

LEI DE NEWCOMB BENFORD E AUDITORIA CONTÁBIL: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

NEWCOMB BENFORD LAW AND ACCOUNTING AUDIT:
A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

Caroline De Oliveira Orth

Mestrado em Ciências Contábeis pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (São Leopoldo/Brasil).
Professora do Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais - DCCA e do Núcleo de Estudos em Contabilidade - NECON da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Porto Alegre/Brasil).
E-mail: caroline.orth@ufrgs.br

Anna Tamires Michaelsen

Estudante de Ciências Contábeis pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Porto Alegre/Brasil).
Auditora contábil na PwC e participa do projeto: Ambiente Regulatório e Normas de Auditoria Independente: Um Estudo comparado Brasil, Argentina, Paraguai e Chile.
E-mail: annatmichaelsen@hotmail.com

Arthur Frederico Lerner

Mestre em Controladoria e Contabilidade pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Porto Alegre/Brasil).
Pesquisador do Grupo de Estudos em Contabilidade Societária e Informações para Usuários Externos e Pesquisador do Grupo de Estudos em Auditoria na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Porto Alegre/Brasil).
E-mail: arthurlerner_@hotmail.com

Recebido em: 27 de janeiro de 2020

Aprovado em: 11 de março de 2020

Sistema de Avaliação: Double Blind Review

RGD | v. 17 | n. 2 | p. 111-135 | mai./ago. 2020

DOI: <https://doi.org/10.25112/rgd.v17i2.2035>

RESUMO

Lei de Newcomb Benford - LNB, foi concebida pelo astrônomo e matemático Simon Newcomb, em 1881. Seus estudos demonstraram que a ocorrência de um número natural, de modo espontâneo ou aleatório, não se dava na proporção esperada de 1/9, mas segundo uma distribuição logarítmica. Desde então, esta lei vem sendo testada em muitas áreas do conhecimento. Em finanças corporativas, os estudiosos têm testado a lei para investigar fraudes em dados contábeis. Contudo, ainda não há consenso sobre a eficácia da LNB nesse âmbito. Assim, o objetivo deste artigo é identificar os argumentos favoráveis e contrários, bem como os métodos de pesquisa e os principais achados das pesquisas sobre a aplicação da LNB como ferramenta de auditoria. Para tanto, aplicou-se uma Revisão Sistemática de Literatura, seguindo os passos de Levy e Ellis (2006). Deste modo, além de informações sobre autoria, modelos utilizados pelos autores para suportar suas conclusões e seus principais achados, apresentam-se lacunas de pesquisa, e as implicações para o futuro da pesquisa são discutidas.

Palavras-chave: Lei de Newcomb Benford. Revisão sistemática. Auditoria contábil.

ABSTRACT

Newcomb Benford's Law - LNB, was conceived by the astronomer and mathematician Simon Newcomb, in 1881. His studies showed that the occurrence of a natural number, spontaneously or randomly, did not occur in the expected proportion of 1/9, but according to a logarithmic distribution. Since then, this law has been tested in many areas of knowledge. In corporate finance, scholars have tested the law to investigate fraud in accounting data. However, there is still no consensus on the effectiveness of LNB in this area. Thus, the objective of this article is to identify the arguments for and against, as well as the research methods and the main findings of research on the application of LNB as an audit tool. For that, a Systematic Literature Review was applied, following the steps of Levy and Ellis (2006). Thus, in addition to information on authorship, models used by the authors to support their conclusions and main findings, research gaps are presented, and the implications for the future of research are discussed.

Keywords: Newcomb Benford's law. Systematic review. Accounting audit.

1 INTRODUÇÃO

A Lei de Newcomb Benford (LNB), ou lei do primeiro dígito, foi concebida pelo astrônomo e matemático Simon Newcomb em 1881. Seus estudos demonstraram que a ocorrência de um número natural, de modo espontâneo ou aleatório, não se dava na proporção esperada de 1/9, mas segundo proporções específicas, as quais seguem uma distribuição logarítmica. Mais tarde, mais precisamente cinquenta e sete anos depois, Frank Benford, engenheiro elétrico americano, revisou aquelas teorias e obteve resultados similares. Desde então esta lei vem sendo testada e tem sido amplamente aplicada para estudar muitos problemas que vão desde a população da cidade até a linguística. Pietronero et al., (2001) testaram sua aplicação nos catálogos de atividade sísmica. Hoyle et al., (2002) utilizaram a LNB na biologia para estudar o mRNA. Hickman e Rice (2010) aplicaram na investigação de crimes estatísticos. Em finanças corporativas os estudiosos têm testado lei para investigar fraudes em dados contábeis.

Hill (1995) revisou as bases teóricas e apresentou uma nova derivação estatística da lei na forma de um teorema para dígitos significativos e concluiu que seus achados ajudariam nesse objetivo. Nigrini e Mittermaier (1997) descrevem testes digitais e de números que poderiam ser usados pelos auditores como procedimentos analíticos nas etapas de planejamento da auditoria. Desde então há um corpo proeminente de pesquisa, contudo há um *gap* teórico, uma vez que alguns autores concluem que a lei pode auxiliar os auditores a serem mais efetivos na identificação de fraudes contábeis (LAGIOIA et al., 2011; RIBEIRO; MONSUETO, 2015; SILVA; TRAVASSOS; COSTA, 2017), enquanto Cella e Reck (2017), Druică, Oancea e Vâlsan (2018) e Shi, Ausloos e Zhu, (2018) não encontraram evidências suficientes para essa finalidade, aconselhando a aplicar a LNB com cautela.

Sendo assim, o propósito desta desta revisão sistemática é identificar os argumentos favoráveis e contrários, bem como os métodos de pesquisa e os principais achados das pesquisas sobre a aplicação da LNB como ferramenta de auditoria. A importância dessa pesquisa no âmbito teórico e prático concentra-se na coleta de informações sobre a agenda do debate (quem, quando e onde se discute o assunto) e, o mais relevante, a identificação de lacunas na teoria para então sugerir estudos futuros. A revisão sistemática será aplicada seguindo o rigor científico sugerido por Levy e Ellis (2006). Pretende-se identificar além de informações sobre autoria, os modelos utilizados pelos autores para suportar suas conclusões e seus principais achados.

Dessa forma, este artigo está estruturado da seguinte forma: a seção 2 apresenta uma revisão de literatura sobre a LNB e sua aplicação na auditoria contábil. A seção 3 aborda o método usado. A seção 4 apresenta os resultados e, por último a seção 5 apresenta as conclusões e diretrizes para futuras pesquisas.

2 LEI DE NEWCOMB-BENFORD COMO MECANISMO DE AUDITORIA

A LNB, ou lei do primeiro dígito, é a consolidação dos estudos realizados por Simon Newcomb e Frank Benford. Newcomb (1881) apresentou essa lei através do trabalho *"Note on the frequency of use of the different digits in natural numbers"*. Os testes empíricos por ele realizados constataram que a ocorrência de um número natural, de modo espontâneo ou aleatório, não se dava na proporção esperada de 1/9 (ou 11,11%), mas sim segundo proporções específicas, as quais seguem uma distribuição logarítmica - $\log_{10}(d+1) - \log_{10}(d)$ - decrescendo com o aumento dos dígitos (dígito 1 - 30,10%; dígito 2 - 17,61%; ..., dígito 9 - 4,58%). Assim sua principal conclusão é que, em um conjunto elevado de observações de dados numéricos, os primeiros dígitos ocorrem com maior frequência do que os dígitos finais, conforme apresentado no Tabela 1.

Tabela 1- Distribuição da ocorrência dos dois primeiros dígitos

| Dígito | Primeiro Dígito | Segundo Dígito |
|--------|-----------------|----------------|
| 0 | - | 0,1197 |
| 1 | 0,3010 | 0,1139 |
| 2 | 0,1761 | 0,1088 |
| 3 | 0,1249 | 0,1043 |
| 4 | 0,0969 | 0,1003 |
| 5 | 0,0792 | 0,0967 |
| 6 | 0,0669 | 0,0934 |
| 7 | 0,0580 | 0,0904 |
| 8 | 0,0512 | 0,0876 |
| 9 | 0,0458 | 0,0850 |

Fonte: Newcomb (1881, p. 40)

Cinquenta e sete anos após, Benford (1938), engenheiro elétrico americano testou aquelas teorias e obteve resultados similares. Ele analisou 20.229 observações nas mais diversas áreas. Os resultados de seu trabalho foram divulgados sob o título: *"The Law of Anomalous Numbers"*, cujos resultados estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Porcentagem de ocorrências dos números naturais de 1 a 9 como o primeiro dígito em Números, como determinado por 20.229 observações

| Grupo | Título | Primeiro Dígito | | | | | | | | | Contagem |
|-------|-----------------------------|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| A | Rios, Área | 31,0 | 16,4 | 10,7 | 11,3 | 7,2 | 8,6 | 5,5 | 4,2 | 5,1 | 335 |
| B | População | 33,9 | 20,4 | 14,2 | 8,1 | 7,2 | 6,2 | 4,1 | 3,7 | 2,2 | 3259 |
| C | “Constantes” | 41,3 | 14,4 | 4,8 | 8,6 | 10,6 | 5,8 | 1,0 | 2,9 | 10,6 | 104 |
| D | Jornais | 30,0 | 18,0 | 12,0 | 10,0 | 8,0 | 6,0 | 6,0 | 5,0 | 5,0 | 100 |
| E | Temperatura Específica | 24,0 | 18,4 | 16,2 | 14,6 | 10,6 | 4,1 | 3,2 | 4,8 | 4,1 | 1389 |
| F | Pressão | 29,6 | 18,3 | 12,8 | 9,8 | 8,3 | 6,4 | 5,7 | 4,4 | 4,7 | 703 |
| G | “H.P. Perdido” | 30,0 | 18,4 | 11,9 | 10,8 | 8,1 | 7,0 | 5,1 | 5,1 | 3,6 | 690 |
| H | Peso.Mols | 26,7 | 25,2 | 15,4 | 10,8 | 6,7 | 5,1 | 4,1 | 2,8 | 3,2 | 1800 |
| I | Drenagem | 27,1 | 23,9 | 13,8 | 12,6 | 8,2 | 5,0 | 5,0 | 2,5 | 1,9 | 159 |
| J | Peso Atômico. | 47,2 | 18,7 | 5,5 | 4,4 | 6,6 | 4,4 | 3,3 | 4,4 | 5,5 | 91 |
| K | N^{-1} , \sqrt{n} ,... | 25,7 | 20,3 | 9,7 | 6,8 | 6,6 | 6,8 | 7,2 | 8,0 | 8,9 | 5000 |
| L | Projetos | 26,8 | 14,8 | 14,3 | 7,5 | 8,3 | 8,4 | 7,0 | 7,3 | 5,6 | 560 |
| M | Compilação | 33,4 | 18,5 | 12,4 | 7,5 | 7,1 | 6,5 | 5,5 | 4,9 | 4,2 | 308 |
| N | Custos Históricos “Cimento” | 32,4 | 18,8 | 10,1 | 10,1 | 9,8 | 5,5 | 4,7 | 5,5 | 3,1 | 741 |
| O | Raios X; Volts. | 27,9 | 17,5 | 14,4 | 9,0 | 8,1 | 7,4 | 5,1 | 5,8 | 4,8 | 707 |
| P | “Liga Americana” | 32,7 | 17,6 | 12,6 | 9,8 | 7,4 | 6,4 | 4,9 | 5,6 | 3,0 | 1458 |
| Q | Corpo Escuro | 31,0 | 17,3 | 14,1 | 8,7 | 6,6 | 7,0 | 5,2 | 4,7 | 5,4 | 1165 |
| R | Endereços | 28,9 | 19,2 | 12,6 | 8,8 | 8,5 | 6,4 | 5,6 | 5,0 | 5,0 | 342 |
| S | n^1 , n^2 , ... $n!$ | 25,3 | 16,0 | 12,0 | 10,0 | 8,5 | 8,8 | 6,8 | 7,1 | 5,5 | 900 |
| T | Taxa de Mortalidade | 27,0 | 18,6 | 15,7 | 9,4 | 6,7 | 6,5 | 7,2 | 4,8 | 4,1 | 418 |
| | Média | 30,6 | 18,5 | 12,4 | 9,4 | 8,0 | 6,4 | 5,1 | 4,9 | 4,7 | 1011 |
| | Probabilidade de Erro | ±0,8 | ±0,4 | ±0,4 | ±0,3 | ±0,2 | ±0,2 | ±0,2 | ±0,2 | ±0,3 | - |

Fonte: Adaptado de Benford (1938, p. 553)

Esses resultados culminaram na concretização da LNB como um instrumento aplicável, possibilitando seu uso nas mais diversas áreas como um indicador da ocorrência de fenômenos. Modernamente seus postulados têm sido testados em modelos de detecção de fraudes no âmbito da auditoria contábil.

Mais especificamente, a LNB encontrou aplicação na contabilidade através dos estudos de Carslaw (1988) e na auditoria contábil através dos estudos de Nigrini, que em 1993 escreve sua tese sobre o assunto e, mais adiante outros artigos relacionados (NIGRINI, 2005, 2012, 2015). Mark Nigrini desenvolveu ainda seu próprio software chamado Digital Testes de Análise e Estatística (DATAS).

Segundo a NBC TA 200 (R1) (CONSELHO FEDERAL DE CONTABILIDADE – CFC, 2016), o objetivo da auditoria é garantir maior segurança para as informações contábeis, a adequação das mesmas aos padrões estabelecidos e conseqüentemente a identificação de ocorrências de erros e fraudes, os quais possam distorcer as informações contábeis. Para atingir a segurança razoável, o auditor faz uso

de diversos instrumentos de análise e procedimentos específicos visando investigar a adequação das informações contábeis. Diante disso, alguns pesquisadores, tais como Costa, Santos e Travassos (2012), Drake e Nigrini (2000) e Lagioia et al. (2011), entre outros, apresentam estudos sobre a LNB como uma provável técnica de auditoria que possa, depois de amplamente testada sua aplicação nesta área, vir a ser mais um elemento a contribuir com eficácia e eficiência da auditoria.

Os estudos apontam para uma possível contribuição da LNB como ferramenta de auditoria, atrelada às novas tecnologias de exame de bancos de dados. Desta-se o estudo de Silva (2009), "O uso da Lei de Newcomb-Benford na contabilidade e auditoria", o qual apresenta de modo didático os requisitos para realização da análise pela LNB e como pode ser útil, citando por fim a ferramenta "*Audit Command Language* (ACL)", a qual já possuiria um módulo para sua aplicação.

No geral, percebe-se que ainda existem opiniões divergentes sobre a efetividade da LNB como instrumento de auditoria. Cunha (2013), informa que nem sempre ela será capaz de apontar com precisão qual a origem do desvio obtido, bem como, no caso de múltiplas contas ou anos em análise, qual dos respectivos integrantes de determinado dígito apresentou o desvio. Todavia, existem diversos trabalhos que apostam na utilização da LNB como técnica de auditoria. Como exemplo, Costa (2012), Santos, Diniz e Corrar (2005) e Silva, Travassos e Costa (2017), que direcionaram suas pesquisas sobre as notas de empenho e apontam, de modo consistente, desvios nos dígitos 7 e 8, associados ao limite de dispensa de licitações. Outro fator se manifesta no fato que a LNB ainda é um instrumento capaz de examinar as informações contábeis a partir de um ponto de vista diverso, servindo como indicativo prévio para desvios, conduzindo deste modo à auditoria contábil.

A falta de consenso foi o que motivou a presente revisão sistemática que foi elaborada segundo o método adiante apresentado.

3 METODOLOGIA

A revisão sistemática da literatura foi efetuada seguindo as fases de planejamento propostas por Levy e Ellis (2006) cujo processo é composto por 3 fases: entrada, processamento e saída. Na fase de entrada elabora-se o protocolo da revisão o qual compreende a descrição dos critérios de busca, inclusão e exclusão, técnicas e ferramentas de análise. Na fase de "processamento" se aplica o que ficou definido na no protocolo para gerar então as "saídas".

3.1 PRIMEIRA FASE - ENTRADAS

De acordo com o objetivo de identificar como a literatura vem abordando a aplicação da LNB no campo da auditoria contábil efetuou-se as buscas na *Web of Science (WoS)* pelas palavras chave "*Benford's Law*" e "*Audit*". A combinação destas palavras gerou o *string* de busca: "Benford's Law AND Audit*".

A pesquisa ocorreu no período compreendido entre 30 de março e 30 de junho de 2019. A *WoS* foi escolhida por contemplar *journals* relevantes no campo de Contabilidade, Administração, Direito e Economia, além de permitir buscas de mais de uma combinação de termos simultaneamente. Os termos foram pesquisados pelo tópico. A busca foi feita pelos termos em inglês. A pesquisa foi refinada pelo tipo de documento, no qual selecionou-se apenas artigos, excluindo-se *proceeding papers*, capítulo de livros e outros documentos. Também refinou-se a busca por período, no qual selecionou-se de 2010 à 2019, uma vez que o objetivo é identificar o que a literatura recente aborda sobre o tema. Assim, a busca na *WoS* retornou 22 resultados.

Adicionalmente, com o intuito de mapear o "estado da arte" no Brasil, efetuou-se uma busca na base de dados *Spell* pelo termo "*Benford*" o qual retornou 13 resultados. Destes, 3 artigos foram publicados antes de 2010, sendo excluídos pelo critério temporal adotado. Logo, as buscas na *WoS* e na *Spell* juntas, totalizaram 32 artigos.

Os critérios de exclusão adotados foram aplicados consecutivamente por meio de 4 filtros: filtro 1 – excluir artigos repetidos (que aparecem em ambas as bases), 2 – excluir os artigos que não são aderentes a questão de pesquisa após a leitura do título, resumo e palavras-chave, filtro 3 – excluir aqueles artigos para os quais não se obteve o texto completo e filtro 4 - excluir os artigos que não são aderentes a questão de pesquisa após a leitura da introdução e conclusão. Os artigos que restaram após a aplicação dos 4 filtros foram lidos na íntegra.

No que diz respeito as ferramentas as quais planeja-se utilizar, destaca-se o *Excel* para armazenar e ordenar os resultados, viabilizando a análise. Pretende-se utilizar ainda o *Mendeley* para auxílio na inclusão das citações e controle de referências e o *VOSviewer* para auxiliar na análise dos resultados.

Após as definições inerentes ao planejamento onde se desenvolveu o protocolo da revisão sistemática incluindo os critérios de inclusão, exclusão e ferramentas, é possível evoluir para a segunda fase denominada de processamento, como adiante apresentado.

3.2 SEGUNDA FASE – PROCESSAMENTO

Nessa fase são identificados, selecionados e avaliados os artigos, seguindo os critérios de inclusão e exclusão estabelecidos no protocolo. De acordo com os critérios de inclusão e exclusão já apresentados na fase anterior, a quantidade de artigos a ser analisada totaliza 17, conforme detalhado na Tabela 3.

Tabela 3 – Critérios de exclusão

| Quantidade de artigos | WoS | Spell | Total |
|---|-----------|----------|-----------|
| Quantidade de artigos | 22 | 10 | 32 |
| (-) duplicados | - | -1 | -1 |
| (-) excluídos após a leitura do título, resumo e palavras-chave | -7 | -2 | -9 |
| (-) sem texto completo disponível | -4 | - | -4 |
| (-) excluídos após a leitura da introdução e conclusão | - | -1 | -1 |
| Total | 11 | 6 | 17 |

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Assim, foram submetidos à leitura completa o total de 17 artigos. Para estes, manteve-se o registro dos autores, títulos, *journal*, ano, número de citações, método e amostra e principais resultados em uma planilha do *Excel* que foi reproduzida e encontra-se no Quadro 1.

Quadro 1 – Artigos incluídos na revisão sistemática de literatura

| ID | Título | Autores/ ano | Journal | Citações | Método e amostra | Resultados |
|----|--|-----------------------|-------------------------------------|----------|---|---|
| 1 | Digital Analysis of Crime Statistics: Does Crime Conform to Benford's Law? | Hickman e Rice (2010) | Journal of Quantitative Criminology | 21 | Análise de 10.816 mil crimes ocorridos em 2006. | Os resultados das análises dos relatórios de crime uniformes, Análise digital, Estatísticas de crime dos sistemas nacionais e estaduais estão em conformidade com a LNB e os autores entendem que a Lei pode servir como uma ferramenta útil na comparação de variações nos dados oficiais entre as grandes cidades, uma área de desafio persistente em estudos policiais ou mais especificamente, para avaliar as alegações de "queda do crime" podem ter sido manipulados por grandes chefes de agência de polícia. |

| | | | | | | |
|---|--|----------------------------------|--|---|--|---|
| 2 | Análise de Conformidade nos Gastos Públicos dos Estados Federativos: Aplicação da Lei de Newcomb-Benford para o primeiro e segundo dígito dos gastos em dois estados Brasileiros | Costa, Santos e Travassos (2012) | Revista Contabilidade e Finanças - USP | 5 | A conformidade da Lei foi aplicada na análise de 134.281 notas de empenhos emitidas por 20 Unidades Gestoras de dois estados brasileiros. O estudo se baseou no dados de 2009. | Existência de desvios significativos nas distribuições dos algarismos: 7 e 8; os números 9 e 6 apresentaram escassez de ocorrências em relação à proporção esperada pela lei LNB para o primeiro dígito. Resultados apontam para uma tendência de fuga à realização de processos licitatórios. Utilização da LNB como metodologia aplicada a auditoria no setor público tem se demonstrado eficaz quanto a 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 |
|---|--|----------------------------------|--|---|--|---|

| | | | | | | |
|---|---|---------------------------------|--|----|--|--|
| 3 | Aplicabilidade da Lei de Newcomb Benford nas fiscalizações de imposto sobre serviço - ISS | Lagioia <i>et al</i> (2011) | Revista Contabilidade e Finanças - USP | 0 | Estudo de casos múltiplos em uma empresa de publicidade. O período analisado foi de 2002 a 2004 quando a empresa emitiu 1.958 notas fiscais de serviços. Empresa de turismo, cujo período fiscalizado foi de out/2000 a dez/2003, tendo sido emitidas 1.370 notas fiscais de serviços. Empresa de contabilidade O período fiscalizado foi de 2002 a 2004, sendo emitidas 1.553 notas fiscais de serviços. Laboratório de análises clínicas, cujo período fiscalizado foram os anos de 2001 a 2003, sendo emitidas 1.630 notas fiscais de serviços. | Evidenciaram a potencial aplicabilidade da LNB como ferramenta de auditoria. Uma vez que os desvios sinalizados pela aplicação do modelo contabilométrico foram confirmados com os resultados da fiscalização e os valores ajustados foram submetidos novamente aos testes estatísticos observando-se uma redução nos desvios |
| 4 | An ANN-based auditor decision support system using Benford's Law | Bhattacharya, Xu e Kumar (2011) | Decision Support Systems | 31 | Construíram 800 conjuntos de dados separados, cada um contendo 1.000 números de dois dígitos. | Desenvolvimento de um modelo para aplicação da LNB através da criação de uma estrutura de rede neural artificial geneticamente otimizada. Utilizaram uma estrutura de rede para todas as instâncias correspondentes a uma matriz de manipulação e envolvimento 3 x 3 desenhada para descrever as diferentes combinações do nível de sofisticação na manipulação de dados pelos autores de uma fraude financeira. |

| | | | | | | |
|---|--|--------------------|-----------------------------------|---|--|---|
| 5 | Applying digital analysis to detect fraud: na empirical analysis of US marine industry | Hsieh e Lin (2013) | Applied Economics | 9 | A amostra compreendeu 630 155 Observações de resultados, de empresas de capital aberto americanas no período de 1980 a 2009. Dentre as observações, 8817 corresponde a empresas do setor marítimo. | O objetivo deste artigo é usar a lei de Benford e análise de dígitos para examinar a extensão do gerenciamento de resultados através de arredondamento de lucros no resultado de empresas da Indústria marinha dos EUA. Os autores constataram, com o teste do primeiro e segundo dígitos que as empresas Marinhas provavelmente cometem gerenciamento de resultados através de arredondamento de lucros, porém em uma escala significativamente melhor que o restante da amostra. |
| 6 | A Confiabilidade dos Dados Financeiros de Hospitais Filantrópicos Canadenses: Um Estudo Empírico Baseado na Lei de Benford | Milani (2013) | Sociedade, Contabilidade e Gestão | 3 | Análise, a Luz da LNB, das receitas e despesas de 667 hospitais filantrópicos situados em Ontario e Quebec no Canadá. | Verificar a confiabilidade dos dados financeiros de dois hospitais Canadenses utilizando-se como <i>proxy</i> de confiabilidade a distribuição probabilística prevista pela LNB. Os autores concluem pela aderência dos números a lei, contudo alertam que eventuais resultados de não conformidade distributiva à LNB não implicam, necessariamente, em ocorrências ligadas a fraude ou erro, os quais somente podem ser constatados mediante a realização de procedimentos detalhados de auditoria, assim como a simples conformidade não significa, necessariamente, que os dados analisados estejam isentos de ações inapropriadas. |

| | | | | | | |
|----|--|--------------------------------|------------------------------------|----|---|---|
| 7 | Lei de Newcomb Benford aplicada no controle interno das empresas: um estudo de caso no controle de lançamentos financeiros | Ribeiro e Monsueto (2015) | Revista de Administração da UNIMEP | 4 | 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 no período de setembro de 2010 a setembro de 2011. Foram analisadas aproximadamente 700 observações. | A pesquisa demonstrou que a aplicabilidade da LNB como mais uma ferramenta para auxiliar o gestor na tomada de decisão e sugere a inclusão dessa ferramenta no algoritmo dos sistemas das empresas. |
| 8 | Financial statements errors: evidence from the distributional properties of financial statement numbers | Amiram, Bozanic e Rouen (2015) | Review of Accounting Studies | 47 | A amostra consiste em todos os dados anuais das demonstrações financeiras da Compustat para o período 2001-2011. | Os autores introduzem uma medida de ano-empresa para estimar o nível de erro nas demonstrações financeiras. Demonstraram que medida prevê distorções relevantes, conforme identificadas pelas Releases de Auditoria Fiscal e Contabilidade da SEC (AAERs), e pode ser usada como um indicador importante para identificar distorções. |
| 9 | Benford's Law for audit of public works: na analysis of overpricing in Maracana soccer arena's renovation | Cunha e Bugarin (2015) | Economics Bulletin | 8 | Estudo de caso baseado nas planilhas de orçamento da reforma da arena de futebol do Maracanã. | Efetuarão a análise de superfaturamento, indicando a aplicabilidade da LNB em auditoria de obras públicas, uma vez que os testes com a Lei sinalizaram mais de 70% do total superestimado indicado pela auditoria do Tribunal de Contas da União – TCU. |
| 10 | Do the data on municipal expenditures in the Czech Republic imply incorrectness in their management? | Půček, Plaček e Ochrana (2016) | E&M Ekonomie a Management | 0 | Usando o teste de Benford, o estudo visa examinar as despesas dos municípios da República Tcheca em 2012. | A análise mostrou que o teste de Benford pode ser adotado como uma ferramenta de apoio adequado para a construção no sistema de controle de despesas públicas. É uma das maneiras de aumentar a eficácia de um controle complexo dos gastos públicos. |

| | | | | | | |
|----|---|---------------------------------|---|---|--|--|
| 11 | Utilização da Lei de Newcomb-Benford como Método Identificador de Desvios em Ambientes de Auditoria Contínua: Uma Proposta de Identificação de Desvios no Tempo | Silva, Travassos e Costa (2017) | Revista Contabilidade e Finanças - USP | 3 | Utilizou a Lei de Newcomb-Benford (NB-Lei) para analisar 210.899 valores de notas de empenho emitidas por sessenta unidades gestoras pertencentes a dois estados do Nordeste brasileiro, no ano de 2010. | A realização de uma análise temporal de conformidade com a NB-Lei agrega maior precisão aos procedimentos de amostragem, em ambiente de auditoria contínua. |
| 12 | Caso Petrobrás: A Lei de Newcomb-Benford Poderia Detectar Fraude? | Cella e Rech (2017) | Revista Gestão, Finanças e Contabilidade - UNEB | 0 | Estudo de Caso que consiste na análise da frequências de ocorrência dos primeiros dígitos dos valores dos elementos de <i>red flags</i> , no período de 2004 a 2012 da empresa Petrobrás. | LNB aplicada somente ao primeiro dígito dos <i>red flags</i> não se revelou eficiente para a detecção da fraude. Os resultados evidenciam a necessidade de estudos mais aprofundados para a detecção da fraude na Petrobras, ressaltando-se que a interpretação dos resultados da LNB deve ser feita com cautela. |
| 13 | Application of Benford's Law to the audit of Minas Gerais international airports remodeling works | Bugarin e Cunha (2017) | Revista do Serviço Público | 0 | Estudo de caso utilizando a planilha da obra de reforma do Aeroporto Internacional de Minas Gerais. A planilha contém 2.081 observações. | Os resultados pela aplicação da lei são comparados com aqueles encontrados na auditoria do Tribunal de Contas da União, que adota a metodologia da Curva ABC para a seleção da amostra evidenciando que pelo menos 86% do valor total do sobrepreço identificado seria exposto caso a nova metodologia tivesse sido aplicada |
| 14 | Fraud detection by testing the conformity to Benford's Law in the case of wholesale enterprises | Máté et al (2017) | Polish Journal of Management Studies | 2 | Demonstrações financeiras de 561 empresas que operam nos setores atacadistas da região da Planície do Norte da Grelha entre 2009 e 2015, totalizando 3.512 observações. | De maneira geral, o desvio das frequências esperadas e refletidas não obedeceu à lei de Benford e podemos afirmar que não é sustentável para empresas comerciais nesses casos. |

| | | | | | | |
|----|---|--------------------------------|---|---|---|--|
| 15 | Benford's law and the limits of digit analysis | Druică, Oancea e Vâlsan (2018) | International Journal of Accounting Information Systems | 0 | Dados em painel, constituídos por quatro tipos de depósitos bancários romenos agregados, correspondentes a 42 unidades administrativas, num período de 13 anos. A série consiste em 6.847 observações mensais (41 municípios, além da área metropolitana de Bucareste), entre 2003 e 2016 | Após uma bateria completa de testes de significância de hipótese nula e também calculo do desvio absoluto médio anual e o desvio absoluto médio excedente, os autores concluem que os resultados variam de conformidade marginal a não conformidade marginal à Lei de Benford. Assim, é necessário cautela ao abordar a auditoria e a detecção de fraudes usando essas ferramentas analíticas. |
| 16 | Does the board of directors as Fat Cats exert more earnings management? Evidence from Benford's law | Lin <i>et al</i> (2018) | The Quarterly Review of Economics and Finance | 0 | Dados sobre ganhos contábeis derivados do banco de dados do Taiwan Economic Journal (TEJ), que contém as demonstrações financeiras de empresas listadas publicamente no TWSE de 1996 a 2015 (excluindo empresas do setor financeiro), totalizando 501 empresas. | Detectou-se a diferença no gerenciamento de resultados entre Firms <i>Fat Cat</i> e não- <i>Fat Cat</i> . Através da aplicação da Lei se identificou que as demonstrações contábeis da empresa estudada haviam sido manipuladas, logo eram inúteis a administração. |
| 17 | aXBRL: Search of fraudulent XBRL instance documents with na Android app | Sheu (2019) | SoftwareX | 0 | Desenvolvimento de software. | O objetivo deste estudo é codificar um aplicativo para smartphone denominado aXBRL para fornecer dados para auditoria de documentos para avaliar a conformidade dos mesmos com a lei de Benford. Os autores concluem que o aplicativo aXBRL fornece a contribuição à aplicação do algoritmo de máquinas vetoriais de suporte difuso em a auditoria dos documentos da instância XBRL. |

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

3.3 TERCEIRA FASE – SAÍDAS

A terceira etapa proposta por Levy e Ellis (2006) é a análise do artigo ou a fase de “Saídas”. Esta etapa teve como objetivo coletar informações para subsidiar o estudo. Cada artigo foi analisado individualmente, a fim de extrair as principais características. Além disso, com o auxílio do software *VOSviewer* procedeu-se a análise das redes de autoria, autores e *jornal* mais proeminente. A apresentação e discussão dos resultados são destacadas a seguir.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Todos os estudos apresentam abordagem empírica, logo, quanto às estratégias metodológicas, foi possível perceber que a estratégia documental foi adotada por 65% dos casos, enquanto 30% se utilizou de estudo de caso (sendo um estudo de caso múltiplo). Ainda, um artigo se utilizou da estratégia de *Design Science Research* propondo um aplicativo para detectar fraudes em demonstrações contábeis elaboradas na linguagem *Extensible Business Reporting Language* (XBRL).

No que diz respeito ao horizonte temporal, 8 estudos são longitudinais, apreciando dados de no mínimo 2 e no máximo 30 anos. Enquanto 7 estudos são transversais, ou seja as observações se concentram em um ponto no tempo. Quanto aos resultados e produtos entregues pelos artigos, 2 estudos propuseram um modelo para detecção de fraude e 1 estudo propôs um aplicativo para celular com o mesmo objetivo. As outras pesquisas se limitaram a testar seus dados utilizando os pressupostos da Lei. Dentre os testes empíricos destaca-se o uso de testes primários (primeiro ou segundo dígitos) na grande maioria dos trabalhos, acompanhados pelos testes Z e Qui-quadrado (2). Além disso, alguns estudos optaram pela aplicação de outros instrumentos, para garantir maior robustez a pesquisa realizada, diminuindo erros amostrais e possibilitando uma análise multifacetada dos resultados obtidos. Os instrumentos utilizados foram: teste Kolmogorov-Smirnov (K-S), Média dos Desvios Absolutos (MDA) e acompanhamento ao longo do tempo, dentre outros (para mais detalhes ver Apêndice I).

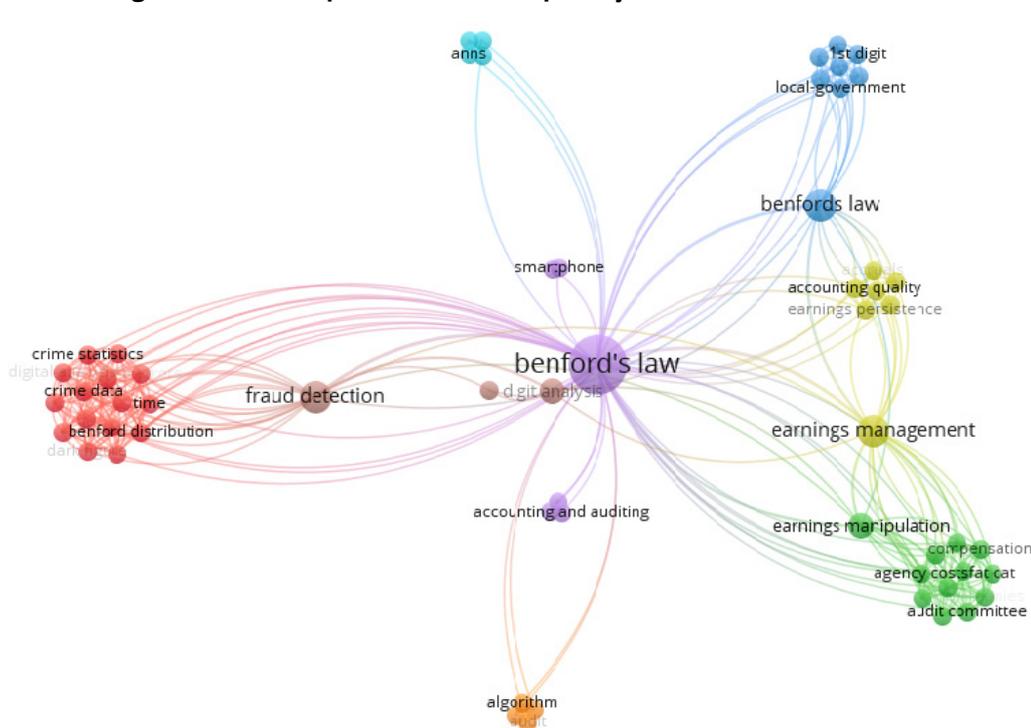
Quanto aos dados, a maioria utiliza dados secundários, dentre eles: demonstrações contábeis (6 estudos), notas de empenho (2 estudos), planilhas de orçamento de obras públicas (2 estudos), relatórios oficiais de registro de crimes (1 estudo), Declaração de Serviços e Declarações de Imposto de Renda Retido na Fonte – DIRF (1 estudo), relatórios de despesas municipais (1 estudo), planilhas de controle interno (1 estudo) e relatórios de depósitos bancários (1 estudo). Além disso, foi possível perceber que 6 estudos se aplicam a esfera pública, 4 estudos utilizaram dados do mercado de capitais, 2 estudos se utilizaram de

dados de empresas de capital fechado, um foi aplicado sobre os dados de empresa de economia mista, um foi aplicado sobre os dados de entidades filantrópicas e um no setor bancário.

Nossa amostra indica que o tema de trabalho tem sido estudado em vários países do mundo, com destaque para o Brasil com 8 trabalhos, representando 47% da amostra, seguido de Taiwan com 3 trabalhos, Estados Unidos com 2, Hungria, Austrália, Canadá e República Tcheca, com um artigo cada. No que diz respeito a citações, Amiram, Bozanic e Rouen (2015) apresentaram o trabalho mais citado, com o total de 47, seguido por Bhattacharya, Xu e Kuman (2011) com 31 citações. Cabe salientar que esses autores foram os únicos que de fato avançaram no conhecimento que já se tinha, propondo modelos diferenciados, os demais trabalhos apenas testaram a aplicação da LNB, talvez isso explique o maior interesse em seus trabalhos. Os autores mais profícuos da nossa amostra foram Costa, Travassos, Cunha, Bugarin e Lin com 2 artigos cada. O ano com o maior número de publicações foi 2017, com 4 publicações.

A rede de co-ocorrência de palavras chave foi calculada pela ferramenta *VOSviewer* para as os artigos selecionados da *WoS*, que contém 9 dos 17 artigos da amostra. Os 9 artigos da *WoS* originaram 59 palavras-chave, as quais estão expostas na Figura 1.

Figura 1 - Rede de palavras-chave da produção extraída da WoS

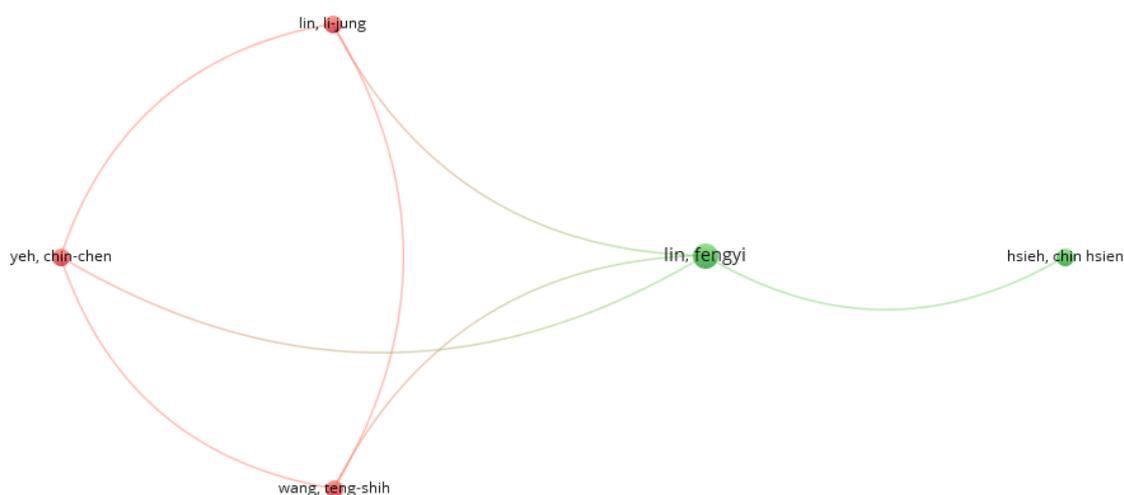


Fonte: Dados da pesquisa (2019).

As 59 palavras chave formaram 8 *clusters* diferentes. O maior *cluster* agrupou 15 itens e aparece representado em vermelho e reúne palavras alusivas a fraudes e outros crimes financeiros. O *cluster* seguinte, com 12 itens aparece em verde e parece estar relacionado a proteção dos investidores já que reúne palavras como *audit committee, corporate governance, agency costs e investor protection*. O *cluster* 3 com 8 itens parece estar relacionado com ferramentas para mitigar o risco de fraude, pois reúne palavras como *benford’s law, 1st digit, benford’test*.

A rede de co-autoria também foi gerada pela ferramenta *VOSviewer*. Dos 28 autores apenas 5 estão interconectados e a rede pode ser verificada na Figura 2.

Figura 2 - Rede de co-autoria da produção extraída da WoS

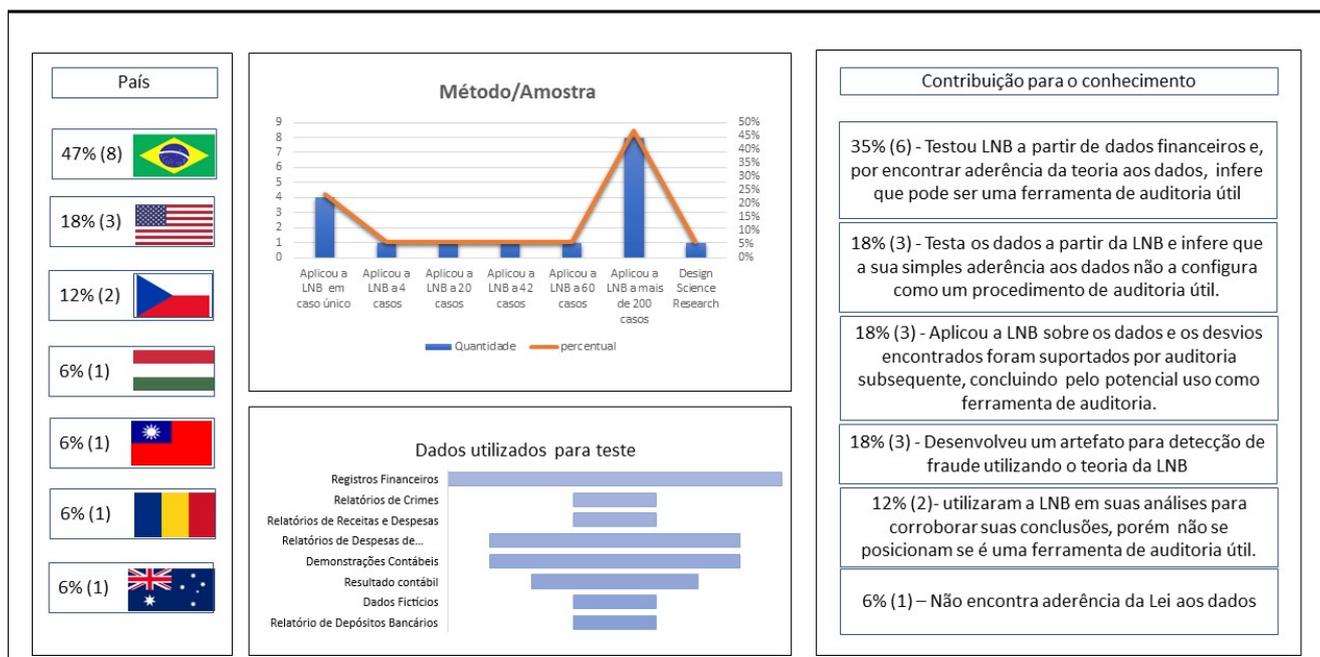


Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Os *links* são formados a partir da existência de conexão entre os autores e *link strength* mede a força dessa conexão a partir da quantidade de vezes que os dois autores aparecem juntos. Assim o autor com a maior quantidade de *links* é o Lin, com 4 ao todo. Cabe lembrar que não foi possível utilizar o *VOSviewer* para os artigos extraídos da base de dados *Spell*, mas é possível perceber que os autores Costa, Travassos e Cunha e Bugarin também estão interconectados.

A Figura 3 demonstra-se um panorama geral da revisão de literatura.

Figura 3 – Panorama geral da revisão de literatura



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Ainda, como base nos resultados encontrados, percebe-se que não há consenso sobre a recomendação da eficácia da LNB como ferramenta de auditoria. Para Bugarin (2017), Cunha e Bugarin (2015) e Lagioia et al. (2011) a aplicação da LNB nos dados analisados sinaliza uma importante ferramenta análise, uma vez que os desvios foram suportados por auditorias posteriores. Lagioia et al. (2011), inclusive demonstram que o modelo contabilométrico por eles utilizado pode constituir-se em um instrumento para sinalização de empresas com procedimentos fraudulentos de recolhimento de impostos, servindo inclusive para direcionar os trabalhos dos auditores no tocante a seleção de amostras (técnica de amostragem) de notas fiscais de serviço que irão merecer exame mais minucioso.

O que vai ao encontro da recomendação de outros autores os quais destacam que a LNB é considerada uma ferramenta útil na análise de grandes dados, porém deve-se utilizar outras ferramentas e métodos de análise conjugados para uma melhor eficácia (COSTA; SANTOS; TRAVASSOS, 2012; HICKMAN; RICE, 2010; MILANI FILHO, 2013; PŮČEK; PLAČEK; OCHRANA, 2016; RIBEIRO; MONSUETO, 2015; SILVA; TRAVASSOS; COSTA, 2017). Hickman e Rice (2010) destacam que ela pode ser usada para detectar sinais incomuns ou inesperados nos dados, apoiando esforços de investigações, mas não é um substituto para uma investigação completa.

Assim, Amiram, Bozanic e Rouen (2015), Bhattacharya, Xu e Kumar (2011) e Sheu (2019) utilizaram a LNB em conjunto com outras técnicas para desenvolver um artefato para detectar fraude. Amiram, Bozanic e Rouen (2015), depois de demonstrar que as demonstrações financeiras sem erros são distribuídas de acordo com a LNB, forneceram vários cenários para demonstrar os tipos de erros nas demonstrações contábeis que provavelmente criariam divergências. Por exemplo, superestimando a receita, subestimando as despesas, comportamento do tipo “ir ou vir”, ou uma combinação dessas situações. Finalmente, forneceram uma simulação simples para demonstrar que, quando os números contábeis são manipulados, existe uma alta probabilidade de um aumento na divergência da lei.

De outro lado, alguns autores não encontraram evidências suficientes para afirmar que a LNB pode ser uma ferramenta útil para a auditoria (CELLA; RECH, 2017; DRUICĂ; OANCEA; VÂLSAN, 2018; MÁTÉ et al., 2017). Entretanto cabe salientar que no caso de Cella e Rech (2017) a conclusão se baseia em estudo de caso único, enquanto os outros autores, embora tenham utilizado uma amostra mais robusta, recomendam ampliar os testes e, principalmente, o aprofundar o conhecimento acerca de fraudes contábeis antes de afirmar a referida lei pode ser útil na sua detecção. Druică, Oancea e Vâlsan (2018) sugerem que o nível de conformidade com a LNB ao longo do tempo tende a estacionar e por isso não há evidências suficientes para considerá-la como ferramenta útil na detecção de fraudes. Como não existe base teórica para postular uma hipótese de trabalho de auditoria, usaram uma série de desvios médios absolutos e desvios médios absolutos excessivos para explorar a estacionariedade. Concluíram que, em alguns casos, os testes de Dickey-Fuller sugerem tendência-estacionariedade. Contudo estão conscientes das limitações de sua abordagem, devido ao pequeno número de observações, e alertam para que seus achados sejam usados com extrema cautela.

Diante deste cenário há um campo fértil para pesquisas futuras nesta área desde que os pesquisadores incrementem suas análises para além de replicar a lei em contextos diferentes. O avanço da tecnologia da informação aliada a *big data* e *analytics* são fatores que, corroborados com a LNB podem ampliar não só o conhecimento teórico, mas sobretudo a prática de auditoria e detecção de fraudes, como sinalizam Hickman e Rice (2010) com a utilização da Lei para identificar falsificação nas informações da polícia americana sobre a queda de crimes.

Outro caminho a ser tomado envolve pesquisas mais aprofundadas acerca da aplicabilidade dos modelos propostos pelos autores Amiram, Bozanic e Rouen (2015), Bhattacharya, Xu e Kumar (2011) e Sheu (2019), seja em outros contextos, em segmentos econômicos específicos ou ao longo do tempo verificando a sua aderência em razão de eventuais especificidades das empresas, tais como: os processos de precificação dos setores; regimes especiais de emissão de notas fiscais e condutas de omissões de receitas e outras formas de gerenciamento de resultados.

Ainda, a partir de uma perspectiva aplicada, testar se a Lei de Benford em conjunto com um sistema de mineração de dados pode ser usada para identificar anomalias de preços de títulos financeiros devido a atividades duvidosas do mercado de ações, como informações privilegiadas, operações de extração, bombeamento e *dumping* e localização de mercado (BHATTACHARYA; XU; KUMAN, 2011).

Há espaço para o desenvolvimento de diferentes métodos para selecionar amostras de auditoria, usando a LNB. Além disso, a ampliação de testes estatísticos, como exemplo explorar outros níveis de significância, como 0,01 e 0,10 - em oposição a 0,05 - poderiam ser adotados a fim de medir a conformidade (BUGARIN e CUNHA, 2017). Por fim Druică, Oancea e Vâlsan (2018) acreditam que um melhor entendimento da detecção de fraudes é um elemento potencialmente importante na análise forense no sucesso das políticas de governança para resolver os resultados negativos das próximas crises financeiras. Portanto, outras direções de pesquisa nessa abordagem setorial podem ser proveitosas e valer a pena explorar futuramente.

Muitos autores utilizaram análise de caso único para aplicação da Lei. Nesse sentido é possível incrementar esses estudos utilizando as técnicas de triangulação de métodos adicionando mais riqueza de detalhes aos dados quantitativos, com dados qualitativos, como por exemplo fornecendo maiores informações sobre o campo, acrescentando narrativas de situações, entrevistas com pessoas-chave, como sugerido por Flick (2009).

5 CONCLUSÃO

A presente revisão de literatura teve por objetivo identificar os argumentos favoráveis e contrários, bem como os métodos de pesquisa e os principais achados das pesquisas sobre a aplicação da LNB como ferramenta de auditoria. Foram analisados 17 artigos oriundos de diversas áreas de estudo e até mesmo de diferentes culturas, onde o Brasil se destaca com 8 publicações.

A presente revisão nos permitiu perceber que a maioria dos autores entende que a LNB é aplicável a dados contábeis e financeiros. Apenas o artigo de Máté et al. (2017) não evidenciou aderência dos postulados da Lei aos seus dados. Contudo, não há consenso sobre a aplicação da LNB como uma ferramenta eficaz no campo da auditoria. Em função disso, pesquisas futuras podem corroborar a aplicação da Lei com outras técnicas de auditoria, como mineração de dados, *big data e analytics* ou refinar seu uso para alguma necessidade específica como amostragem de auditoria.

No que diz respeito aos métodos de pesquisa, a maioria dos estudos replicou os postulados da Lei em algum contexto. Assim, entende-se que para que o conhecimento avance, pesquisas futuras devem combinar outras técnicas de análise seja triangulando os resultados quantitativos com técnicas

qualitativas ou produzindo algum artefato aplicável no campo prático como algum modelo, *software* ou aplicativo.

REFERÊNCIAS

AMIRAM, D.; BOZANIC, Z.; ROUEN, E. Financial statement errors: evidence from the distributional properties of financial statement numbers. **Review of Accounting Studies**, v. 20, n. 4, p. 1540–1593, 2015. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11142-015-9333-z>>. Acesso em: 31 out. 2019.

BENFORD, F. The Law of Anomalous Numbers. **Proceedings of American Philosophical Society**, Philadelphia, v. 78, n. 4, p. 551-572, Mar.1938. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/984802?seq=1#page_scan_tab_contents>. Acesso em: 01 jun. 2019.

BHATTACHARYA, S.; XU, D.; KUMAR, K. An ANN-based auditor decision support system using Benford's law. **Decision Support Systems**, v. 50, n. 3, p. 576–584, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.dss.2010.08.011>>. Acesso em: 24 mar. 2020.

BUGARIN, M. S.; CUNHA, F. C. R. da. Lei de Benford aplicada à auditoria da reforma do Aeroporto Internacional de Minas Gerais. **Revista do Serviço Público**, v. 68, n. 4, p. 915–940, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/3256/1/Lei%20de%20Benford%20aplicada%20%C3%A0%20auditoria%20da%20reforma%20do%20Aeroporto%20internacional%20de%20Minas%20Gerais.pdf>>. Acesso em: 31 out. 2019.

CARSLAW, C. A. P. N. Anomalies in income numbers: evidence of goal oriented behavior. **The Accounting Review**, n. 2, v. 63, p. 321–327, 1988. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/248109>>. Acesso em: 31 out. 2019.

CELLA, R. S., RECH, I. J. Caso petrobras: a lei de benford poderia detectar a fraude? **Gestão, Finanças e Contabilidade**, v. 7, n. 3, p. 86–104, 2017. Disponível em: <<http://www.revistas.uneb.br/index.php/financ/article/download/3665/2433>>. Acesso em: 31 out. 2019.

CONSELHO FEDERAL DE CONTABILIDADE - CFC. **NBC TA 200 (R1): Objetivos gerais do auditor independente e a condução da auditoria em conformidade com normas de auditoria**. Brasil, 2016. Disponível em: <[http://www2.cfc.org.br/sisweb/sre/detalhes_sre.aspx?Codigo=2016/NBCTA200\(R1\)](http://www2.cfc.org.br/sisweb/sre/detalhes_sre.aspx?Codigo=2016/NBCTA200(R1))>. Acesso em: 21 ago. 2019.

COSTA, J. I. F. **Desenvolvimento de metodologias contabilométricas aplicadas à auditoria contábil digital: uma proposta de análise da lei de Newcomb-Benford para os tribunais de contas.** 2012. Dissertação (Mestrado em Contabilidade) – Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012. Disponível em: <<http://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/10416>>. Acesso em: 17 abr. 2019.

COSTA, J. I. F.; SANTOS, J. D.; TRAVASSOS, S. K. de M. Análise de conformidade nos gastos públicos dos entes federativos: aplicação da Lei de Newcomb-Benford para o primeiro e segundo dígitos dos gastos em dois estados brasileiros. **Revista Contabilidade & Finanças**, v. 23, n. 60, p. 187–198, 2012. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/2571/257124791003.pdf>>. Acesso em: 31 out. 2019.

CUNHA, F. C. R. da. **Aplicações da Lei Newcomb-Benford à auditoria de obras públicas.** 2013. 486 f. Dissertação (Mestrado em Regulação e Gestão de Negócios) – Universidade de Brasília, Brasília, 2013. Disponível em: <<http://repositorio.unb.br/handle/10482/16379>>. Acesso em: 10 abr. 2019.

CUNHA, F. C. R. da; BUGARIN, M. S. Benford's law for audit of public works: an analysis of overpricing in Maracana soccer arena's renovation. **Economics Bulletin**, v. 35, n. 2, p. 1168–1176, 2015. Disponível em: <<http://www.accessecon.com/Pubs/EB/2015/Volume35/EB-15-V35-I2-P120.pdf>>. Acesso em: 31 out. 2019.

DRAKE, P. D.; NIGRINI, M. J. Computer assisted analytical procedures using Benford's Law. **Journal of Accounting Education**, n. 18, v. 2, pp. 127–146, 2000. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0748-5751\(00\)00008-7](https://doi.org/10.1016/S0748-5751(00)00008-7)>. Acesso em: 31 out. 2019.

DRUICĂ, E.; OANCEA, B.; VÂLSAN, C. Benford's law and the limits of digit analysis. **International Journal of Accounting Information Systems**, v. 31, p. 75–82, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.accinf.2018.09.004>>. Acesso em: 24 mar. 2020.

FLICK, U. **Qualidade na pesquisa qualitativa.** Grupo A: Bookman, 2009. Disponível em: <<https://ebook-central.proquest.com/lib/minhabibliotecaufrgs/detail.action?docID=3234085>>. Acesso em: 24 mar. 2020.

HICKMAN, M. J.; RICE, S. K. Digital analysis of crime statistics: Does crime conform to Benford's law? **Journal of Quantitative Criminology**, v. 26, n. 3, p. 333–349, 2010. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10940-010-9094-6>>. Acesso em: 31 out. 2019.

HILL, T. P. Base-invariance implies Benford's law. **Proceedings of the American Mathematical Society**, n. 123, v. 3, p. 887–895, 1995. Disponível em: <<https://www.ams.org/proc/1995-123-03/S0002-9939-1995-1233974-8/S0002-9939-1995-1233974-8.pdf>>. Acesso em: 31 out. 2019.

HOYLE, D. C. et al. Making sense of microarray data distributions. **Bioinformatics**, v. 18, n. 4, p. 576–584, 2002. Disponível em: <<https://academic.oup.com/bioinformatics/article-pdf/18/4/576/669442/180576.pdf>>. Acesso em: 31 out. 2019.

HSIEH, C. H.; LIN, F. Applying digital analysis to detect fraud: an empirical analysis of US marine industry. **Applied Economics**, v. 45, n. 1, p. 135–140, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/00036846.2011.605759>>. Acesso em: 31 out. 2019.

LAGIOIA, U. C. T. et al. Aplicabilidade da Lei de Newcomb-Benford nas fiscalizações do imposto sobre serviços – ISS. **Revista Contabilidade & Finanças**, v. 22, n. 56, p. 203–224, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1519-70772011000200006>>. Acesso em: 31 out. 2019.

LEVY, Y.; ELLIS, T. J. A systems approach to conduct an effective literature review in support of information systems research. **Informing Science**, v. 9, p. 181–211, 2006. Disponível em: <<http://www.scs.ryerson.ca/aferworn/courses/CP8101/CLASSES/ConductingLiteratureReview.pdf>>. Acesso em: 31 out. 2019.

LIN, F. et al. Does the board of directors as Fat Cats exert more earnings management? Evidence from Benford’s law. **Quarterly Review of Economics and Finance**, v. 68, p. 158–170, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.qref.2017.09.005>>. Acesso em: 31 out. 2019.

MÁTÉ, D. et al. Fraud detection by testing the conformity to benford’s law in the case of wholesale enterprises. **Polish Journal of Management Studies**, v. 16, n. 1, p. 115–126, 2017. Disponível em: <http://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.baztech-9805160c-7742-4a15-9947-fa3cffb-18d91/c/Mate_PJMS_2017_16_1_115.pdf>. Acesso em: 31 out. 2019.

MILANI FILHO, M. A. F. A confiabilidade dos dados financeiros de hospitais filantrópicos canadenses: um estudo empírico baseado na Lei de Benford. **Sociedade, Contabilidade e Gestão**, v. 8, n. 2, p. 47-63, 2013. Disponível em: <<http://www.atena.org.br/revista/ojs-2.2.3-08/index.php/ufrij/article/view/1873/1731>>. Acesso em: 24 mar. 2020.

NEWCOMB, S. Note on the frequency of use of the different digits in natural numbers. **American Journal of Mathematics**, Baltimore. v. 4, n. 1., p. 39-40, 1881. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/2369148?seq=1#page_scan_tab_contents>. Acesso em: 01 jun. 2019.

NIGRINI, M. J.; MITTERMAIER, L. J. The use of Benford’s Law as an aid in analytical procedures. **Auditing**, 16 (2), 52-68, 1997.

NIGRINI, M. J. An Assessment of the Change in the Incidence of Earnings Management Around the Enron-Andersen Episode. **Review of Accounting and Finance**, v. 4, n. 1., p. 92-110, 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/eb043420>>. Acesso em: 26 jun. 2019.

NIGRINI, M. J. **Benford's Law: Applications for Forensic Accounting, Auditing, and Fraud Detection**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2012.

NIGRINI, M. J. Persistent patterns in stock returns, stock volumes, and accounting data in the U.S. capital markets. **Journal of Accounting, Auditing & Finance**, Boston, v. 30, n. 4., p. 541-557, 2015. Disponível em: <<http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0148558X15584051>>. Acesso em: 26 jun. 2019.

PIETRONERO, L. et al. Explaining the uneven distribution of numbers in nature: The laws of Benford and Zipf. **Physica A: Statistical Mechanics and its Applications**, v. 293, n. 1-2, p. 297-304, 2001. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0378-4371\(00\)00633-6](https://doi.org/10.1016/S0378-4371(00)00633-6)>. Acesso em: 31 out. 2019.

PŮČEK, M.; PLAČEK, M.; OCHRANA, F. Do the data on municipal expenditures in the czech republic imply incorrectness in their management? **E & M Ekonomie a Management**, v. 19, n. 4, p. 89-103, 2016. Disponível em: <<https://dspace.tul.cz/handle/15240/19271>>. Acesso em: 31 out. 2019.

RIBEIRO, D. H.; MONSUETO, S. E. Lei de newcomb-benford aplicada no controle interno nas empresas: um estudo de caso no controle de lançamentos financeiros. **Revista de Administração da UNIMEP**, v. 13, n. 1, p. 1-18, 2015. Disponível em: <<http://www.raunimep.com.br/ojs/index.php/regen/article/view-File/449/626>>. Acesso em: 31 out. 2019.

SANTOS, J.; DINIZ, J.; CORRAR, L. J. 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**, Vitória, v. 2, n. 1, p. 71-89, 2005. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=123016184005>>. Acesso em: 17 abr. 2019.

SHEU, G. Y. aXBRL: Search of fraudulent XBRL instance documents with an Android app. **SOFTWAREX**, v. 9, p. 308-316, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.softx.2019.04.004>>. Acesso em: 31 out. 2019.

SHI, J.; AUSLOOS, M.; ZHU, T. Benford's law first significant digit and distribution distances for testing the reliability of financial reports in developing countries. **Physica A: Statistical Mechanics and its Applications**, v. 492, p. 878-888, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.physa.2017.11.017>>. Acesso em: 31 out. 2019.

SILVA, Â. H. L. O Uso da Lei Newcomb-Benford na contabilidade e auditoria. **Revista do TCU**, Brasília. Ano 38. n. 115., p. 17-23. Maio/Ago 2009. Disponível em: <<http://revista.tcu.gov.br/ojs/index.php/RTCU/article/view/314/434>>. Acesso em: 17 abr. 2019.

SILVA, W. B. da; TRAVASSOS, S. K. de M.; COSTA, J. I. de F. Using the Newcomb-Benford Law as a Deviation Identification Method in Continuous Auditing Environments: A Proposal for Detecting Deviations over Time. **Revista Contabilidade e Finanças**, v. 28, n. 73, p. 11-26, 2017. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/rcf/article/download/125572/122500>>. Acesso em: 24 mar. 2020.