



Universidade de Brasília -UnB

Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade – FACE

Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais - CCA

Bacharelado em Ciências Contábeis

GUSTAVO SOARES DO SACRAMENTO E SILVA

**LEI NEWCOMB-BENFORD APLICADA NA ESTIMATIVA POPULACIONAL DOS
MUNICÍPIOS BRASILEIROS EM 2015 E SUA IMPORTÂNCIA NO REPASSE DO
FPM**

Brasília-DF
2016

GUSTAVO SOARES DO SACRAMENTO E SILVA

**LEI NEWCOMB-BENFORD APLICADA NA ESTIMATIVA POPULACIONAL DOS
MUNICÍPIOS BRASILEIROS EM 2015 E SUA IMPORTÂNCIA NO REPASSE DO FPM**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais (CCA) da Universidade de Brasília como requisito para conclusão da disciplina de Pesquisa em Ciências Contábeis.

Orientador: Prof. Mestre Rubens Peres Forster

Brasília-DF
2016

GUSTAVO SOARES DO SACRAMENTO E SILVA

**LEI NEWCOMB-BENFORD APLICADA NA ESTIMATIVA POPULACIONAL DOS
MUNICÍPIOS BRASILEIROS EM 2015 E SUA IMPORTÂNCIA NO REPASSE DO FPM**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais (CCA) da Universidade de Brasília como requisito para conclusão da disciplina de Pesquisa em Ciências Contábeis.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Mestre Rubens Peres Forster

Avaliador: Prof. Mestre Rildo e Silva

Brasília-DF

2016

AGRADECIMENTOS

Primeiramente ao meu orientador, professor Rubens, que sempre se mostrou disposto a me auxiliar.

Aos professores, colegas e funcionários de departamento, com quem tive o prazer de ter essa experiência.

E aos meu pais e familiares, que fizeram com que eu chegasse até aqui.

RESUMO

Informações demográficas são essenciais para que o governo possa ter controle e planejamento sobre seus projetos, podendo atender melhor as demandas de cada região. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) é o grande produtor dessas informações no Brasil e entre os censos demográficos, que são realizados decenalmente, são feitas estimativas populacionais. Tais estimativas, como o nome já diz, não são 100% precisas e é necessário avaliar quão próximas elas estão da real população brasileira. Métodos quantitativos são importantes instrumentos para verificação da qualidade das informações fornecidas e um desses métodos é a Lei Newcomb-Benford, que pode ser usada nesses tipos de fenômenos, verificando a distribuição das ocorrências dos primeiros dígitos, sendo que os dígitos 1, 2 e 3 ocorrem com mais frequência que os demais. Na contabilidade pública, este recurso pode ser utilizado pelos auditores do Tribunal de Contas da União na fiscalização dos repasses aos municípios no Fundo de Participação Municipal.

Palavras-chave: Censo. IBGE. Lei Newcomb-Benford. FPM.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
1.1 Informações Demográficas e o IBGE.....	7
1.2 Estimativas Populacionais.....	7
1.3 Repasses da União aos Municípios.....	9
2. REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1 A Lei Newcomb-Benford.....	10
2.2 Aplicações da Lei Newcomb-Benford na Contabilidade.....	12
2.3 Fundo de Participação Municipal (FPM).....	13
3. METODOLOGIA	18
4. ANÁLISE DE DADOS	20
5. CONCLUSÕES	23
REFERÊNCIAS	24

1. INTRODUÇÃO

1.1 Informações Demográficas e o IBGE

Criado em 1936, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) é um grande produtor de informações estatísticas do Brasil. A partir de seus censos demográficos é possível o estudo da população brasileira, seja em um ano em questão ou em um período maior de tempo. Sua missão é identificar e analisar o território, contar a população, mostrar como a economia evolui através do trabalho e da produção de pessoas, revelando como elas vivem (IBGE, 2016).

Para Oliveira e Simões (2005), o censo demográfico é a principal pesquisa feita pelo instituto. Ele serve de base para o cálculo de diversos índices, estimativas e taxas. Os censos nasceram ainda na época do império, sendo o primeiro realizado em 1 de agosto de 1872. Mesmo com o investimento em pesquisas, não havia estrutura relacionada com os registros civis, o que não permitia uma pesquisa confiável. Após anos de evoluções e criação do IBGE, podemos chegar ao atual modelo de contagem, que se aproxima muito dos valores populacionais reais. Censos são também fundamentais para atualização das projeções populacionais e, a partir delas, cálculo das estimativas municipais de população.

Ainda segundo Oliveira e Simões (2005, p.292):

Os censos têm oferecido as mais amplas possibilidades para os estudos de população – sua quantificação, composição, estrutura e distribuição política administrativa – e, em especial a partir do Censo de 1940, já sob a responsabilidade do IBGE (criado em 1936), para a investigação das componentes demográficas, tais como fecundidade, mortalidade e migrações internas.

Um sistema de análises populacionais, com ajuda do registro civil bem estruturado, proporciona cidadania, já que permite que se estime componentes demográficos, como taxas de natalidade e mortalidade. O IBGE está aberto à sociedade, procurando cada vez mais proporcionar transparência e acessibilidade (OLIVEIRA; SIMÕES. 2005). Um exemplo é o portal do instituto, onde incontáveis dados demográficos, econômicos e indicadores estão disponíveis para todos que possuam acesso à internet.

1.2 Estimativas Populacionais

Conforme o artigo 102 da Lei nº 8443 (BRASIL, 1992), entidade competente do Poder Executivo Federal publicará no Diário Oficial da União (DOU) a relação das populações dos Estados e do Distrito Federal uma vez ao ano, bem como dos Municípios. O IBGE exerce essa função, publicando estimativas anuais, como a de 2015, que será analisada nesse trabalho. As estimativas são importantes para a economia, já que permite cálculos de indicadores econômicos e sociodemográficos nos períodos entre os censos.

As estimativas são calculadas para os Estados e o Distrito Federal utilizando o método das componentes demográficas, enquanto para os municípios elas são calculadas com base na projeção para cada estado, que incorpora os resultados dos parâmetros demográficos calculados com base nos resultados do último censo demográfico e nas informações mais recentes dos registros de nascimentos e óbitos. Com os valores totais dos municípios nos dois últimos censos foi criada uma tendência de crescimento linear para cada unidade da federação, essa tendência é aplicada no cálculo da estimativa (IBGE, 2015). Diferente dos censos, que são realizados decenalmente e de forma completa, as estimativas, como nome já diz, podem conter erros.

Existem diversas ferramentas estatísticas que permitem a análise da qualidade de dados produzidos, sejam eles contábeis ou populações. Nesse trabalho será utilizada a Lei Newcomb-Benford (LBN).

1.3 Repasses da União aos Municípios

Mendes et al. (2008) tratam em seu trabalho sobre o assunto, definem Transferências incondicionais dizendo que são chamadas “incondicionais” porque não têm sua aplicação vinculada a nenhum fim específico. O ente transferidor repassa os recursos ao ente beneficiário, que poderá usar os recursos para os fins de sua preferência. Também dizem que elas são “redistributivas” porque os critérios de repartição dos recursos entre os governos beneficiários são definidos por fórmulas, redistribuindo-se os recursos em relação ao local (Estado ou Município) de origem da arrecadação. Após isso, os recursos são divididos de acordo com a população e a renda per capita, como no caso do FPM, que será visto mais a diante. O local onde o tributo foi arrecadado não é considerado nesse cálculo.

O Ministério da Fazenda (2012), por meio da Secretaria do Tesouro Nacional (STN) lançou a cartilha “O Que Você Precisa Saber Sobre as Transferências Constitucionais e Legais”, onde é tratado sobre o Fundo de Participação Municipal (FPM). Esse fundo trabalha o repasse de recursos Federais para os Municípios e tem como um dos principais fatores para o seu cálculo as estimativas populacionais fornecidas pelo IBGE anualmente. Isso será abordado adiante.

Assim, o objetivo desse trabalho é verificar se a estimativa populacional no ano de 2015 para todos os municípios do país respeita a LNB e analisar sua importância nos repasses da União aos Municípios. Foi utilizada a planilha divulgada pelo IBGE no Diário Oficial da União e que contém o número de habitantes estimados para cada município, nela estão todos os 5570 municípios brasileiros em 2015. Após encontradas as populações será aplicada a LNB utilizando Testes de Hipóteses em cada valor, assim, será verificado se os valores encontrados estão de acordo com os que eram esperados. Também será avaliado como as estimativas são

importantes no cálculo do FPM. O trabalho está estruturado em seções. A primeira é esta introdução. A segunda é o referencial teórico, onde é mostrado o surgimento da LBN e como ela pode ser aplicada em diversas áreas. Após isso, na seção da metodologia são mostrados quais procedimentos ocorreram na aplicação da LBN e Testes de Hipóteses e apresentação dos dados encontrados. A última seção traz considerações finais da pesquisa.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. A Lei Newcomb-Benford (LNB)

A LNB surgiu levando o nome de seus dois criadores: O astrônomo canadense Simon Newcomb e do físico americano Frank Benford. Eles observaram que os números se comportavam de maneira diferente da que era esperada. Primeiramente, Newcomb (1881), por empirismo, notou que as primeiras páginas das tábuas de logaritmos eram mais usadas que as demais. Para uma distribuição aleatória era esperado que cada número tivesse 1/9 de probabilidade de ocorrência, porém ele demonstrou que isso não se aplica a determinadas sequências, pois foi notado que os dígitos 1, 2 e 3 possuem mais possibilidade de ocorrerem como primeiro dígito que os dígitos 4, 5, 6, 7, 8 e 9.

Simon Newcomb (1881) não forneceu dados numéricos nem evidências de sua descoberta no seu trabalho “Note on the Frequency of Use of the Different Digits in Natural Numbers”, que continha até as probabilidades do segundo dígito. Frank Benford (1938) publicou sua tese “The Law of Anomalous Numbers”, analisando numericamente a tese de que as primeiras páginas eram mais utilizadas que as demais. Quanto maiores eram as observações, mais elas se comportavam de acordo com a sua Lei. Benford a aplicou em diversos casos para mostrar sua validade, como: áreas geográficas, índices de órbita, endereços, e também populações de indivíduos.

Para Costa (2011), o senso comum nos faz acreditar que em uma amostra de números aleatórios o primeiro dígito (excluindo o zero) sempre seria igualmente provável entre 1 e 9, mas a LNB mostra que os dígitos 1, 2 e 3 possuem, aproximadamente, 60,2% de ocorrência, o que mostra que há diferença entre dados onde existem contagens progressivas e entre números escolhidos ao aleatório.

Cunha (2012) diz que para que uma sequência de dados possa ser testada pela LNB os seus valores devem representar a magnitude dos fatos ou eventos, não devem existir valores máximos e mínimos (exceto se o valor mínimo for 0), os dados não podem ser de criação humana, contas bancárias, números de identificação. Logo, é possível notar que a LNB é mais uma das tantas ferramentas estatísticas que podem ser usadas para detecção de erros e fraudes. É de simples aplicação e fornece informações importantes nas áreas de contabilidade e estatística. Porém, mesmo sendo uma Lei de fácil uso, deve-se tomar cuidado com sequências onde ela não se aplica.

Um problema na LNB é que em amostras muito grandes a ocorrência de poucos valores discrepantes não será um fator decisivo para a não-aceitação. É possível que existam amostras que contenham erros e ao mesmo tempo respeitem a Lei. Dessa forma, a auditoria não deve utiliza-la como um instrumento conclusivo na existência ou não de erros e inconsistências. Se gestores alterarem valores dentro da mesma centena ou dezena, a Lei não detectará, como por exemplo modificar uma conta com saldo de R\$ 1500,00 para R\$ 1900,00, essa alteração não será percebida apenas com a análise do primeiro dígito.

Cunha (2012, p.40) traz isso da seguinte maneira:

Contudo, desvios em relação à distribuição de Benford não constituem prova conclusiva de manipulação, assim como uma conformidade não assegura a fidedignidade dos dados. Uma não conformidade pode ser vista como um sinal indicando que os dados precisam de um exame mais minucioso. Assim, a Lei de Benford pode ser usada em conjunto com outros mecanismos de controle como um primeiro passo para checar possíveis manipulações nos dados.

Relacionado às populações, Sandron (2002) fez um trabalho utilizando a LNB em dados dos INED, que é o instituto francês de dados demográficos, que em 1997 publicou informações sobre população, território e densidade de 198 países ao redor do mundo.

Ainda é possível encontrar bibliografias em que a LNB é utilizada em diversas áreas, como: processos eleitorais, genética, áreas geográficas, pesos, taxas, entre outros.

Sendo assim, a probabilidade do primeiro dígito d ocorrer segue a fórmula:

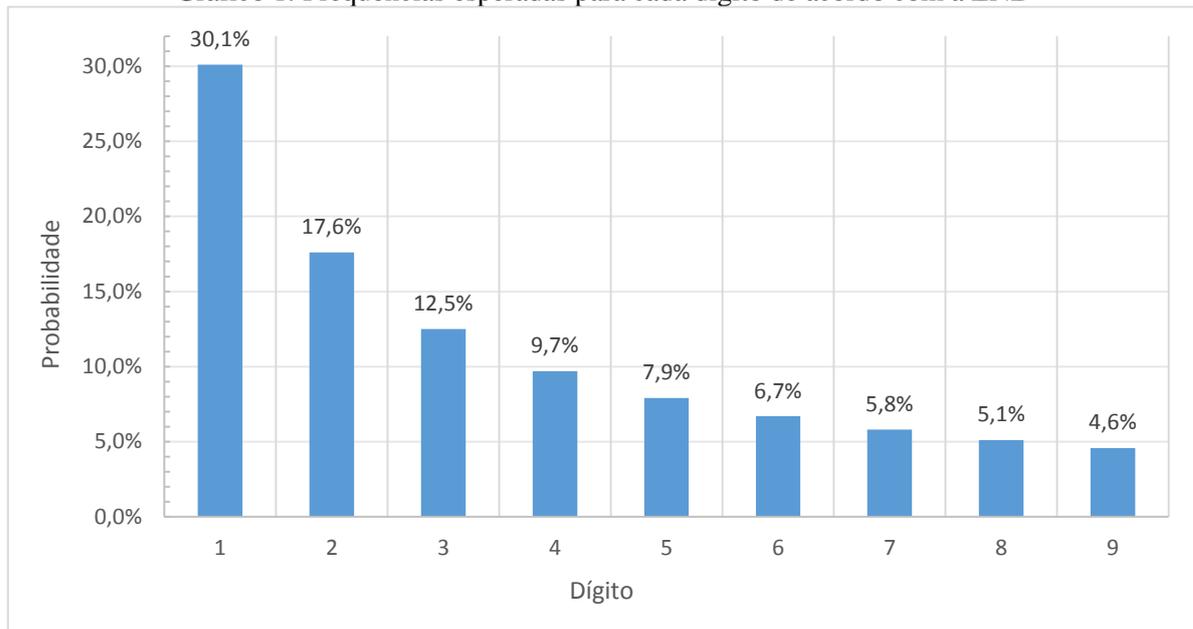
$$P(d) = \log_{10}\left(1 + \frac{1}{d}\right) \quad (1)$$

Tabela 1: Frequências esperadas para cada dígito de acordo com a LNB

Dígito	Frequência
1	0,3010
2	0,1761
3	0,1249
4	0,0969
5	0,0799
6	0,0669
7	0,0580
8	0,0511
9	0,0458

Fonte: LNB

Gráfico 1: Frequências esperadas para cada dígito de acordo com a LNB



Fonte: LNB

2.2. Aplicações da Lei Newcomb-Benford na Contabilidade

Segundo Ribeiro et al. (2005), o primeiro trabalho de aplicação da LNB na contabilidade foi publicado na década de 80 com a hipótese de que os segundos dígitos estavam se afastando dos valores esperados, por arredondamentos ou por seguirem outra lógica. A década de 90 foi o período de consolidação da aplicação da na contabilidade, pois foi quando a pesquisa na área teve grande avanço, dado seu grande uso na auditoria, área que busca verificar se as demonstrações contábeis estão de acordo com as normas.

A Lei é uma forma de revisão analítica, que segundo a NBC T11 é a verificação de valores mediante índices, quocientes e outros meios com vista à identificação de situação ou tendências atípicas. Com a utilização dessa ferramenta é possível economizar tempo, sabendo em quais contas é mais provável que contenham erros.

Ribeiro et al (2005) diz que a auditoria contábil é uma área adequada à aplicação da LNB e seus Testes de Hipóteses, porém considerando seus limites, sabendo que ela possibilita aos auditores verificar se a amostra em questão a respeita ou não pelas diferenças entre as probabilidades esperadas com as probabilidades observadas a avaliação sobre sua aleatoriedade.

Outra aplicação da LNB seria no mercado de valores mobiliários, disciplinado, normalizado e fiscalizado pela Comissão de Valores Mobiliários (CVM). Ela busca por irregularidades que possam comprometer seu bom funcionamento. Assim, utilização da LNB nas contas das empresas listadas na Bolsa de valores de São Paulo (Bovespa) pode facilitar o

trabalho da CVM, a partir do momento que ela sabe em quais contas é mais provável que contenham desvios.

Na área pública, Cunha (2012) analisou como LNB pode ser utilizada para detectar fraudes relacionadas com o superfaturamento de obras, observando auditorias realizadas pelo Tribunal de Contas da União (TCU) na sua função fiscalizadora. Foram analisadas as planilhas orçamentárias na procura de sobrepreços. Em seu trabalho, Cunha (2012) mostrou que houve grande desconformidade de tais planilhas com a lei, o que informa aos auditores que deve ser feito um trabalho minucioso nas contas por ela analisadas.

Francischetti (2007) verifica a aplicabilidade da lei no processo de controle das atividades e demonstrações financeiras em organizações. O autor coletou e mediu dados utilizando o modelo contabilométrico que havia sido proposto por Santos et al. (2005) e Nigrini (2000). Contabilometria havia sido definida por Iudícibus (1982) como uma disciplina inexplorada na contabilidade, que aplica métodos quantitativos na solução de problemas contábeis. Utilizando dados de uma empresa de máquinas e equipamentos no período entre o primeiro trimestre de 2004 até o primeiro trimestre de 2007. No fim, ele concluiu que os dados das demonstrações se adequavam a LNB.

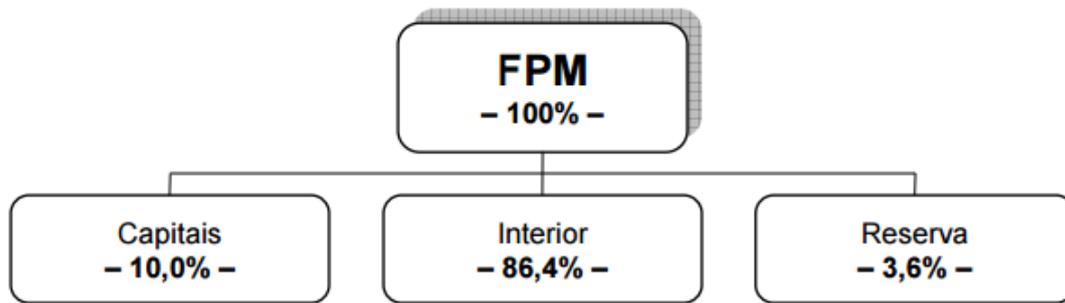
2.3 Fundo de Participação Municipal (FPM)

O FPM teve origem na Emenda Constitucional nº 18, de 1º de dezembro de 1965 (feita à Constituição de 1946) em seu artigo 21, que também exigia a regulamentação do Fundo através de Lei Complementar. O FPM sofreu diversas alterações até chegar no modelo atual, que será explicado a seguir.

Os recursos do FPM são oriundos do Imposto de Renda (IR) e do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI). De acordo com o art. 4º da Lei Complementar 62/1989, os valores relativos ao FPM devem ser creditados de 10 em 10 dias aos Municípios, até os dias 10, 20 e 30 de cada mês, mediante crédito em conta aberta com essa finalidade no Banco do Brasil.

Segundo o Ministério da Fazenda (2012), os percentuais individuais de participação dos Municípios são calculados anualmente pelo TCU. O cálculo é feito com base em informações prestadas ao TCU até o dia 31 de outubro de cada ano pelo IBGE, informações estas contendo a população de cada Município e da renda per capita de cada Estado. A figura 1 mostra a como é dividido o valor total do FPM.

Figura 1: Classificação dos Municípios brasileiros para efeito do FPM.



Fonte: Ministério da Fazenda (2012, p. 5)

As Capitais são Brasília e as capitais estaduais, os Municípios da Reserva são aqueles com população superior a 142.633 habitantes e os do Interior são os demais Municípios. Cada um dos 3 tipos de Município possui uma forma diferente de cálculo.

Mendes et al. (2008, p. 30) nos dizem:

Essa divisão decorre de processos de barganha ocorridos ao longo de toda a existência do FPM, que não cabe aqui relatar. A sua lógica geral é: a) a parcela I (FPM-Capitais) visa limitar o montante absorvido pelas capitais de estado, consideradas cidades mais desenvolvidas e, portanto, mais capazes de financiar suas próprias despesas; b) a parcela II (FPM-Interior) é dividida de acordo com a população; c) a parcela III (FPM-Reserva) foi criada para atenuar a desvantagem dos municípios mais populosos, em função de viés existente no cálculo da parcela II.

Os coeficientes das capitais são calculados utilizando dois fatores: o fator população e fator renda per capita. O fator população é obtido calculando-se inicialmente a relação entre a população da capital específica e a soma das populações de todas as capitais, entra-se com esse valor na tabela 2. Já o fator renda per capita é calculado para cada Estado. O cálculo é feito da seguinte maneira: divida a renda per capita nacional pela do Estado da capital em questão, divida este resultado por cem e use o valor assim obtido para consultar a Tabela 3.

Tabela 2: Fator População.

Pop. do Município/pop. de referência	Fator
Até 2%	2,0
Acima de 2% até 2,5%	2,5
Acima de 2,5% até 3,0%	3,0
Acima de 3,0% até 3,5%	3,5
Acima de 3,5% até 4,0%	4,0
Acima de 4,0% até 4,5%	4,5
Acima de 4,5%	5,0

Fonte: Lei 5172/66, art. 89

Tabela 3: Fator renda per capita.

Inverso do índice de renda per capita do Estado (%)	Fator
Até 0,0045	0,4
Acima de 0,0045 até 0,0055	0,5
Acima de 0,0055 até 0,0065	0,6
Acima de 0,0065 até 0,0075	0,7
Acima de 0,0075 até 0,0085	0,8
Acima de 0,0085 até 0,0095	0,9
Acima de 0,0095 até 0,0110	1,0
Acima de 0,0110 até 0,0130	1,2
Acima de 0,0130 até 0,0150	1,4
Acima de 0,0150 até 0,0170	1,6
Acima de 0,0170 até 0,0190	1,8
Acima de 0,0190 até 0,0220	2,0
Acima de 0,0220	2,5

Fonte: Lei 5172/66, art. 90

O coeficiente apurado para cada capital resulta do produto “fator população” vezes “fator renda per capita”. O percentual individual de participação de uma capital específica no montante distribuído entre as capitais é obtido dividindo-se o coeficiente apurado para ela pelo somatório dos coeficientes de todas as capitais. A tabela 4 traz os coeficientes calculados para todas as capitais no exercício de 2016.

Tabela 4: Coeficientes de Participação das Capitais no FPM em 2016.

Seq	Código IBGE	UF	Capital	População (fonte: IBGE, ref. 01/07/2015)	Fator população	Renda per capita 2013 (R\$) (*)	Fator renda per capita	CIFPM - Capital	Participação Relativa no Total das Capitais
				A	B	C	D	E (B x D)	F (E / tot.E) x 100
1	120040	AC	Rio Branco	370.550	2,0	14.734	1,8	3,60	3,050847%
2	270430	AL	Maceió	1.013.773	2,5	11.277	2,5	6,25	5,296610%
3	130260	AM	Manaus	2.057.711	4,5	21.874	1,2	5,40	4,576271%
4	160030	AP	Macapá	456.171	2,0	17.364	1,6	3,20	4,474576%
5	292740	BA	Salvador	2.921.087	5,0	13.578	2,0	10,00	8,474576%
6	230440	CE	Fortaleza	2.591.188	5,0	12.393	2,0	10,00	8,474576%
7	530010	DF	Brasília	2.914.830	5,0	62.859	0,4	2,00	1,694915%
8	320530	ES	Vitória	355.875	2,0	30.485	0,9	1,80	1,525424%
9	520870	GO	Goiânia	1.430.697	3,0	23.470	1,2	3,60	3,050847%
10	211130	MA	São Luís	1.073.893	2,5	9.948	2,5	6,25	5,296610%
11	310620	MG	Belo Horizonte	2.502.557	5,0	23.646	1,2	6,00	5,084747%
12	500270	MS	Campo Grande	853.622	2,0	26.715	1,0	2,00	1,694915%
13	510340	MT	Cuiabá	580.489	2,0	28.008	0,9	1,80	1,525424%
14	150140	PA	Belém	1.439.561	3,0	15.176	1,8	5,40	4,576271%
15	250750	PB	João Pessoa	791.438	2,0	11.835	2,5	5,00	4,237288%
16	261160	PE	Recife	1.620.113	3,5	15.282	1,8	6,30	5,338984%
17	221100	PI	Teresina (1)	844.245	2,0	9.811	2,5	6,25	5,296610%
18	410690	PR	Curitiba	1.879.355	4,0	30.265	0,9	3,60	3,050847%
19	330455	RJ	Rio de Janeiro	6.476.631	5,0	38.262	0,7	3,50	2,966102%
20	240810	RN	Natal	869.954	2,0	15.248	1,8	3,60	3,050847%
21	110020	RO	Porto Velho	502.748	2,0	17.991	1,4	2,80	2,372882%
22	140010	RR	Boa Vista (2)	320.714	2,0	18.496	1,4	5,00	4,237288%
23	431490	RS	Porto Alegre	1.476.867	3,5	29.657	0,9	3,15	2,669493%
24	420540	SC	Florianópolis	469.690	2,0	32.290	0,8	1,60	1,355932%
25	280030	SE	Aracaju	632.744	2,0	16.028	1,6	3,20	2,711864%
26	355030	SP	São Paulo	11.967.825	5,0	39.122	0,7	3,50	2,966102%
27	172100	TO	Palmas	272.726	2,0	16.086	1,6	3,20	2,711864%
TOTAL				48.687.054		26.446 (**)		118,00	100,000000%

Fonte: TCU. Disponível em: <http://portal.tcu.gov.br/comunidades/transferencias-constitucionais-e-legais/coeficientes-fpe-e-fpm/>

Os Municípios da Reserva são aqueles com mais de 142.633 habitantes, sua participação é de 3,6% do FPM, segundo a figura 1. A sua base de cálculo também inclui o fator população, que é obtido fazendo-se inicialmente a relação entre a população do Município específico e a soma das populações de todos os Municípios da Reserva, para extrair então o fator resultante da Tabela 2. O fator renda per capita é igual para os municípios de mesmo estado. Assim, o coeficiente apurado para cada Município da reserva resulta do produto “fator população” vezes “fator renda per capita”, igual é feito nas capitais. O percentual individual também é encontrado dividindo o coeficiente para o Município em questão pelo somatório dos coeficientes de todos os Municípios da reserva.

Para os municípios do interior, que recebem a maior parte do FPM, 86,4%, como pode ser visto na figura 1, o cálculo é feito multiplicando o coeficiente por faixa de habitantes, observado na tabela 5, pelo valor que é disponibilizado para cada estado, levando em conta a participação contida na tabela 6.

Tabela 5: FPM – Interior: coeficientes por faixa de habitantes.

Faixa de habitantes	Coeficiente	Faixa de habitantes	Coeficiente
Até 10.188	0,6	De 61.129 a 71.316	2,4
De 10.189 a 13.584	0,8	De 71.317 a 81.504	2,6
De 13.585 a 16.980	1,0	De 81.505 a 91.692	2,8
De 16.981 a 23.772	1,2	De 91.693 a 101.880	3,0
De 23.773 a 30.564	1,4	De 101.881 a 115.464	3,2
De 30.565 a 37.356	1,6	De 115.465 a 129.048	3,4
De 37.357 a 44.148	1,8	De 129.049 a 142.632	3,6
De 44.149 a 50.940	2,0	De 142.633 a 156.216	3,8
De 50.941 a 61.128	2,2	Acima de 156.216	4,0

Fonte: Decreto Lei nº 1.881/1981.

Tabela 6: FPM – Interior: Participação dos Estados no Total a distribuir.

Estado	Participação %	Estado	Participação %
Acre	0,2630	Paraíba	3,1942
Alagoas	2,0883	Paraná	7,2857
Amapá	0,1392	Pernambuco	4,7952
Amazonas	1,2452	Piauí	2,4015
Bahia	9,2695	Rio de Janeiro	2,7379
Distrito Federal	0,0000	Rio Grande do Norte	2,4324
Ceará	4,5864	Rio Grande do Sul	7,3011
Espírito Santo	1,7595	Rondônia	0,7464
Goiás	3,7318	Roraima	0,0851
Maranhão	3,9715	Santa Catarina	4,1997
Mato Grosso	1,8949	São Paulo	14,2620
Mato Grosso do Sul	1,5004	Sergipe	1,3342
Minas Gerais	14,1846	Tocantins	1,2955
Pará	3,2948	TOTAL	100,0000

Fonte: Resolução TCU nº 242/90, de 2 de janeiro de 1990.

Ainda na cartilha disponibilizada pelo Ministério da Fazenda (2012) é mostrado que o valor do percentual de participação de um município pode mudar em duas situações: na alteração da quantidade de habitantes do Município e na Criação de um novo Município. O primeiro caso ocorre de ano para ano, em geral com aumento: o IBGE avalia anualmente a variação populacional, mediante suas estimativas, no Brasil todo, e apresenta os novos números ao TCU. O segundo caso traz uma situação na qual um novo Município passará a receber percentual individual de participação, como a cota de um Estado no total do FPM é fixa, os percentuais individuais de participação dos Municípios existentes anteriormente naquele Estado certamente cairão. Os Municípios de outros Estados não serão afetados.

3. METODOLOGIA

Os dados da pesquisa foram obtidos no portal do IBGE de acordo com a planilha que foi publicada no DOU. Nela estão estimadas as populações de todos os municípios brasileiros no ano de 2015. A quantidade total de municípios neste ano foi de 5570. Os dados disponibilizados e utilizados nesta pesquisa podem ser encontrados no endereço eletrônico: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2015/estimativa_dou.shtm.

Segundo Forster (2006), a adequação à Lei não significa inexistência de erros ou fraudes. Em uma amostra n suficientemente grande, uma observação incorreta não irá interferir nos resultados, ou seja, se a estimativa se adequar a LNB, não significa que todas as populações estão com valores corretos e sim que provavelmente a metodologia para seu cálculo foi feita de maneira confiável. Para esse teste de confiabilidade são utilizados o Teste Z e o Teste Qui-quadrado. Se as frequências não forem de acordo com as estabelecidas com a LNB, reprovando nos testes, há evidência de que provavelmente ocorreram erros ou fraudes.

O Teste Z verifica se a probabilidade observada da amostra possui diferença significativa da probabilidade esperada. O teste capta a significância estatística dessa diferença ($p_o - p_e$). Assim, as hipóteses são:

H_0 : $p_o = p_e$, onde não há diferença significativa

H_1 : $p_o \neq p_e$, onde há diferença significativa

O teste segue a seguinte expressão:

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

Onde p_o é a probabilidade observada, p_e é a probabilidade esperada, $\frac{1}{2n}$ é o termo de correção de continuidade, utilizado quando ele é menor que $|p_o - p_e|$. O nível de significância é $\alpha = 0,05$, e o Z crítico $Z_c = 1,96$. Ou seja, aceita-se a hipótese nula se o valor de Z for menor que o Z crítico, e rejeita-se a hipótese nula quando o valor de Z for superior ao Z crítico.

O outro teste realizado é o Qui-quadrado (χ^2), que verifica se as distribuições estão em conformidade. Ele testa frequências observadas com frequências esperadas, ou seja, se a probabilidade observada (p_o) está de acordo com a probabilidade esperada (p_e). O teste é dado pelo cálculo:

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

Onde PO é a proporção observada e PE é a proporção esperada. Elas são calculadas da seguinte forma:

$PO = (po) \times \text{população}$

$PE = (pe) \times \text{população}$

O nível de significância utilizado foi $\alpha = 0,05$ com grau de liberdade 8 e o valor crítico de 15,507.

Na análise feita sobre o FPM, foram utilizados dados disponibilizados pelo Ministério da Fazenda, que explicam seu cálculo e foram abordados de maneira mais detalhada na seção 2.3. A planilha disponibilizada pelo Tribunal de Contas da União contém os valores dos coeficientes calculados para todos os Municípios brasileiros no exercício de 2016, nessa data foi utilizada a estimativa populacional de 2015 feita pelo IBGE e estudada neste trabalho. Disponível em: <http://portal.tcu.gov.br/comunidades/transferencias-constitucionais-e-legais/coeficientes-fpe-e-fpm/>.

4. ANALISE DE DADOS

A pesquisa contou com as estimativas divulgadas para todas as populações de municípios brasileiros no ano de 2015.

Tabela 7: Quantidade de dados analisados

Ano	Total De Municípios
2015	5570

Fonte: IBGE

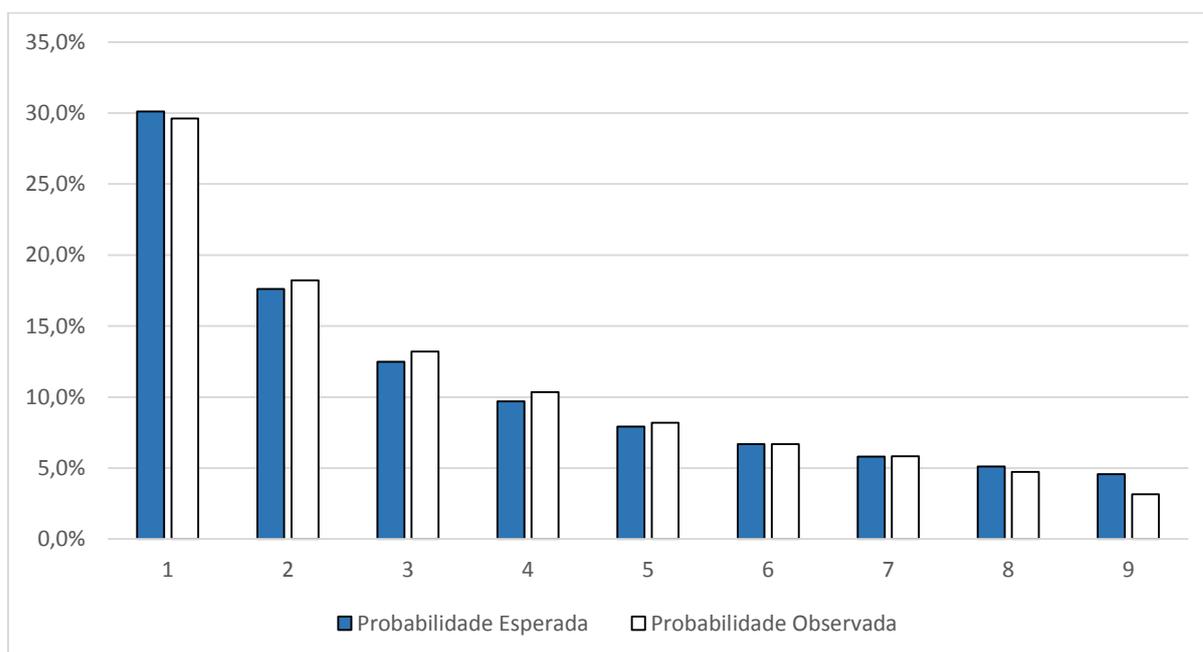
Foi verificada na planilha disponibilizada pelo IBGE o primeiro dígito de cada população em questão. Por exemplo, o município de São Paulo possui 11.967.825 habitantes segundo a estimativa, logo o primeiro dígito encontrado foi 1. Então, foi contado o número de vezes que cada dígito ocorre na amostra, possibilitando o cálculo da probabilidade observada (po). Com o total de municípios e as porcentagens dadas pela LNB foi calculada a Proporção Esperada (PE) de cada dígito. Assim, já foram encontradas todas as informações necessárias para os testes de hipóteses.

Tabela 3: Aplicação da LNB e Testes Z e X² nas estimativas de populações em 2015.

Digito	Frequência Esperada	Frequência Observada	Probabilidade Esperada	Probabilidade Observada	pe-po	Teste Z	Teste X ²
1	1676,74	1650	0,3010	0,2962	0,0048	0,085	0,4263
2	980,83	1015	0,1761	0,1822	0,0061	0,131	1,1905
3	695,91	736	0,1249	0,1321	0,0072	0,177	2,3097
4	539,79	576	0,0969	0,1034	0,0065	0,179	2,4292
5	441,04	456	0,0792	0,0819	0,0027	0,079	0,5075
6	372,89	373	0,0669	0,0670	0,0000	0,001	0,0000
7	323,02	325	0,0580	0,0583	0,0004	0,009	0,0122
8	284,92	263	0,0512	0,0472	0,0039	0,144	1,6863
9	254,87	176	0,0458	0,0316	0,0142	0,555	24,4061
Total	5570	5570	1	1	-	-	32,9678

Fonte: elaboração própria

Gráfico 2: Relação entre Probabilidades Observadas (po) com Probabilidades Esperadas (pe)



Fonte: elaboração própria.

Após realizado o Teste Z, como pode ser visto na tabela 7, é possível perceber que nenhum valor foi superior ao Z crítico (1,96). Isso indica que é aceita a hipótese nula, que indica que não há diferença significativa entre a probabilidade observada e a probabilidade esperada. Isso é notado visualmente pelo gráfico 2, onde se percebe que os valores da pe e po estão muito próximos.

O Teste Qui-quadrado (χ^2), que observa as proporções levando em conta as frequências, não foi satisfatório pois excedeu o valor crítico de 15,507. Se percebe que quase todos os dígitos se comportaram de forma satisfatória, o dígito 9 sozinho excedeu o valor crítico, o que é um forte indício que a frequência não está correta. Essa diferença ocorre porque foram encontradas poucas populações iniciando com o dígito 9 em comparação com que era esperado. Sabendo disso, é possível afirmar que a estimativa em questão não está de acordo com a LNB.

No cálculo dos coeficientes FPM em 2016 foram utilizadas as populações da estimativa populacional de 2015. Observando a planilha publicada no DOU que contém tais populações é possível notar o seguinte: existem 40 Municípios que começam com o dígito 9 e que estão próximos de subir de categoria, no diz relação a Município de interior aos da reserva. Ou seja, para ser classificado como município da reserva a população precisa ser superior a 142.633 habitantes. Sendo assim, a diferença mais próxima se encontra no Município de Japeri-RJ, que possui 99.863 habitantes, estando a 42.770 habitantes de subir de categoria.

Como a estimativa estudada não respeita a LNB, é possível que alguns municípios que possuem populações que iniciem com o dígito 9 estejam com valores incorretos. Porém, a diferença mínima encontrada foi de 42.770, o que faz com que essa diferença, que muito provavelmente será maior que esse valor, cause alterações relevantes nos cálculos do FPM. Com essas informações é possível perceber que esse pequeno desvio da estimativa a LNB não estará causando alterações ao cálculo do FPM.

5. CONCLUSÕES

Estimativas Populacionais são importantes ferramentas para saber quantitativamente como está a população de cada região. O IBGE é o órgão responsável por realizar tal tarefa e faz esse cálculo de tais estimativas no período entre censos, que são realizados decenalmente. Por meio de tais estimativas são calculados índices econômicos e auxilia o Governo Federal na distribuição e utilização de seus recursos.

O trabalho procurou avaliar se a estimativa do IBGE para o ano de 2015 estava em conformidade com a LNB. O arquivo disponibilizado pelo instituto conta com as populações estimadas dos 5570 municípios existentes em 2015.

Verificar que a estimativa está de acordo com a lei mostraria a confiabilidade de seu cálculo e se seus valores estão próximos do que era esperado encontrar. Deve ser levado em consideração que se a amostra não seguir a LNB não quer dizer que existam erros ou fraudes, mas apenas uma chance provável. Logo, após a aplicação da lei, deve ser feita uma análise que possa indicar quais foram as causas de tais desvios.

Foram utilizados os testes de hipóteses Z e X^2 . O primeiro verificou que a probabilidade observada na amostra estava de acordo com a probabilidade esperada pela lei, pois o Z crítico não foi ultrapassado. Já o segundo teste verificou que a frequência dos dígitos estava de acordo com exceção do dígito 9, que possui frequência observada significativamente menor da que era esperada segundo a LNB, assim o valor crítico foi excedido e a amostra foi reprovada no teste.

Esse resultado indica que provavelmente os cálculos não representaram exatamente o que pretendiam estimar, mas isso não quer dizer que devem ser rejeitadas. São poucos os estudos realizados sobre o tema e é indicado que se façam pesquisas posteriores a seu respeito, para que se possa estimar esses valores da melhor maneira possível, assim como entender melhor o seu uso.

Foi observado o cálculo do FPM para cada tipo de Município, segundo a classificação dada pela Constituição Federal. Nesse cálculo, são utilizados dois fatores: População Municipal e Renda per Capita Estadual. A estimativa populacional de 2015 feita pelo IBGE não respeita a LNB, mas como foi dito, não respeitar não dá certeza de erro. Outro ponto é para que algum erro influencie drasticamente no cálculo do FPM ele precisa ser maior que 40 mil, o que é altamente improvável que tenha ocorrido, sendo que apenas um dígito não seguiu o comportamento esperado pela LNB. Assim, conclui-se que o FPM no exercício de 2016 não sofreu alterações por conta de desvios significativos da estimativa de 2015 à luz da LNB.

REFERÊNCIAS

BENFORD, Frank. The Law of the Anomalous Numbers. Preceeding of The American Philosophical Society. Vol. 78, No. 4, March, 1938.

BORTOLON, P. M.; SARLO NETO, A.; SANTOS, T. B. *Custos de auditoria e governança corporativa*. Revista de Contabilidade e Finanças da USP, São Paulo, v. 24, n. 61, p.27-36, 2013.

BRASIL. Lei 8443, de 16 de julho de 1992. Dispõe sobre a Lei Orgânica do Tribunal de Contas da União e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8443.htm>. Acesso em 2 maio 2016.

CONSELHO FEDERAL DE CONTABILIDADE. *NBC T 11 – Normas de auditoria independente das demonstrações contábeis*. Resolução CFC nº 820/97. Disponível em: <http://www.portaldecontabilidade.com.br/nbc/t11.htm>. Acessado em 6 junho 2016.

COSTA, Jose Isídio de Freitas; et al. *Aplicação da Lei de Newcomb-Benford para o Primeiro e Segundo Dígitos dos Gastos de Dois Estados Brasileiros*; Artigo apresentado no 11º Congresso USP de Controladoria e Contabilidade, São Paulo, SP, 2011.

CUNHA, Flávia Ceccato Rodrigues. *Aplicações da Lei Newcomb-Benford à Auditoria de Obras Públicas*. Dissertação de Mestrado em Regulação e Gestão de Negócios. Departamento de Economia, Universidade de Brasília, Brasília. 2012.

FORSTER, Rubens Peres. *Auditoria Contábil em Entidades do Terceiro Setor: Uma Aplicação da Lei Newcomb-Benford*. Dissertação de Mestrado em Ciências Contábeis. Brasília: UnB, 2006.

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 em Administração – Faculdade de Gestão e Negócios – Universidade Metodista de Piracicaba. 2007.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *A instituição – Missão institucional*. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/disseminacao/eventos/missao/default.shtm>>. Acesso em 2 maio 2016.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Estimativas de população*. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2015/estimativa_dou.shtm. Acesso em 2 maio 2016.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Estimativas da população residente para os municípios e para as unidades da federação brasileiros com data de referência em 1º de julho de 2015*. 2015. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2015/nota_metodologica_2015.pdf> Acesso em 3 maio 2016.

IUDÍCIBUS, Sérgio de. Existirá a Contabilometria? Revista Brasileira de Contabilidade, Rio de Janeiro, n.41, p. 44-60, 1982.

MENDES, Marcos; MIRANDA, Rogério Boueri; COSIO, Fernando Blanco. Transferências Intergovernamentais no Brasil: diagnóstico e propostas de reforma. Consultoria Legislativa do Senado Federal Coordenação de Estudos, Texto para Discussão n. 40, abril de 2008

MINISTÉRIO DA FAZENDA – Secretaria Do Tesouro Nacional – STN. O que você precisa saber sobre as transferências constitucionais e legais: Fundo de Participação dos Municípios - FPM. Brasília: STN, setembro 2012. Disponível em: http://www3.tesouro.fazenda.gov.br/estados_municipios/download/CartilhaFPM.pdf

NEWCOMB, Simon. Note on the Frequency of Use of the Different Digits in Natural Numbers. American Journal of Mathematics. Vol. 4, No 1. p. 39-40, 1881.

NIGRINI, Mark J. Digital Analysis Using Benford's Law: Tests Statistics for Auditors. Global Audit Publication. Canadá, 2000.

OLIVEIRA, Luiz Antônio Pinto de; SIMÕES, Celso Cardoso da Silva. *O IBGE e as pesquisas populacionais*. Revista Brasileira de Estudos de População, Dezembro, 2005, Volume 22 Nº 2 Páginas 291 – 302. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbepop/v22n2/v22n2a06.pdf> Acesso em 2 de maio de 2016.

RIBEIRO, Juliana C.; MONTEIRO, Geiziane Braga; SANTOS, Josenildo dos; GALVÃO, Kécia da Silveira. *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: <http://www.congressosp.fipecafi.org/web/artigos22005/333.pdf> Acesso em: 16 maio 2016.

SANDRON, Frédéric. Do Populations Conform to the Law of Anomalous Numbers? Population (English edition), Vol. 57, nº4-5, 2002. p. 755-761. Disponível em: http://www.persee.fr/doc/pop_1634-2941_2002_num_57_4_18419.

SANTOS, Josenildo dos, DINIZ, Josedilton Alves, CORRAR, Luiz J. O Foco é a Teoria Amostral nos Campos da Auditoria Contábil Tradicional e da Auditoria Digital: Testando a Lei Newcomb-Benford para o Primeiro Dígito nas Contas Públicas. Brazilian Business Review. Volume 2, nº 1. Janeiro a junho de 2005.