenildo dos; et al. Uma Aplicação da Teoria das Probabilidades na Contabilometria: A Lei Newcomb-Benford como Medida para Análise de Dados no Campo da Auditoria Contábil. UnB Contábil – Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais da Universidade de Brasília. Brasília, primeiro semestre 2003.
- SANTOS, Josenildo dos; et al. O Foco é a Teoria Amostral nos Campos da Auditoria Contábil Tradicional e da Auditoria Digital: testando a Lei de Newcomb-Benford para o primeiro dígito nas contas públicas. Brazilian Business Review. FUCAPE. Vitória, 2005. vol. 2, n. 1, p. 71-89.
- SANTOS, Josenildo dos; et al. A Lei Newcomb-Benford. In: CORRAR, Luiz J.; et al. Análise Multivariada: para os cursos de Administração, Ciências Contábeis e Economia. FIPECAFI. São Paulo: Atlas, 2007. cap. 10, p.508-541.
- SANTOS, Josenildo dos; et al. Aplicações da lei de Newcomb-Benford na auditoria tributária do imposto sobre serviços de qualquer natureza (ISS). Revista Contabilidade e Finanças – USP, São Paulo, n. 49, p. 79-94, jan./abr. 2009.
-