



Universidade de Brasília

Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Políticas Públicas

Departamento de Economia

Programa de Pós-Graduação em Economia

VICTOR MARCEL PEREIRA PIRES

**LEI DE BENFORD NA FISCALIZAÇÃO DE DESPESAS PÚBLICAS: UMA APLICAÇÃO
AOS GASTOS DA UNIÃO COM O ENFRENTAMENTO DA PANDEMIA DE COVID-19**

Brasília/DF
2023

VICTOR MARCEL PEREIRA PIRES

**LEI DE BENFORD NA FISCALIZAÇÃO DE DESPESAS PÚBLICAS: UMA APLICAÇÃO
AOS GASTOS DA UNIÃO COM O ENFRENTAMENTO DA PANDEMIA DE COVID-19**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade de Brasília (UnB) como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Economia.

Orientador: Prof. Dr. Rafael Terra de Menezes

Co-orientador: Prof. Dr. Rafael Sousa Lima

Brasília/DF
2023

Professora Doutora Márcia Abrahão Moura
Reitora da Universidade de Brasília

Professor Doutor Enrique Huelva Unternbäumen
Vice-Reitor da Universidade de Brasília

Professor Doutor Lúcio Remuzat Rennó Junior
Decano de Pós-Graduação

Professor Doutor José Márcio Carvalho
**Diretor da Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Políticas
Públicas**

Professor Doutor Roberto de Goes Ellery Júnior
Chefe do Departamento de Economia

Professor Doutor Jorge Madeira
Coordenador do Programa Profissional de Pós-Graduação em Economia

VICTOR MARCEL PEREIRA PIRES

**LEI DE BENFORD NA FISCALIZAÇÃO DE DESPESAS PÚBLICAS: UMA APLICAÇÃO
AOS GASTOS DA UNIÃO COM O ENFRENTAMENTO DA PANDEMIA DE COVID-19**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade de Brasília (UnB) como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Economia.

Brasília/DF, 07 de junho de 2023

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. Rafael Terra de Menezes
Universidade de Brasília
Orientador

Profa. Dra. Ana Carolina Pereira Zoghbi
Universidade de Brasília
Examinadora Interna

Prof. Dr. Paulo Vitor Souza de Souza
Universidade Federal do Pará
Examinador Externo

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e pela saúde para trilhar os caminhos mais difíceis e recompensadores.

Aos colegas do Mestrado em Economia, pelo companheirismo e amizade que fizeram esse período ser mais leve, mesmo diante de tantos desafios.

Aos docentes do Departamento de Economia da Unb, em especial ao meu orientador, Prof. Dr. Rafael Terra de Menezes, e às coordenadoras do mestrado, Profa. Dra. Ana Carolina Pereira Zoghbi e Profa. Dra. Marina Delmondes de Carvalho Rossi, pelo incentivo para seguir em frente e nunca desistir de concluir essa etapa.

A Priscila e Bento, que estão ao meu lado em todos os momentos, me dando energia para sempre me superar e buscar novos desafios.

Ao professor e colega Rafael Sousa Lima, pela disponibilidade e boa vontade em contribuir na construção desta dissertação, compartilhando valiosos ensinamentos adquiridos durante sua experiência na área acadêmica.

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo analisar os gastos diretos da União com o enfrentamento da pandemia de Covid-19 sob a perspectiva da conformidade dos valores dos empenhos emitidos com a Lei de Benford. Tal período se caracterizou por um aumento repentino nos gastos públicos, acompanhado de um menor rigor nos processos de contratação, com autorização para utilização de dispensas de licitação sem limite de valor. A metodologia consistiu na comparação das frequências observadas e esperadas para o primeiro, o segundo e os dois primeiros dígitos por meio de análise gráfica e testes estatísticos para se verificar a aderência das distribuições à Lei de Benford, segregando-se as despesas por ano ou modalidade de licitação. Os resultados mostram que os empenhos emitidos no ano de 2020 apresentam uma melhor aderência que os de 2021, o que sugere maior probabilidade de manipulações ou fraudes no segundo ano de pandemia. Já na análise por modalidade de licitação, restrita a 2020, os gastos decorrentes de pregão tiveram uma melhor conformidade quando comparados às dispensas de licitação, o que pode indicar maior probabilidade de manipulações ou fraudes nos gastos sem licitação, que ocorreram sem a competição natural de um processo licitatório. Adicionalmente, foi realizado o teste da soma combinado com o teste Z nos empenhos, o que indicou grupos de dígitos que apresentaram excesso de ocorrências, suscitando novamente dúvidas quanto à regularidade dos processos de contratação. Tais achados revelam indícios que podem ser interpretados como alertas ou *red flags* para órgãos de controle e fiscalização, auxiliando na seleção de amostras de auditoria que necessitam de uma análise detalhada. Demonstrou-se, assim, a aplicabilidade da Lei de Benford como um instrumento capaz de auxiliar agentes públicos na análise das despesas do governo em períodos de calamidade pública.

Palavras-chave: Lei de Benford, Despesas Públicas, Fraude, Pandemia, Covid-19.

ABSTRACT

The present study aimed to analyze the direct expenses of the Union in tackling the Covid-19 pandemic from the perspective of the conformity of the values of the issued commitments with the Benford's Law. This period was characterized by a sudden increase in public spending, accompanied by a lower rigor in the contracting processes, with authorization to use waivers of bidding without limit of value. The methodology consisted of comparing the observed and expected frequencies for the first, second and first two digits through graphical analysis and statistical tests to verify the adherence of the distributions to Benford's Law, segregating the expenses by year or bidding modality. The results show that the commitments issued in the year 2020 have a better adherence than those of 2021, which suggests a greater likelihood of manipulation or fraud in the second year of the pandemic. In the analysis by bidding modality, restricted to 2020, the expenses resulting from auctions had a better compliance when compared to the bidding waivers, which may indicate a greater probability of manipulations or fraud in the expenses without bidding, which occurred without the natural competition of a bidding process. Additionally, the sum test combined with the Z test was performed in the commitments, which indicated groups of digits that presented excess occurrences, again raising doubts about the regularity of the hiring processes. These findings reveal indications that can be interpreted as alerts or *red flags* for control and inspection agencies, assisting in the selection of audit samples that require a detailed analysis. Thus, the applicability of Benford's Law as an instrument capable of assisting public agents in the analysis of government expenditures in periods of public calamity was demonstrated.

Keywords: Benford's Law, Public Expenditure, Fraud, Pandemic, Covid-19.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Proporções esperadas para o primeiro, segundo, terceiro e quarto dígitos segundo a Lei de Benford.....	22
Tabela 2 – Notas de empenho classificadas por ano e modalidade de licitação.	31
Tabela 3 - Valores críticos para a Média dos Desvios Absolutos – MDA.....	36
Tabela 4 - Estatística Descritiva dos dados.	38
Tabela 5 - Testes de conformidade para o 1º dígito – Gastos Diretos em 2020.....	40
Tabela 6 – Testes de conformidade para o 1º dígito – Gastos Diretos em 2021.....	41
Tabela 7 – Testes de conformidade para o 2º dígito – Gastos Diretos em 2020.....	42
Tabela 8 – Testes de conformidade para o 2º dígito – Gastos Diretos em 2021.....	43
Tabela 9 – Dois primeiros dígitos com sinais de alerta nos anos de 2020 e 2021.	45
Tabela 10 – Testes de conformidade para o 1º dígito – Modalidade Pregão (2020).....	46
Tabela 11 – Testes de conformidade para o 1º dígito – Dispensa de Licitação (2020).	47
Tabela 12 – Testes de conformidade para o 2º dígito – Modalidade Pregão (2020).....	48
Tabela 13 – Testes de conformidade para o 2º dígito – Dispensa de Licitação (2020).	49
Tabela 14 – Dois primeiros dígitos com sinais de alerta nas modalidades Pregão e Dispensa de Licitação em 2020.	51
Tabela 15 – Resultados dos testes globais (Chi-Quadrado e MDA) para o primeiro, o segundo e os dois primeiros dígitos.	52
Tabela 16 – Resultados do teste local (Teste Z) para os primeiros e segundos dígitos.	53
Tabela 17 – Testes de conformidade dos dois primeiros dígitos – 2020.	64
Tabela 18 – Testes de conformidade dos dois primeiros dígitos – 2021	66
Tabela 19 – Testes de conformidade dos dois primeiros dígitos – Modalidade Pregão.	68
Tabela 20 – Testes de conformidade dos dois primeiros dígitos – Dispensa de Licitação.	70

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Valores empenhados na ação 21C0 nos anos de 2020 e 2021 por modalidade de aplicação dos gastos.	30
Figura 2 – Proporção do 1º dígito para gastos diretos da Ação 21C0 nos anos de 2020 e 2021.	40
Figura 3 – Proporção do 2º dígito para gastos diretos da Ação 21C0 nos anos de 2020 e 2021	42
Figura 4 – Proporção dos dois primeiros dígitos para os gastos diretos na ação 21C0 em 2020.	44
Figura 5 – Proporção dos dois primeiros dígitos para os gastos diretos na ação 21C0 em 2021.	44
Figura 6 – Proporção do 1º dígito dos gastos diretos da Ação 21C0 por modalidade de licitação em 2020.....	46
Figura 7 – Proporção do 2º dígito dos gastos diretos da Ação 21C0 por modalidade de licitação em 2020.....	48
Figura 8 – Proporção dos dois primeiros dígitos para a modalidade Pregão em 2020.....	50
Figura 9 – Proporção dos dois primeiros dígitos para Dispensa de Licitação em 2020.	50

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 ORÇAMENTO PÚBLICO E DESPESAS EXTRAORDINÁRIAS	15
2.2 DETECÇÃO DE FRAUDES EM CONTRATAÇÕES PÚBLICAS.....	18
2.3 A LEI DE BENFORD.....	20
2.4 APLICAÇÃO DA LEI DE BENFORD NA ANÁLISE DE GASTOS PÚBLICOS	25
3. METODOLOGIA	28
3.1 SELEÇÃO E COLETA DOS DADOS	28
3.2 ANÁLISE DOS DADOS	32
3.2.1 Teste Z	34
3.2.2 Teste Chi-Quadrado (χ^2).....	35
3.2.3 Média dos Desvios Absolutos	36
3.2.4 Teste da Soma.....	37
4. RESULTADOS.....	38
4.1 GASTOS DIRETOS DE 2020 E 2021.....	39
4.1.1 Testes para o Primeiro Dígito.....	39
4.1.2 Testes para o Segundo Dígito.....	41
4.1.3 Testes para os Dois Primeiros Dígitos.....	43
4.2 MODALIDADE DE LICITAÇÃO	45
4.2.1 Testes para o Primeiro Dígito.....	45
4.2.2 Testes para o Segundo Dígito.....	47
4.2.3 Testes para os Dois Primeiros Dígitos.....	49
4.3 DISCUSSÃO.....	51
5. CONCLUSÃO	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
APÊNDICE – Testes de conformidade para os dois primeiros dígitos.....	64

1. INTRODUÇÃO

A Pandemia de Covid-19, que causou a perda de inúmeras vidas pelo mundo, fomenta discussões a respeito da gestão dos gastos públicos decorrentes de uma situação de emergência de saúde pública. As demandas por recursos para enfrentamento à crise sanitária fizeram com que bilhões de reais fossem dispendidos de forma emergencial.

Para autorizar tais gastos, o Congresso Nacional promulgou, em maio de 2020, a Emenda Constitucional 106, que flexibilizou regras fiscais, administrativas e financeiras durante o período de calamidade pública decorrente do novo coronavírus. O objetivo da emenda, conhecida como “orçamento de guerra”, foi o de dotar o governo de instrumentos para gerir as contas públicas e, simultaneamente, permitir ações de combate à pandemia de Covid-19. A nova emenda constitucional estabeleceu um orçamento específico para os gastos ao enfrentamento da pandemia, permitindo a criação de despesas sem as amarras atuais, dispensando o Poder Executivo de cumprir a "regra de ouro" e simplificando o processo de compras e contratação de pessoal, estando as novas regras limitadas ao período de calamidade pública (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2020).

Tendo em vista este regime simplificado de execução das despesas públicas, decorrente da emergência de saúde trazida pela pandemia, surge a preocupação com o mau uso dos recursos públicos, inclusive através de atos de corrupção, que podem ter surgido em consequência de um menor rigor na realização de processos de contratação e na execução dos gastos públicos.

Além de o vírus ceifar inúmeras vidas, essa doença causou impactos expressivamente negativos na economia. Acredita-se que a Covid-19 abriu as portas para o uso ineficiente de recursos públicos e para corrupção, pois mais recursos tiveram que ser disponibilizados para lidar com a emergência, o que foi acompanhado pelo aumento da discricionariedade nos processos de tomada de decisão, principalmente na alocação dos recursos, seguido de negligência nos controles, relaxamento na prestação de contas e perda de compromisso com a transparência (ANESSI-PESSINA *et al.*, 2020).

De acordo com dados do Portal da Transparência da Controladoria-Geral da União¹, apenas no ano de 2020 foram empenhados R\$ 540,15 bilhões com despesas do Governo Federal relacionadas ao enfrentamento da pandemia de coronavírus (Covid-19) em todo o país, sendo a maior parte das despesas, cerca de 42,8%, ou R\$ 231,18 bilhões relativas a transferências de renda consignadas na ação 00S4 (Auxílio Emergencial de Proteção Social a Pessoas em

¹ <https://portaldatransparencia.gov.br>

Situação de Vulnerabilidade, devido a Pandemia da Covid-19). Já no ano de 2021 os empenhos alcançaram o valor de R\$ 102,49 bilhões, ainda com as transferências para o auxílio emergencial tendo a maior participação, com 53,51% do total de empenhos deste ano.

O orçamento público, instrumento em que são previstas as receitas e fixadas as despesas, diante da situação inesperada, precisou sofrer acréscimos decorrentes da abertura de Créditos Extraordinários, o que se deu com a emissão de Medidas Provisórias. A partir dos empenhos emitidos à conta de tais créditos, é possível fazer uma análise dos dados da execução orçamentária extraordinária, com o auxílio de ferramentas computacionais e/ou estatísticas que revelem indícios de manipulação ou fraude nos dados analisados, como, por exemplo, em Lima (2021), estudo que observou a ação orçamentária 21C0 (Enfrentamento da emergência de saúde pública de importância internacional decorrente do Coronavírus).

Entre as alternativas para seleção de amostras em auditorias governamentais de despesas direcionadas ao enfrentamento da pandemia, destaca-se a técnica trazida pela Lei de Newcomb-Benford, mais conhecida apenas por Lei de Benford (LB). O astrônomo e matemático Simon Newcomb (1881) observou pela primeira vez que a frequência em que aparecem os primeiros dígitos de uma série de números é decrescente do 1 ao 9, sendo que em cerca de 30% das observações o número 1 aparece como primeiro dígito, enquanto o número 9 tem uma frequência esperada de apenas 4%. Segundo o autor, a frequência dos primeiros dígitos segue uma distribuição logarítmica, onde as mantissas, a parte decimal dos logaritmos, são uniformemente distribuídas. Posteriormente, Frank Benford (1938) retomou o assunto de forma independente, confirmando a tese de Newcomb, por meio da observação de uma grande quantidade de bancos de dados relacionados a fenômenos naturais, trazendo evidências empíricas da teoria. Em suma, é possível identificar provável manipulação, erro ou fraude a partir da proporção em que certos dígitos aparecem em uma série de valores, nos mais diversos bancos de dados (CARSLAW, 1988; HILL, 1995; NIGRINI, 2011; KOSSOVSKY, 2014).

A Lei de Benford tem sido amplamente utilizada como instrumento de auxílio à detecção de fraude nas mais diversas áreas, tais como na análise de dados financeiros em declarações de imposto de renda (NIGRINI, 1996); para detectar valores inventados em sistemas contábeis de empresas, como em valores de faturamento (CARSLAW, 1988); em companhias seguradoras (MAHER; AKERS, 2002), entre outros.

Outrossim, existem estudos que analisaram notas de empenho emitidas por entes públicos para averiguar viés de manipulação ou fraude sob a perspectiva da Lei de Benford. Entre eles, podemos citar os trabalhos de Ganassin, Costa e Wilbert (2016), que analisaram cerca de 7 mil notas de empenho dos Ministérios Público do Distrito Federal e Territórios e

Ministério Público Militar a fim de encontrar valores que fossem diferentes do esperado pela Lei de Benford; Santos, Diniz e Corrar (2005), pioneiros nesse tipo de análise no Brasil, que realizaram um estudo de caso para uma população de aproximadamente 104 mil notas de empenho de vinte municípios paraibanos; e Costa, Santos e Travassos (2012) que aplicaram a metodologia para o primeiro e segundo dígitos dos gastos de dois estados brasileiros.

Assim, diante do alto volume de dados de dispêndios realizados pela União com o combate à pandemia de covid-19, e levando em consideração a necessidade de controle social sobre a utilização dos recursos públicos, ferramentas como a Lei de Benford se tornam essenciais como forma de se racionalizar o processo de fiscalização de tais recursos, servindo como um filtro das despesas que devem ser investigadas em mais detalhes, tendo em vista os indícios de terem sofrido manipulação ou fraude.

Nessa seara, merece atenção o afrouxamento na exigência de procedimentos licitatórios para aquisição dos bens e serviços necessário ao enfrentamento da pandemia, motivado pela edição da Lei nº 13.979 de 06 de fevereiro de 2020, que em seu art. 4º ao 4º-K trata especificamente acerca de procedimentos de compras governamentais. A norma permite a utilização de dispensas de licitação, inclusive com a utilização do sistema de registro de preços, e os pregões simplificados, sejam eletrônicos ou presenciais. Ainda, a lei permite a escolha entre uma ou outra forma de contratar (se precedida ou não de licitação), cabendo a decisão exclusivamente à área técnica, a partir da análise de conveniência, oportunidade e vantajosidade. A escolha pela contratação direta pode, por um lado, aumentar a eficiência na realização das contratações, mas, por outro, abre brechas para que ocorram fraudes e/ou atos de corrupção. Em um contexto de pandemia, muitos gestores utilizaram a dispensa de licitação com preços superfaturados e retornos financeiros ilegais, incorrendo diretamente em hipótese de improbidade administrativa, nos termos do art. 90, da Lei nº 8.666/1993 e da Lei nº 8.429 de 1992 (RIBAS; SILVEIRA, 2020).

É oportuno lembrar que, em regra, as contratações públicas são realizadas mediante procedimento licitatório que assegure igualdade de condições a todos os concorrentes, conforme dispositivo constitucional presente no art. 37, inc. XXI da Constituição Federal de 1988. O princípio da Competitividade consta também no art. 2º do Decreto nº 10.024 de 20 de setembro de 2019, que regulamenta o pregão, na forma eletrônica. Contudo, em casos excepcionais, esse princípio é mitigado, como nos casos de dispensa de licitação, onde não existe ampla participação de interessados no objeto contratado.

Diante de todo o exposto, o objetivo deste trabalho é analisar os gastos diretos da União com o enfrentamento da pandemia de Covid-19 sob a perspectiva da conformidade dos valores

dos empenhos emitidos com a Lei de Benford. Para tanto, foram selecionadas despesas dos anos de 2020 e 2021 com modalidade de aplicação: diretas e diretas – operações intra-orçamentárias, pontualmente na ação orçamentária 21C0, a qual possui maior quantidade de empenhos e de detalhamento de informações sobre os gastos realizados (LIMA, 2021). Esse conjunto possui mais de 40 mil empenhos, montante superior a R\$ 27 bilhões, o que atende aos requisitos para aplicação da metodologia proposta.

Além desta introdução, que traz uma visão geral sobre o problema de pesquisa e sua justificativa, este trabalho se divide em mais quatro capítulos. O Capítulo 2 trata do referencial teórico, trazendo normativos e autores que abordam a questão orçamentária e os gastos extraordinários realizados em situações emergenciais, bem como aspectos sobre fraudes em contratações públicas. Aborda ainda a Lei de Benford, sua origem, aplicações e o seu desenvolvimento ao longo do tempo com principais autores que tratam do tema. O capítulo 3 apresenta a metodologia, com a análise dos dados utilizados no trabalho, a delimitação e os testes utilizados para verificar se os desvios são estatisticamente significantes, conforme preconizado pela literatura. O capítulo 4 mostra os resultados e discussões a respeito dos testes e análises realizadas. O capítulo 5 edifica a conclusão do trabalho e seus principais achados, assim como propõe propostas de pesquisas adicionais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo traz uma revisão da literatura sobre os temas abordados no trabalho. Como ponto de partida, o leitor encontra os conceitos principais relativos a orçamento público e a despesas extraordinárias. Em seguida, discorreu-se sobre fraudes em contratações públicas e sobre a Lei de Benford e sua aplicabilidade na detecção de fraudes. Dando sequência, apresentou-se um panorama de pesquisas que versam sobre o emprego da referida lei na análise de despesas públicas.

2.1 ORÇAMENTO PÚBLICO E DESPESAS EXTRAORDINÁRIAS

De acordo com Bezerra Filho (2014), o orçamento público constitui-se como uma ferramenta legal de planejamento do Ente Federativo, onde são projetados os ingressos e os gastos orçamentários que serão realizados em um determinado período, objetivando a execução dos programas e ações vinculados às políticas públicas, bem como das transferências constitucionais, legais e voluntárias, dos pagamentos de dívidas e outros encargos inerentes às funções e atividades estatais. No entendimento de Giacomoni (2021), ao se perceber o orçamento como o resultado do processo de avaliação de demandas e de escolha entre alternativas, sobressai a sua natureza política, ao passo que ao se destacar as questões fiscais – receitas, despesas, déficits e dívidas –, é a natureza econômica do orçamento que aflora, enquanto ver o orçamento como o plano das realizações da administração pública é chamar a atenção para o seu importante papel como instrumento de gestão.

Seria impraticável se, durante sua execução, o orçamento não pudesse ser retificado, visando atender a situações não previstas quando de sua elaboração ou, mesmo, viabilizar a execução de novas despesas, que só se configuraram como necessárias durante a própria execução orçamentária. Os créditos adicionais resolvem as duas situações clássicas de imprevisão na elaboração orçamentária: na primeira, o orçamento contém o crédito adequado, mas a dotação respectiva apresenta saldo insuficiente para o atendimento de despesas necessárias; na segunda, não existe o crédito orçamentário para atender às despesas a serem realizadas. No primeiro caso são utilizados os créditos suplementares, e no segundo os créditos especiais e os créditos extraordinários, estes últimos sendo utilizados para atender a despesas imprevisíveis e urgentes, como as decorrentes de guerra, comoção interna ou calamidade pública, exigindo tramitação diversa dos demais créditos (GIACOMONI, 2021).

Tendo em vista que o crédito extraordinário é indicado para as situações em que a intervenção estatal deve dar-se rapidamente, o art. 44 da Lei nº 4.320/1964 já regulamentava

que eles devem ser abertos por decreto do Poder Executivo e submetidos ao Poder Legislativo correspondente. No âmbito da União, conforme previsto na carta magna de 88, esse tipo de crédito é aberto por medida provisória do Poder Executivo (com força de lei orçamentária), devendo ser submetida de imediato ao Congresso Nacional (SECRETARIA DO TESOUREIRO NACIONAL, 2021).

No contexto da pandemia de Covid-19, foi editada a Lei nº 13.979, de 6 de fevereiro de 2020, que dispõe sobre as medidas para enfrentamento da emergência de saúde pública de importância internacional decorrente do coronavírus, flexibilizando também a legislação de contratações públicas, com o intuito de agilizar aquisições emergenciais para o combate da pandemia. Tal dispositivo traz no art. 4º que: “É dispensável a licitação para aquisição ou contratação de bens, serviços, inclusive de engenharia, e insumos destinados ao enfrentamento da emergência de saúde pública de importância internacional de que trata esta Lei”, aplicando-se enquanto perdurar a emergência de saúde.

Pouco tempo depois, o Congresso Nacional, por meio do Decreto Legislativo nº 6/2020, de 20 de março de 2020, reconheceu, após solicitação do Presidente da República, a ocorrência de estado de calamidade pública decorrente da emergência de saúde de importância internacional relacionada ao coronavírus.

Ainda como resposta para as contratações, foi editada a Medida Provisória nº 951/2020, em 15 de abril de 2020, alterando a Lei nº 13.979 e estabelecendo normas sobre compras públicas e sanções em matéria de licitação. Essas alterações autorizaram a realização de pregões com prazos reduzidos pela metade, e excepcionalmente: i) a possibilidade de contratações por valores superiores ao estimado anteriormente decorrentes das oscilações geradas em razão da variação de preços; ii) dispensa da elaboração de estudos preliminares nos casos de contratações de bens e serviços comuns ou em situações excepcionais; iii) a contratação de empresas inidôneas ou que estejam com seu direito de licitar com o Poder Público suspensos quando forem as únicas fornecedoras (GENTIL, 2022)

No entendimento de Justen Filho (2020) é inquestionável que a contratação direta envolve um procedimento mais rápido que o pregão simplificado, tendo a Administração Pública o poder-dever de avaliar a premência da contratação, sendo facultado valer-se do pregão quando o tempo para a conclusão do procedimento licitatório não colocar em risco o atendimento da finalidade pretendida.

Seguindo com as medidas de enfrentamento da pandemia, em 7 de maio de 2020 o Congresso Nacional promulgou a Emenda Constitucional nº 106/2020 que instituiu o regime extraordinário fiscal, financeiro e de contratações para enfrentamento de calamidade pública

nacional decorrente da pandemia, movimento que foi chamado de Orçamento de Guerra. A emenda facilitou os gastos do governo federal no combate à pandemia de coronavírus — pois separou os gastos com a pandemia do orçamento geral da União (AGÊNCIA SENADO, 2020).

O artigo 1º da EC nº 106/2020 estatui que:

“Durante a vigência de estado de calamidade pública nacional reconhecido pelo Congresso Nacional em razão de emergência de saúde pública de importância internacional decorrente de pandemia, a União adotará regime extraordinário fiscal, financeiro e de contratações para atender às necessidades dele decorrentes, somente naquilo em que a urgência for incompatível com o regime regular, nos termos definidos nesta Emenda Constitucional.”

De acordo com Harada (2020), tal regime excepcional permitiu, no âmbito da União, a adoção de processos simplificados de contratação de pessoal, de forma temporária, para atender as necessidades públicas emergenciais, bem como, para a compra de bens e contratação de obras e serviços. Tal Emenda prevê a adoção de critérios objetivos devidamente publicados para a União distribuir os equipamentos e insumos de saúde imprescindíveis ao enfrentamento da calamidade pública, o que sinaliza a centralização da compra de equipamentos médico-hospitalares pela União.

No ponto de vista de Gentil (2022), nesse cenário de flexibilização da legislação e afrouxamento de regras e controles, surgiu a oportunidade perfeita para a prática da corrupção. A corrupção, já existente na gestão pública, agravou-se ainda mais diante da situação da pandemia. Vários agentes públicos com má-fé aproveitaram a situação emergencial de calamidade pública para, através de atos fraudulentos e do uso indevido das contratações diretas, desviar recursos e obter vantagens ilícitas, resultando em graves danos ao erário e, conseqüentemente, para toda a população.

O Orçamento de Guerra foi utilizado também nos âmbitos estadual e municipal, ensejando crescimento dos atos de improbidade administrativa na modalidade de desvio de finalidade. Alguns governadores teriam usado os recursos financeiros transferidos pela União para promover aumento de vencimentos de seus servidores, estourando o limite de despesas de pessoal, tendo ocorrido também aumento significativo dos atos de corrupção com o superfaturamento do preço da execução de obras emergenciais e de importação de equipamentos médico-hospitalares. Esse regime emergencial de flexibilização das normas constitucionais e legais voltadas para os aspectos financeiros, fiscais e administrativos veio à luz para atingir o objetivo imediato de preservar a saúde da população, minimizando ao máximo os óbitos decorrentes da pandemia, e, em segundo lugar, para propiciar a retomada do

crescimento econômico pós-pandemia, preservando-se ao máximo a força de trabalho (HARADA, 2020).

Ainda em 2020, foi editada a Lei nº 14.065, de 30 de setembro de 2020, que alterou a Lei nº 13.979/2020, autorizando pagamentos antecipados nas licitações e nos contratos realizados no âmbito da administração pública, desde que fossem condição indispensável para obtenção de bem ou serviço, ou se significassem economia significativa de recursos. Alterou ainda os limites de dispensa de licitação por valor para todos os entes, passando para R\$ 100.000 para obras e serviços de engenharia e R\$ 50.000 para outros serviços e compras.

Já em 10 de março de 2021 foi editada a Lei nº 14.124, que autorizou a celebração de contratos ou outros instrumentos congêneres, com dispensa de licitação, para a aquisição de vacinas e de insumos destinados à vacinação contra a covid-19 e a contratação de bens e serviços de logística, de tecnologia da informação e comunicação, de comunicação social e publicitária, de treinamentos e de outros bens e serviços necessários à implementação da vacinação contra a covid-19. A medida foi adotada tendo em vista que a Lei nº 13.979/20 tinha encerrado sua vigência por estar vinculada ao Decreto Legislativo nº 06/2020.

2.2 DETECÇÃO DE FRAUDES EM CONTRATAÇÕES PÚBLICAS

A fraude pode ser conceituada como a ação intencional promovida em proveito próprio por um agente em prejuízo de outrem, fazendo valer para si a lei do menor esforço (CELLA; RECH, 2017). De acordo com Singleton e Singleton (2010), existem diversas definições para fraude, estando elas relacionadas a termos como crime, fraude corporativa, fraude de gestão, fraude ocupacional, entre outras. São frequentemente detectadas por intuição, suspeita de investigadores, gestores, auditores ou através de uma exceção ou anomalia nos registros financeiros.

A intenção é um elemento importante para diferenciar a fraude do erro. Conforme a Norma Brasileira de Contabilidade que versa sobre o objetivo geral do trabalho de auditoria independente, conhecida como NBC TA 200 (CFC, 2016), enquanto o erro ocorre quando há um ato não intencional resultante de omissão, desatenção ou má interpretação dos fatos, as fraudes são atos intencionais de omissão ou manipulação de transações, adulteração de documentos e registros. Quanto ao benefício, a fraude em geral implica em ganhos para o agente ou para terceiros, mas não necessariamente existirá esse benefício – pode ocorrer lesão intencional, ainda que o agente não se beneficie dela. Pode até ocorrer sem lesão, desde que o agente esteja se beneficiando. Existindo ganho, este pode ser direto – o mais comum, ou

indireto, por recebimento de vantagem, mesmo que sem valoração financeira. (TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO, 2018)

As fraudes são de difícil detecção porque são deliberadamente realizadas com manipulação de informações em maior ou menor grau, empregando algum grau relativo de realismo. Portanto, a sua identificação vem da percepção de sinais de suspeição, também conhecidos na literatura por *red flags* (SALLABERRY, 2022).

A utilização de indicadores ou *red flags* servem como norteadores e insumos para a elaboração de estratégias mais completas e robustas de auditoria e avaliação. A existência de fraude ou outro evento pode ser confirmada durante a avaliação, ocasião em que ocorre a obtenção de evidências. Com a crescente complexidade do ambiente de negócios, quer no setor privado, quer no setor público, é fundamental que novas técnicas sejam incorporadas aos procedimentos de detecção de fraudes a fim de incentivar o melhor uso possível dos recursos disponíveis. Uma técnica que tem sido crescentemente explorada e com variados estudos nos últimos anos chama-se Lei de Newcomb-Benford (ou Lei de Benford, LB) que, pelas características, pode ser utilizada como ferramenta para identificar potenciais *red flags*. (GONÇALVES *et al*, 2023)

Nigrini (2012) ressalta a utilização da Lei de Benford como técnica para sinalização de duplicações e anomalia nos dados, servindo como uma mineradora de *red flag*. Contudo, ressalta o autor, embora se observe uma porcentagem significativa de casos de fraude por meio da técnica da LB, a presença de divergências com a LB não significa que a fraude está realmente presente.

A fraude em licitação está prevista como conduta criminal no art. 90 da Lei nº 8.666/93 e é descrita como o ato de “frustrar ou de fraudar, mediante ajuste, combinação ou qualquer outro expediente, o caráter competitivo do procedimento licitatório, com o intuito de obter, para si ou para outrem, vantagem decorrente da adjudicação do objeto da licitação”. Vale destacar que, no entendimento do Tribunal de Contas da União (TCU), “a configuração da fraude à licitação não está associada ao seu resultado, ou seja, ao sucesso da empreitada” (Acórdão 48/2014 - Plenário), a fraude ocorre independentemente de o fraudador vencer a licitação e causar prejuízo aos cofres públicos. (TRANSPARÊNCIA BRASIL, 2019).

Ainda de acordo com a Transparência Brasil (2019), em seu relatório “Métodos de Detecção de Fraude e Corrupção em Contratações Públicas”, as fraudes podem assumir diversas formas, em geral com a intenção de direcionar a contratação, restringir a competição e simular a idoneidade do processo. No caso específico das licitações, a fraude pode estar associada a uma ou mais das distintas etapas do processo licitatório: a) oficialização da demanda; b)

planejamento da contratação; e c) seleção do fornecedor. O objetivo é, na maior parte dos casos, maximizar o lucro dos envolvidos. As práticas fraudulentas podem variar de simples acordos verbais e pontuais entre licitantes ou entre estes e a Administração Pública contratante, celebrados pouco antes das sessões públicas de licitação, até complexos e duradouros mecanismos de partilha de contratos e distribuição dos lucros obtidos ilicitamente. É comum a utilização de mais de uma linha de ação fraudulenta e anticompetitiva.

Com o intuito de fortalecer a governança de contratações emergenciais, a organização não governamental Transparência Brasil criou a plataforma “Tá de Pé - Compras Emergenciais”² com quatro tipos de alertas que identificam riscos nas contratações públicas: I) produtos ou serviços incomuns para a atividade econômica que o fornecedor cadastrou junto à Receita Federal; II) contratos assinados menos de 30 dias depois da abertura da Pessoa Jurídica do fornecedor; III) fornecedores sancionados ou condenados; e IV) contratos acima do limite legal permitido ao porte do fornecedor. Considerando os rápidos avanços e acessibilidade das tecnologias de análise de dados, há inúmeras possibilidades de ferramentas que podem ser desenvolvidas para identificação mais célere e automatizada de potenciais irregularidades. (TRANSPARÊNCIA BRASIL, 2023).

Ainda no campo das fraudes em contratações, Oliveira *et al.* (2021) realizaram um estudo sobre as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) utilizadas pela Controladoria Geral da União (CGU) na detecção de fraudes na aplicação de recursos da Covid-19. Como principais resultados, destacou-se que as TICs utilizadas pela CGU, que envolvem o uso de Inteligência Artificial e *Machine Learning*, têm sido ferramentas úteis na detecção de fraudes, notadamente na pandemia de Covid-19, pois conseguiu-se detectar R\$11,2 bilhões de recursos que foram utilizados irregularmente no auxílio emergencial e em processos licitatórios.

2.3 A LEI DE BENFORD

A Lei de Benford, também conhecida como Lei dos Números Anômalos, foi descoberta pelo astrônomo e matemático Simon Newcomb em 1881. Seus estudos concluíram que a ocorrência do primeiro dígito (o dígito mais à esquerda de um número) se dava conforme uma distribuição logarítmica. A partir de então, a lei vem sendo testada em muitas áreas do conhecimento (ORTH, MICHAELSEN, LERNER, 2020).

² <https://www.transparencia.org.br/projetos/tadepe>

Contrariando o senso comum de que os dígitos de 1 a 9 apareceriam com a mesma probabilidade na primeira posição de uma série de números, Newcomb (1881) percebeu que na verdade essa frequência seria decrescente, a partir da observação das tabelas de logaritmos. Esses instrumentos eram usados na época para se realizar multiplicações e, ao notar que as primeiras páginas, que representavam os menores algarismos, estavam mais gastas, percebeu que eram mais usadas que as de números maiores.

Newcomb (1881) concluiu, então, que a probabilidade da ocorrência dos primeiros dígitos de uma série de valores é derivada do fato de que as mantissas, ou seja, a parte decimal dos seus logaritmos, seguem uma distribuição uniforme.

A partir dessas constatações, a probabilidade de ocorrência do primeiro dígito pode ser generalizada na fórmula abaixo:

$$Prob(1^{\text{o}} \text{ dígito} = d) = \log\left(\frac{d+1}{d}\right); \quad d \in \{1,2, \dots, 9\} \quad (1)$$

Embora Newcomb não tenha apresentado evidências estatísticas para (1), o físico Frank Benford (1938) redescobriu o fenômeno, depois de 57 anos, através de evidências empíricas baseadas nas frequências dos dígitos significativos de vinte diferentes tabelas que incluíam diversos dados, tais como as áreas das superfícies de 335 rios, o calor específico de milhares de componentes químicos e tabelas de raízes quadradas. A união dessas tabelas surpreendentemente se aproximavam das frequências esperadas conforme a equação (1), tendo essas frequências se tornado conhecidas com Lei de Benford ou Lei de Primeiro Dígito, pois o artigo anterior de Newcomb não teve tanta visibilidade (HILL, 1995).

Uma particularidade da Lei de Benford é a invariância escalar, enfatizada por Pinkham (1961), que mostrou que a multiplicação dos dados por um fator de escala não altera a distribuição de probabilidades. Ele demonstrou ainda que os dígitos que ocorrem com probabilidade logarítmica são os únicos que mantêm sua probabilidade de ocorrência quando multiplicados por um fator (VARIAN, 1972).

Hill (1988) realizou experimentos para demonstrar que quando pessoas inventam números aleatórios, tais números nunca estão em conformidade com a Lei de Benford, ainda que possam compartilhar algumas propriedades da mesma.

A partir dos estudos de Benford, foi possível derivar também as fórmulas para as frequências esperadas dos dígitos seguintes, sendo que a partir do segundo dígito a distribuição tende a se tornar uniforme (Nigrini, 2012), conforme pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 - Proporções esperadas para o primeiro, segundo, terceiro e quarto dígitos segundo a Lei de Benford

Dígito	Posição no Número			
	1º	2º	3º	4º
0	-	0,11968	0,10178	0,10018
1	0,30103	0,11389	0,10138	0,10014
2	0,17609	0,10882	0,10097	0,10010
3	0,12494	0,10433	0,10057	0,10006
4	0,09691	0,10031	0,10018	0,10002
5	0,07918	0,09668	0,09979	0,09998
6	0,06695	0,09337	0,09940	0,09994
7	0,05799	0,09035	0,09902	0,09990
8	0,05115	0,08757	0,09864	0,09986
9	0,04576	0,08500	0,09827	0,09982

Fonte: Nigrini (2012)

As equações para cálculo da probabilidade do segundo dígito (2) e dois primeiros dígitos (3), que serão utilizadas neste trabalho, são mostradas a seguir:

$$Prob(D2 = d2) = \sum_{d1=1}^9 \log \left(1 + \frac{1}{d1d2} \right); \quad d2 \in \{0,1,2, \dots, 9\} \quad (2)$$

$$Prob(D1D2 = d1d2) = \log \left(1 + \frac{1}{d1d2} \right); \quad d1d2 \in \{10,11, \dots, 99\} \quad (3)$$

Onde:

d1 = primeiro dígito;

d2 = segundo dígito;

d1d2 = dois primeiros dígitos.

Uma explicação prática sobre as diferenças de frequências da Lei de Benford é trazida por Cunha e Bugarin (2014), através do exemplo de um investimento de 10.000 reais em um fundo de pensão que oferece um retorno prefixado de 7% ao ano. Tal investimento dobra de valor mais ou menos a cada 10 anos. Assim, após 10 anos tendo o 1 como primeiro dígito, o montante chegará a 20.000 reais. Nos próximos 10 anos, o recurso dobrará para 40.000 reais (nesse período, os número 2 e 3 apareceram como primeiros dígitos). Após mais uma década, o montante será de 80.000 reais (os dígitos 4, 5, 6 e 7 aparecerão nos mesmos 10 anos). Em um dado momento chegar-se-á ao valor de 100.000 reais, com o dígito 1 incidindo por mais dez anos. Dessa forma, ao se escolher uma data aleatoriamente, é mais provável que o valor do investimento nesse dia tenha 1 como primeiro dígito.

De acordo com Nigrini (2012), apesar de Benford não fornecer nenhuma orientação sobre quais conjuntos de dados devem seguir as frequências esperadas, há referências a eventos naturais e fenômenos relacionados à ciência. Ainda, a regra geral é que o banco de dados analisado deve ter ao menos 1.000 registros antes de se esperar uma boa conformidade com a Lei de Benford.

Existem alguns condicionantes para que uma sequência de dados seja considerada passível de ser testada à luz da LB: seus valores devem representar a magnitude de fatos ou eventos naturais; a amostra não pode ser pequena ou possuir pequenas variações; o intervalo de valores deve ser amplo, não podendo existir limitações de valores mínimos ou máximos; os dados não podem se referir a números de identificação, tais como números de registros sociais, contas bancárias e números de vôo; os dados não podem ser influenciados sob o aspecto psicológico, como os preços que terminam em .99; e os dados devem possuir média superior à mediana, ou seja, assimetria positiva, o que implica que eles não podem estar muito agrupados em torno da média. (NIGRINI, 1999; DURTSCHI, HILLISON, PACINI, 2004; CUNHA, 2013; GOODMAN, 2016)

No que tange à auditoria financeira, a Lei de Benford foi aplicada inicialmente por Carslaw (1988), que analisou uma base de dados de empresas neozelandesas, a contrapondo às distribuições esperadas segundo a LB. O autor concluiu, a partir de suas observações, que o segundo dígito do valor do faturamento das empresas possuía maior frequência do número 0 e menor do número 9, o que poderia indicar um arredondamento para cima. (KOSSOVSKY, 2014).

Segundo Orth, Michaelsen e Lerner (2020), a Lei de Benford se apresenta como um instrumento aplicável, possibilitando seu uso nas mais diversas áreas como um indicador da ocorrência de fenômenos. No contexto de planejamento de auditoria, as metodologias desenvolvidas a partir da LB que utilizam testes de hipóteses mostram-se eficazes na seleção de amostras de auditoria com suspeitas de manipulação (SANTOS; DINIZ; CORRAR, 2005).

O auxílio de modelos das ciências exatas, como por exemplo, a Lei de Benford, pode contribuir com o aperfeiçoamento da informação financeira. Embora os achados não permitam concluir à existência de erro ou fraudes, eles são úteis para avaliação riscos e seleção de amostras de auditoria, além de contribuir com o direcionamento da atuação do controle social (RODRIGUES *et al.*, 2022).

Um dos principais autores que estudaram a aplicabilidade da Lei de Benford em período recente foi o professor e pesquisador Mark Nigrini, conhecido por seus trabalhos em detecção de fraudes nas áreas de auditoria e contabilidade. Nigrini e Mittermaier (1997) realizaram

estudos da aplicação da Lei de Benford como um modelo de procedimentos analíticos para auditores capaz de norteá-los na busca de possíveis manipulações fraudulentas, a partir da análise dos desvios encontrados entre frequências observadas e esperadas. Já em 1999, Nigrini analisou um caso de fraude ocorrido no estado do Arizona (EUA) em 1993, no qual um gerente desviava fundos da empresa para uso próprio. Em outra ocasião, Nigrini (2000) desenvolveu um modelo chamado contabilométrico, que sugere a utilização de cinco principais testes estatísticos para avaliar a frequência relativa do primeiro dígito, do segundo dígito, dos dois primeiros dígitos, dos primeiros três dígitos e dos últimos dois dígitos. Dentre esses modelos, pode-se destacar dois testes de hipóteses: Z-teste e o teste qui-quadrado (NASCIMENTO; FILHO; BUSCACIO, 2014). Em 2005, Nigrini realizou um estudo de caso da empresa americana Enron, cuja falência foi atribuída a uma sequência de eventos desencadeada por alterações em suas demonstrações financeiras, onde destacou que os indícios de fraude poderiam ter sido detectados antecipadamente com o uso da LB.

Jošić e Žmuk (2018) apresentaram uma aplicação da Lei de Benford na detecção de estratégias de marketing de precificação que tem impacto psicológico em certos consumidores. Os resultados da análise realizada em três conjuntos de dados de preços mostraram que os primeiros dígitos mais predominantes são 1 e 2. Por outro lado, os últimos dígitos mais predominantes são 0, 5 e 9, respectivamente. Os autores concluíram que nenhum dos três conjuntos de dados de preços observados possui uma distribuição de primeiros dígitos que se ajusta à distribuição da LB. Da mesma forma, os testes mostraram que existem grandes desvios nas distribuições dos últimos dígitos, o que indica a presença de precificação psicológica em todos os conjuntos de dados.

2.4 APLICAÇÃO DA LEI DE BENFORD NA ANÁLISE DE GASTOS PÚBLICOS

Dentre as aplicações da Lei de Benford nas mais diversas áreas de conhecimento, é possível destacar trabalhos que abordam a utilização das frequências relativas esperadas para se verificar indícios de irregularidades na execução de despesas públicas, notadamente nos valores de notas de empenho, notas de liquidação ou ordens de pagamentos de tais despesas.

Um dos primeiros trabalhos nacionais sobre o tema foi o artigo de Santos, Diniz e Corrar (2005), que realizaram um estudo para vinte municípios do Estado da Paraíba, verificando a eficácia de modelo baseado na Lei de Benford em aproximadamente 104 mil notas de empenho, comparando a proporção do 1º dígito de tais despesas por meio de testes de hipóteses. O estudo concluiu que o modelo adotado foi capaz de delinear o comportamento das despesas públicas dos municípios sob análise, sugerindo forte indício de superfaturamento e fracionamento de despesas para burlar o limite estabelecido na Lei de Licitações.

Em uma outra abordagem do tema, Diniz *et al.* (2006) apresentaram uma proposta de correlação entre um modelo apresentado por Santos e Diniz (2003) baseado na Lei de Benford com os trabalhos de campo realizados pelas auditorias dos Tribunais de Contas. Os autores constatarem uma significativa correlação entre a quantidade de irregularidades apontadas nas auditorias e os valores apresentados pelo modelo construído a partir da Lei de Benford.

Ainda na análise de despesas públicas, Costa, Santos e Travassos (2012) analisaram 134.281 notas de empenho emitidas por 20 Unidades Gestoras de dois estados, com o objetivo de detectar a ocorrência de desvios significativos na distribuição do primeiro e segundo dígitos em relação à distribuição padrão definida na Lei de Benford. O estudo constatou, em relação ao primeiro dígito, a existência de desvios significativos na distribuição dos algarismos 7 e 8, com excesso de ocorrências em relação à proporção esperada, concluindo sobre a existência de tendência de fuga à realização de processos licitatórios, a partir dos limites legais para dispensa de licitação vigentes à época do estudo.

Em sua dissertação de mestrado, Costa (2012) analisou 335.830 notas de empenho emitidas no exercício financeiro de 2010 por 60 unidades gestores de três estados brasileiros, aplicando um modelo fundamentado na Lei de Benford, concluindo que tal lei tem o potencial de contribuir com a formação de trilhas de auditoria mediante a identificação de desvios nos padrões das despesas públicas.

Freitas Costa *et al.* (2012) realizaram uma pesquisa com o objetivo de analisar os métodos para determinação de conformidade com a LB aplicados à auditoria contábil, a partir de dados de empenhos obtidos junto a portais oficiais de dois Estados da região Nordeste,

concluindo que os testes locais (dígito a dígito) são mais adequados ao planejamento das auditorias e os testes globais funcionam melhor como indicadores gerenciais de apoio à tomada de decisão.

Já no contexto de auditoria de obras públicas, Cunha (2013) utilizou a Lei de Benford para analisar as planilhas orçamentárias das obras realizadas para a Copa do Mundo de 2014, com o intuito de identificar possíveis sobrepreços. Foram examinados os dados da restauração do estádio Maracanã, da criação da Arena Amazônia e a reestruturação do Aeroporto Internacional de Confins, nos quais foram observadas inconformidades com a lei, o que levantou indícios de sobrepreço. Tais indícios foram confirmados pela auditoria do TCU, que identificou um sobrepreço de, em média, 80%. A análise realizada concluiu, portanto, que a utilização da LB é uma forma eficiente de avaliar a existência de sobrepreço em planilhas orçamentárias de obras públicas.

Em uma abordagem a respeito de análise e manifestação de conformidade sobre documentos apresentados em processos de ressarcimento, Da Cruz Filho, Nunes e Santana (2021) realizaram um estudo dos registros financeiros de gastos da cota para o exercício da atividade parlamentar concedida aos Senadores da República. Para tanto, foram analisados 56.377 registros de documentos fiscais de despesas, comparando as frequências relativas em relação aos primeiros, segundos e dois primeiros dígitos de tais valores. Os autores sugerem a presença de indícios de manipulações, erros e/ou irregularidades no processo de prestação de contas de valores destinados ao custeio de tais despesas.

Agrupando dados de execução de despesa pública por ano e modalidade de licitação, Ganassin, Costa e Wilbert (2016) analisaram 7.037 notas de empenho dos Ministérios Público do Distrito Federal e Territórios e Ministério Público Militar, emitidas entre 2008 e 2012, a fim de encontrar valores que fossem diferentes do esperado pela Lei de Benford. O estudo identificou que os maiores desvios à proporção esperada pela LB se deram nas despesas contratadas de forma direta por dispensa de licitação, em comparação com as despesas decorrentes de processo licitatório através de Pregão.

Cella e Zanolla (2018) realizaram um estudo com o objetivo de verificar a adesão entre o nível de transparência municipal e a aplicação da Lei de Benford no processo de execução de despesas municipais. Para tanto, dois municípios do estado de Goiás foram selecionados, um com nível de transparência maior e outro menor, de acordo com o Ranking Nacional de Transparência do Ministério Público Federal, de 2016. A partir da aplicação dos testes Z e qui-quadrado nas despesas empenhadas no primeiro quadrimestre de 2016, os autores concluíram que o município com maior transparência tem maior conformidade com a Lei de Benford.

Ainda no contexto de análise de notas de empenho, Silva (2021) analisou 46.194 notas de empenhos emitidas no ano de 2019 por 27 organizações militares da Marinha, que movimentaram um total de R\$ 6.721.861.945,92. Concluiu-se que, de forma geral, as notas de empenho emitidas pelas organizações militares estudadas seguiam a Lei Newcomb-Benford, sendo a lei uma ferramenta útil na fase de planejamento da auditoria.

Mais recentemente, Rodrigues et al (2022) analisaram cerca de 4 milhões de registros de despesas empenhadas dos 399 municípios paranaenses no exercício financeiro de 2019, identificando desvios significativos na proporção do primeiro e segundo dígitos em relação à Lei de Benford através da aplicação dos testes Z, Chi-Quadrado e Desvio Absoluto Médio, além do cálculo do fator de distorção, sendo este último utilizado para verificar se havia tendência para subestimar ou superestimar as despesas. Os autores concluíram que as despesas orçamentárias dos municípios paranaenses, em 2019, possuíam baixa aderência à distribuição da Lei de Benford.

3. METODOLOGIA

Este capítulo apresenta os procedimentos metodológicos utilizados para se alcançar os objetivos da pesquisa, contendo ainda duas seções: Seleção e Coleta dos Dados; e Análise dos Dados.

Em relação à classificação da pesquisa, o presente estudo pode ser considerado uma pesquisa documental quantitativo-descritiva de verificação de hipóteses. De acordo com Marconi e Lakatos (2017) a característica da pesquisa documental é tomar como fonte de coleta de dados documentos, escritos ou não, que constituem o que se denomina de fontes primárias. Estas podem ter sido feitas no momento em que o fato ou fenômeno ocorre, ou depois.

O estudo quantitativo-descritivo consiste em investigações de pesquisa empírica, cuja principal finalidade é o delineamento ou a análise das características de fatos ou fenômenos, a avaliação de programas ou o isolamento de variáveis principais. Estudos de verificação de hipótese são estudos quantitativo-descritivos que contêm, em seu projeto de pesquisa, hipóteses explícitas que devem ser verificadas. Essas hipóteses são derivadas da teoria e, por esse motivo, podem consistir em declarações de associações entre duas ou mais variáveis, sem referência a uma relação causal entre elas. (MARCONI E LAKATOS, 2017).

No que tange às hipóteses testadas nesta pesquisa, utilizou-se em sua construção a teoria sobre as frequências relativas que determinados dígitos de uma série de valores, quando atendidas certas condições, devem seguir. Especificamente, foram realizados testes de hipóteses sobre as frequências para um conjunto de dados de notas de empenhos emitidas para fazer frente à situação emergencial trazida pela pandemia.

Foram testados os primeiros, segundos, e a combinação dos dois primeiros dígitos para os gastos dos anos de 2020 e 2021, buscando verificar sua aderência à Lei de Benford. Adicionalmente, partindo do pressuposto de que o processo licitatório confere maior competitividade nas contratações públicas, buscou-se verificar se os empenhos que foram emitidos a partir de processos licitatórios (Pregão) apresentariam maior conformidade que os decorrentes de Dispensa de Licitação.

3.1 SELEÇÃO E COLETA DOS DADOS

A base de dados da pesquisa foi construída a partir de notas de empenho emitidas em 2020 e 2021 relacionadas com a Ação 21C0 (Enfrentamento da Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional Decorrente do Coronavírus), que contém 68.982 notas de empenho no valor total aproximado de R\$ 67 bilhões, montante fruto de créditos orçamentários

extraordinários abertos por medidas provisórias do Poder Executivo Federal submetidas ao Congresso Nacional.

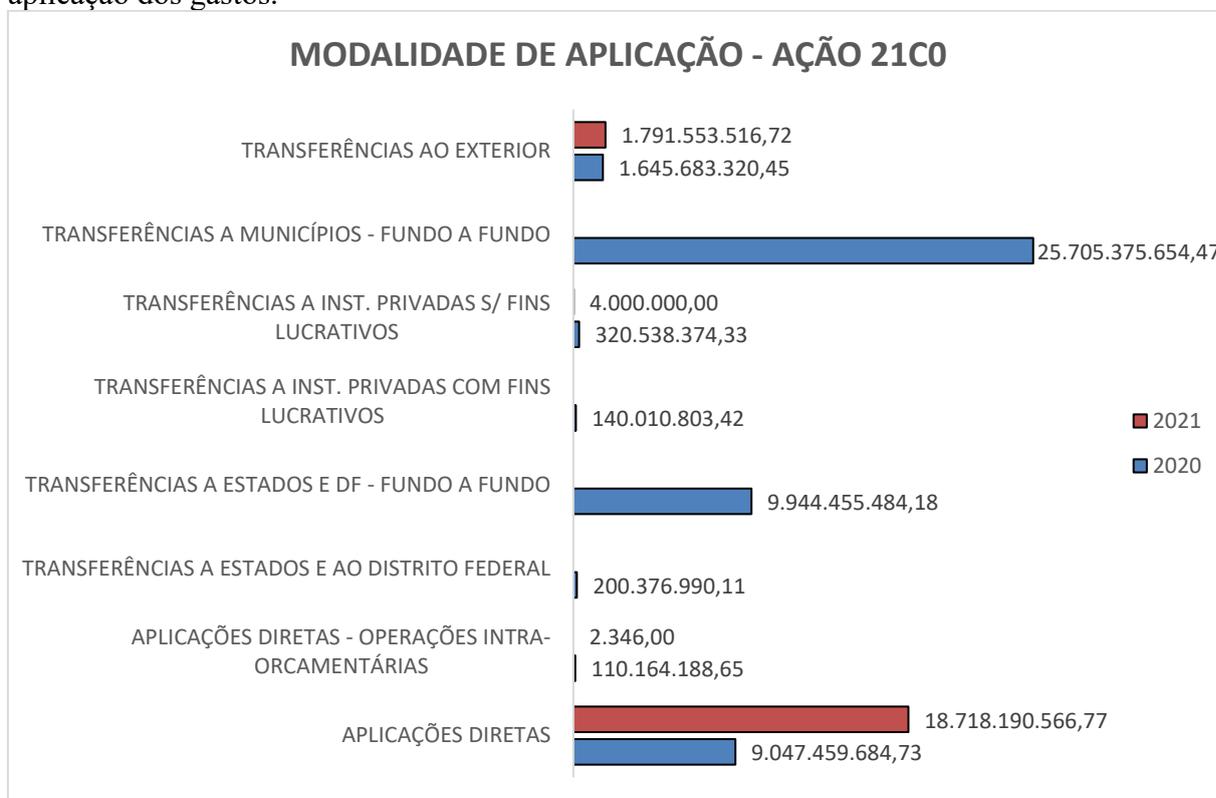
Os documentos foram obtidos por meio do sítio eletrônico do SigaBrasil³, sistema de informações sobre orçamento federal, mantido pela Consultoria de Orçamentos, Fiscalização e Controle e pelo Prodasen (Secretaria de Tecnologia da Informação), que permite acesso amplo e facilitado aos dados do Sistema Integrado de Administração Financeira – SIAFI e a outras bases de dados sobre planos e orçamentos públicos.

A busca pelos empenhos no SigaBrasil foi realizada com base na seleção de variáveis de interesse, utilizando-se para tanto da ferramenta *Web Intelligence* disponível no repositório de dados. Foram selecionados os universos de dados de interesse, que no caso desta dissertação foram a execução de despesa da Lei Orçamentária Anual-LOA dos anos de 2020 e 2021. A partir desse ponto, foram selecionadas diversas variáveis, tais como: Unidade da Federação, Localidade, Unidade Orçamentária, Ação, Elemento de Despesa, Tipo de Crédito, Empenho, Ano de Emissão do Empenho, Modalidade de Aplicação, Modalidade de Licitação, entre outras. Então foram selecionadas medidas vinculadas a tais variáveis, como valor empenhado, liquidado e pago dos empenhos. Para captar apenas os empenhos da Ação 21C0, foi incluído um filtro de pesquisa para esta ação e para se considerar tão somente valores positivos.

A Figura 1 demonstra os valores empenhados para a ação orçamentária 21C0 por modalidade de aplicação dos gastos relacionados à covid-19 nos anos de 2020 e 2021, sendo o valor total de R\$ 47,11 bilhões em 2020 e R\$ 20,51 bilhões em 2021.

³ <https://www12.senado.leg.br/orcamento/sigabrasil>

Figura 1 - Valores empenhados na ação 21C0 nos anos de 2020 e 2021 por modalidade de aplicação dos gastos.



Fonte: site SigaBrasil. Nota: valor total em 2020: R\$ 47,11 bilhões; valor total em 2021: R\$ 20,51 bilhões. Elaborada pelo autor.

Após análise mais minuciosa dos dados, com a observação de valores repetidos em cada modalidade de aplicação, constatou-se que os dados oriundos de transferências fundo a fundo a municípios possuem excesso de valores duplicados. Esse fato decorre das regras para realização de tais transferências que levam vários municípios com características semelhantes a receberem valores iguais. Tal constatação vai de encontro às condições para que os dados sigam uma distribuição de Benford, que requerem dados gerados de forma natural, sem que regras impostas acabem por viesar as proporções esperadas. Dessa forma, essas transferências foram excluídas da base de dados utilizada nas análises deste trabalho.

Outrossim, foram excluídas as demais transferências, considerando-se apenas despesas na modalidade de aplicação direta e aplicação direta em operações intra-orçamentárias, que correspondem primordialmente a aquisições de bens e serviços junto a fornecedores. A escolha por esse conjunto de empenhos se deu também em virtude de que as transferências para outros entes não constituem uma aquisição de bens ou serviços, mas apenas uma descentralização de recursos, não representando objeto de interesse do presente estudo.

Além disso, em razão dos testes para os dois primeiros dígitos, foram selecionadas para análise tão somente despesas com valores iguais ou maiores de R\$ 10,00. Após todas as exclusões, a base de dados restou formada com 40.108 empenhos e valor total R\$27.875.816.786,15.

Tendo em vista que se pretende verificar se as despesas realizadas através de procedimento licitatório apresentariam uma maior conformidade, quando comparadas com as oriundas de contratação direta, foi elaborada a Tabela 2 com os valores dos empenhos decorrentes de aplicação direta, segregados por ano e modalidade de licitação.

Tabela 2 – Notas de empenho classificadas por ano e modalidade de licitação.

MODALIDADE	2020		2021		TOTAL	
	Valor	Quant.	Valor	Quant.	Valor	Quant.
PREGÃO	1.088.295.657,78	20.354	161.026.183,20	1.973	1.249.321.840,98	22.327
DISPENSA DE LICITAÇÃO	4.133.029.555,23	13.667	136.842.792,09	424	4.269.872.347,32	14.091
NÃO SE APLICA	3.565.899.509,01	2.133	18.263.271.002,92	226	21.829.170.511,93	2.359
INEXIGIBILIDADE	272.085.832,78	976	46.765.809,65	65	318.851.642,43	1.041
SUPRIMENTO DE FUNDOS	1.775.184,86	196	42.161,83	15	1.817.346,69	211
CONVITE	17.253.854,61	37	57.760.490,74	3	75.014.345,35	40
CONCORRÊNCIA	69.083.306,06	13	52.484.472,34	7	121.567.778,40	20
RDC	5.555.688,13	13	-	-	5.555.688,13	13
TOMADA DE PREÇO	4.645.284,93	6	-	-	4.645.284,93	6
TOTAL	9.157.623.873,38	37.395	18.718.192.912,77	2.713	27.875.816.786,15	40.108

Fonte: site SigaBrasil. Nota: Elaborada pelo autor. Valores em reais (R\$)

No ano de 2021 chama a atenção o montante superior a 18 bilhões de reais para apenas 226 empenhos classificados como modalidade “NÃO SE APLICA”. Ao se buscar o detalhamento de tais empenhos, foi possível constatar que a quase totalidade do valor é referente a 46 notas de empenho emitidas para companhias fornecedoras de vacinas, adquiridas neste ano, de forma que, apesar da menor quantidade de empenhos neste ano, os valores são muito expressivos.

A seleção dos dados analisados leva em consideração que a literatura sobre o tema indica ao menos 1.000 registros para uma boa conformidade dos testes dos dois primeiros dígitos (NIGRINI, 2012). Assim, como a ocorrência de modalidades de licitação como Convite, Concorrência, Regime Diferenciado de Contratação Pública e Suprimento de Fundos é eventual nos dados analisados, representando menos de 1% da quantidade de empenhos, optou-se por analisar apenas os pregões para o caso de realização de licitação e as dispensas de licitação em relação às contratações diretas, análise restrita ao ano de 2020, pois em 2021 as dispensas não alcançaram o número mínimo de registros recomendados.

Quanto à análise da conformidade do total de empenhos por ano, tanto o ano de 2020 quanto 2021 possui quantidade suficiente de registros para verificação de aderência à LB. Esta seleção de dados também está alinhada com o entendimento de Nigrini (2012) e Kossovsky (2014) que frisam que quanto maior a quantidade de dados analisados, maior será a confiabilidade dos testes estatísticos e procedimentos não estatísticos.

Os dados foram tratados no *software* de planilhas eletrônicas Microsoft® Excel 2019, onde foram realizados os procedimentos para a extração dos dígitos significativos, contagem de cada dígito nos valores dos empenhos, cálculos das proporções, elaboração de gráficos e uso de fórmulas para cálculos das estatísticas utilizadas na análise, conforme procedimentos detalhado na seção Análise dos Dados.

3.2 ANÁLISE DOS DADOS

A pesquisa consistiu na análise de uma série de dados de despesas públicas realizadas para enfrentamento à pandemia de Covid-19, com o auxílio de testes de hipóteses estatísticos e outros procedimentos com o intuito de realizar a comparação entre as frequências relativas esperadas segundo a Lei de Benford e as frequências observadas nos dados coletados.

Para tanto, foram utilizados os procedimentos metodológicos e testes sugeridos por Nigrini (2012), Cunha (2013) e Da Cruz Filho, Nunes e Santana (2021) e a segregação dos dados por ano e modalidade de licitação conforme Ganassin, Costa e Wilbert (2016), sendo executadas as seguintes etapas, pela ordem:

- a. Segregação dos dados por ano (2020 e 2021) e por modalidade de licitação no ano de 2020 (Pregão e Dispensa);
- b. Extração dos dígitos de interesse em cada valor de empenho, sendo o primeiro, o segundo e os dois primeiros dígitos;
- c. Cálculo das frequências absoluta e relativa de cada dígito;
- d. Cálculo dos desvios entre a frequência relativa observada e a frequência relativa esperada de acordo com a LB;
- e. Elaboração de gráficos contendo as frequências observadas e esperadas, para análise visual dos desvios;
- f. Realização de testes e procedimentos estatísticos, incluindo testes de hipóteses para avaliar a significância estatística dos desvios e a conformidade da distribuição dos dados com a LB.

Cabe esclarecer que cada empenho tem a mesma importância para a análise, independente de seu montante monetário. Dessa forma, um empenho no valor de R\$ 6.376,00 tem somente o seu primeiro dígito (6), o seu segundo (3) e os seus dois primeiros (63) considerados, da mesma forma que um empenho de R\$ 63,00.

Inicialmente foram realizados testes para verificar a conformidade dos primeiros dígitos. De acordo com Nigrini (2012), o teste do primeiro dígito é um teste de alto nível, onde se tem uma visão mais geral dos dados, tendo uma maior utilidade quando se quer analisar conjunto menores de dados, ou seja, em torno de 300 registros.

Em seguida foram analisados os segundos dígitos dos empenhos. Assim como o teste do primeiro dígito, também é uma análise de alto nível para verificar a razoabilidade dos dados, tendo maior utilidade prática em situações específicas, como em casos de análise de preços, resultados de eleições, contagens de inventário ou resultados de censo, onde arredondar números indicaria algum tipo de anomalia (NIGRINI, 2012).

Por último, os testes para os dois primeiros dígitos trazem uma análise mais específica e focada que os testes dos primeiros dígitos, onde são detectados possíveis duplicações anormais ou vieses no conjunto de dados. Enquanto os testes do primeiro e do segundo dígitos analisam os dados de forma mais agregada, o teste dos dois primeiros dígitos nos dá muito mais informações por ser uma análise mais detalhada, sendo o conjunto dos três testes adequado para a investigação proposta (NIGRINI, 2012).

A conformidade dos dados foi analisada através de procedimentos e testes estatísticos que se dividem em: locais, no caso do Teste Z, que analisa dígito a dígito dos valores; e globais, que levam em consideração a distribuição como um todo, sendo utilizado para esse fim o teste estatístico Chi-Quadrado (χ^2) e o procedimento da Média dos Desvios Absolutos-MDA. Além disso, foi realizado também o Teste da Soma, para os dois primeiros dígitos, com o objetivo de evidenciar a magnitude dos valores envolvidos em cada grupo de dígitos analisados.

Os procedimentos e testes de conformidade utilizados são descritos a seguir.

3.2.1 Teste Z

De acordo com Nigrini (2012), o Teste Z é utilizado para medir se a proporção observada para determinado dígito difere estatisticamente da proporção dada pela Lei de Benford. O teste leva em conta a diferença entre as proporções observadas e esperadas, o tamanho da amostra e a magnitude da frequência esperada, sendo definido pela fórmula abaixo:

$$Z = \frac{|p_o - p_e| - \left(\frac{1}{2n}\right)}{\sqrt{\frac{p_e(1 - p_e)}{n}}} \quad (4)$$

Onde:

p_o =proporção observada;

p_e =proporção esperada;

n =tamanho da amostra;

$(1/2n)$ =termo de correção, empregado apenas caso seja menor que $|p_o - p_e|$.

O valor crítico ao nível de significância de 5%, adotado neste trabalho, é de **1,96**.

A seguir estão as hipóteses que serão testadas:

H_0 : $p_o = p_e$ (não existe diferença estatisticamente significativa entre as proporções observadas e esperadas).

H_1 : $p_o \neq p_e$ (existe diferença estatisticamente significativa entre as proporções observadas e esperadas).

O Teste Z é utilizado como um teste local de conformidade com a Lei de Benford, onde os dígitos são testados um a um, sendo que para a análise dos dois primeiros dígitos, Nigrini (2012) considera aceitável até cinco ocorrências acima do valor crítico.

O valor da estatística Z, em razão de ser influenciado pelo tamanho da amostra, fica propício a erros do tipo I ou falsos positivos à medida que cresce a amostra, o que pode influenciar na conclusão sobre a conformidade dos dígitos⁴.

⁴ Não foi encontrada na literatura uma abordagem que trata essa “sensibilidade” para amostras grandes diretamente no teste Z, o que leva os pesquisadores a executar outros testes estatísticos. Em suma, trata-se apenas de um alerta no sentido de que o teste pode ficar viesado a medida em que a amostra aumenta.

3.2.2 Teste Chi-Quadrado (χ^2)

O Teste Qui-Quadrado é utilizado como teste global, ou seja, verifica se a distribuição dos dados observados difere significativamente de uma distribuição esperada, sendo calculado a partir da fórmula abaixo:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(CR - CE)^2}{CE} \quad (5)$$

Onde:

CR=contagem real;

CE=contagem esperada;

k=número de dígitos analisados, sendo 9 para o teste do 1º dígito, 10 para o 2º dígito e 90 para os dois primeiros dígitos.

A seguir estão as hipóteses que serão testadas:

H₀: A amostra analisada segue a distribuição da Lei de Benford.

H₁: A amostra analisada não segue a distribuição da Lei de Benford.

Considerando que o número de graus de liberdade é dado por k-1, ao nível de significância de 5% adotado neste estudo, têm-se os seguintes valores críticos: **15,507** com 8 graus de liberdade para o primeiro dígito; **16,919** com 9 graus de liberdade pra o segundo dígito e **112,022** com 89 graus de liberdade para os dois primeiros dígitos.

Para esse teste, o valor da estatística também é influenciado pelo tamanho da amostra, sendo mais sensível a desvios do valor esperado, o que motiva a realização de outros testes, conforme exposto a seguir.

3.2.3 Média dos Desvios Absolutos

Os testes Z e Chi-quadrado levam em consideração o número de registros para calcular os valores críticos, de forma que se tornam mais sensíveis a desvios à medida que o tamanho da amostra aumenta (NIGRINI, 2012). Já o procedimento denominado *Mean Absolute Deviation*, também conhecido por Média dos Desvios Absolutos - MDA, proposto por Drake e Nigrini (2000), Nigrini (2011) e Nigrini (2012), não leva em consideração o tamanho da amostra, sendo obtido a partir da média dos desvios absolutos calculados para cada dígito, de acordo com a seguinte fórmula:

$$MDA = \sum_{i=1}^K \frac{|p_o - p_e|}{k} \quad (6)$$

Onde:

p_o =proporção observada;

p_e =proporção esperada;

k =número de dígitos.

Tal procedimento consiste no cálculo das diferenças entre as proporções observadas e esperadas para cada dígito analisado, tomadas em módulo, e em seguida é calculada a média desses desvios absolutos.

Apesar de não possuir valores críticos a priori, Nigrini (2012) sugere os seguintes valores críticos, baseados em seus estudos e experiências:

Tabela 3 - Valores críticos para a Média dos Desvios Absolutos – MDA.

Conformidade	1º Dígito	2º Dígito	Dois Primeiros Dígitos
Adequada	0 - 0,006	0 - 0,008	0 - 0,0012
Aceitável	0,006 - 0,012	0,008 - 0,010	0,0012 - 0,0018
Marginalmente aceitável	0,012 - 0,015	0,010 - 0,012	0,0018 - 0,0022
Ausente	> 0,015	> 0,012	> 0,0022

Fonte: Adaptado de Nigrini (2012).

As cores em destaque na Tabela 4 serão utilizadas para indicar o nível de conformidade dos dados e facilitar o entendimento das análises.

3.2.4 Teste da Soma

O Teste da Soma foi desenvolvido por Nigrini (2012) durante o seu doutorado, quando ele percebeu que a soma de todos os valores com os mesmos dois primeiros dígitos (10,11,12....99) de um conjunto de dados que seguem a LB tem a sua soma aproximadamente igual, ou seja, tem a proporção de 1/90 ou 0,011.

Não sendo um teste estatístico propriamente, ele serve para detectar transações anormalmente grandes, quando comparadas ao restante dos dados. Embora o autor tenha afirmado que dados reais raramente se conformaram a tal padrão, tendo em vista que muitas vezes possuem algumas transações de alto valor ou valores duplicados de médio valor, a utilidade do teste seria exatamente para alertar para estas situações.

Cunha (2013) utilizou o teste da soma em conjunto com o teste dos dois primeiros dígitos ao analisar orçamentos de obras públicas, de forma a confrontar o volume de dados contidos em cada grupo com a soma de seus valores. Assim foi possível verificar a materialidade e a relevância de cada grupo, de forma a selecionar os dígitos que merecem um olhar crítico mais minucioso por parte de auditores.

Na mesma direção, será realizado o teste da soma para as despesas analisadas neste trabalho para posterior confronto com os grupos de dois primeiros dígitos que tenham sua frequência significativamente maior que a proporção da LB, de forma a indicar os registros que merecem uma maior atenção nas fiscalizações e auditorias, tendo em vista a magnitude dos valores, e conseqüente materialidade.

4. RESULTADOS

Este capítulo apresenta os resultados das análises realizadas em relação à conformidade dos dados com a frequência esperada segundo a Lei de Benford, considerando os gastos diretos da Ação 21C0 (Enfrentamento da Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional Decorrente do Coronavírus) nos anos de 2020 e 2021 e por modalidade de licitação.

Quanto à análise por modalidade de licitação, esta será restrita aos pregões e dispensas de licitação do ano de 2020, tendo em vista que em 2021 a quantidade de empenhos emitidos para dispensas de licitação são insuficientes, pois a literatura sobre o tema considera a análise de ao menos 1.000 registros para uma boa conformidade dos dados (NIGRINI, 2012).

Preliminarmente à realização dos testes, faz-se necessária uma análise no perfil dos dados, através de estatísticas descritivas, as quais visam constatar se os dados possuem as características apontadas pela literatura como favoráveis a uma distribuição compatível com a Lei de Benford.

Tabela 4 - Estatística Descritiva dos dados.

Estatística	2020	2021	Pregão	Dispensa
Média	244.888,99	6.899.444,49	53.468,39	302.409,42
Mediana	4.770,00	2.577,80	2.600,00	9.296,00
Moda	2.627,00	5.385,28	1.500,00	2.627,00
Desvio padrão	8.392.338,22	79.334.754,26	844.006,95	11.280.578,08
Assimetria	115,15	15,29	67,30	108,30
Mínimo	10,02	11,98	10,02	10,89
Máximo	1.284.023.632,94	1.868.420.781,00	78.000.000,00	1.284.023.632,94
Soma	9.157.623.873,38	18.718.192.912,77	1.088.295.657,78	4.133.029.555,23
Contagem	37.395	2.713	20.354	13.667

Fonte: site SigaBrasil. Nota: As estatísticas descritivas para as modalidades pregão e dispensa se restringem ao ano de 2020. Elaborada pelo autor. Valores em reais (R\$), exceto para assimetria e contagem.

Para os dados terem maior probabilidade de aderir à Lei de Benford, alguns critérios devem ser cumpridos, entre os quais: a amostra não pode ser muito pequena; intervalo amplo de valores e assimetria positiva dos dados, com a média superior a mediana, o que geralmente ocorre no caso de dados gerados por multiplicação de dois valores, por exemplo, preço x quantidade (GOODMAN, 2016). É possível observar que os dados, em todas as abordagens, possuem essas características, estando contidos em grandes intervalos e tendo a média maior que a mediana, apresentando assim um valor de assimetria positivo.

Adicionalmente, Nigrini (1999) afirma que nem todos os tipos de dados seguem a Lei de Benford e descreve quais características denotam maiores chances de seguir esta lei: (i) os números devem descrever os tamanhos de fenômenos semelhantes; (ii) os números não devem

ter máximos ou mínimos embutidos; (iii) os dados não devem ser números utilizados para identificação, como por exemplo, número de conta corrente, número de voo ou de item de estoque. No presente estudo, os fenômenos são valores de despesas (notas de empenho) decorrentes de aplicações diretas com o enfrentamento da pandemia de Covid-19. Via de regra, tais empenhos não possuem limites de valor pré determinados⁵ e, por óbvio, não se tratam de números de identificação.

Sendo os valores compatíveis com as condições elencadas anteriormente, o próximo passo foi analisar a proporção em que aparecem os dígitos significativos nos dados coletados a partir da execução orçamentária decorrente da situação emergencial.

4.1 GASTOS DIRETOS DE 2020 E 2021

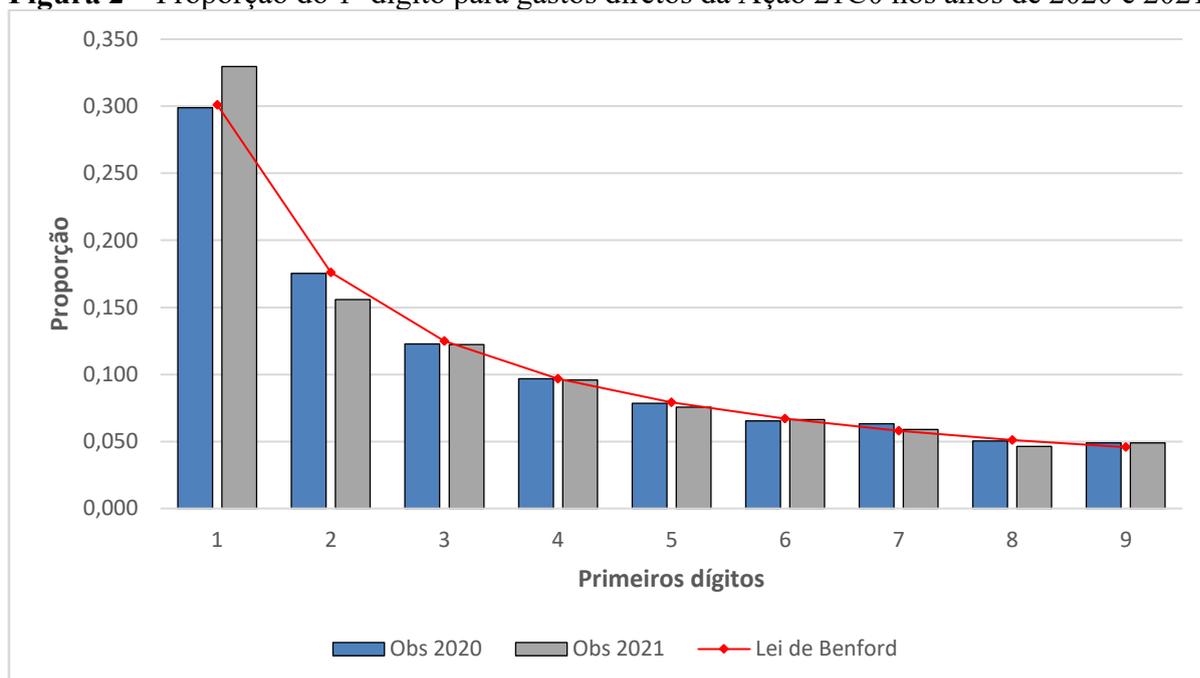
A seguir temos as análises para o primeiro, o segundo e os dois primeiros dígitos de gastos diretos na Ação 21C0, por ano, com o objetivo de verificar a aderência às proporções esperadas segundo a Lei de Benford. São apresentados gráficos com os comparativos das frequências relativas e um resumo dos resultados dos testes estatísticos realizados.

4.1.1 Testes para o Primeiro Dígito

A Figura 2 apresenta gráfico com as frequências observadas para os anos de 2020 e 2021 no que se refere ao primeiro dígito, bem como a frequência esperada pela Lei de Benford.

⁵ A Lei nº 13.979/2020 autorizou a dispensa de licitação para todas as aquisições de insumos, bens e serviços, inclusive de engenharia, para o combate à Covid-19, sem limite de valor.

Figura 2 – Proporção do 1º dígito para gastos diretos da Ação 21C0 nos anos de 2020 e 2021.



Fonte: Elaborada pelo autor.

A análise gráfica das proporções dos primeiros dígitos do total de gastos diretos mostra uma boa aderência entre a frequência observada e esperada para o ano de 2020. Para o ano de 2021 é possível observar uma frequência superior a esperada no dígito 1 e abaixo no dígito 2.

A seguir estão os resultados dos testes de conformidade realizados:

Tabela 5 - Testes de conformidade para o 1º dígito – Gastos Diretos em 2020.

Díg.	Contagem	Freq. Obs	Freq. LB	Desvio (po-pe)	Desvio Absoluto	Teste Z	Chi-Quadrado
1	11.174	0,2988	0,3010	-0,0022	0,0022	0,930	0,612
2	6.554	0,1753	0,1761	-0,0008	0,0008	0,413	0,145
3	4.591	0,1228	0,1249	-0,0022	0,0022	1,260	1,407
4	3.622	0,0969	0,0969	-0,0001	0,0001	0,025	0,001
5	2.931	0,0784	0,0792	-0,0008	0,0008	0,565	0,304
6	2.444	0,0654	0,0669	-0,0016	0,0016	1,220	1,413
7	2.364	0,0632	0,0580	0,0052	0,0052	4,312	17,605
8	1.888	0,0505	0,0512	-0,0007	0,0007	0,572	0,323
9	1.827	0,0489	0,0458	0,0031	0,0031	2,856	7,850
Σ	37.395			MAD	0,0018		$\Sigma\chi^2$ 29,660

Nota: Para o Teste Z, o valor crítico ao nível de significância de 5% é de 1,96. Para o Teste Chi-Quadrado, ao nível de significância de 5%, o valor crítico é de 15,507 para o 1º dígito; Em relação à MDA, para a análise do 1º dígito, foi considerada conformidade: “adequada” entre 0 - 0,006; “aceitável” entre 0,006 - 0,012; “marginalmente aceitável” entre 0,012 - 0,015 e “ausente” se maior que 0,015.

Tabela 6 – Testes de conformidade para o 1º dígito – Gastos Diretos em 2021.

Díg.	Contagem	Freq. Obs	Freq. LB	Desvio (po-pe)	Desvio Absoluto	Teste Z	Chi-Quadrado
1	894	0,3295	0,3010	0,0285	0,0285	3,215	7,317
2	423	0,1559	0,1761	-0,0202	0,0202	2,734	6,271
3	332	0,1224	0,1249	-0,0026	0,0026	0,375	0,143
4	260	0,0958	0,0969	-0,0011	0,0011	0,157	0,032
5	205	0,0756	0,0792	-0,0036	0,0036	0,663	0,449
6	180	0,0663	0,0669	-0,0006	0,0006	0,087	0,015
7	160	0,0590	0,0580	0,0010	0,0010	0,178	0,045
8	126	0,0464	0,0512	-0,0047	0,0047	1,070	1,176
9	133	0,0490	0,0458	0,0033	0,0033	0,768	0,632
Σ	2.713			MAD	0,0073		$\Sigma\chi^2$ 16,081

Nota: Para o Teste Z, o valor crítico ao nível de significância de 5% é de 1,96. Para o Teste Chi-Quadrado, ao nível de significância de 5%, o valor crítico é de 15,507 para o 1º dígito; Em relação à MAD, para a análise do 1º Dígito, foi considerada conformidade: “adequada” entre 0 - 0,006; “aceitável” entre 0,006 - 0,012; “marginalmente aceitável” entre 0,012 - 0,015 e “ausente” se maior que 0,015.

O teste Z apresentou valores acima do valor crítico apenas em relação aos dígitos 7 e 9 para o ano de 2020. Em 2021, os dígitos 1 e 2 apresentaram não conformidade.

Em 2020, a Média dos Desvios Absolutos apresentou valor de 0,0018, indicando conformidade adequada do conjunto de dados. Para 2021, o valor foi de 0,0073 (conformidade aceitável).

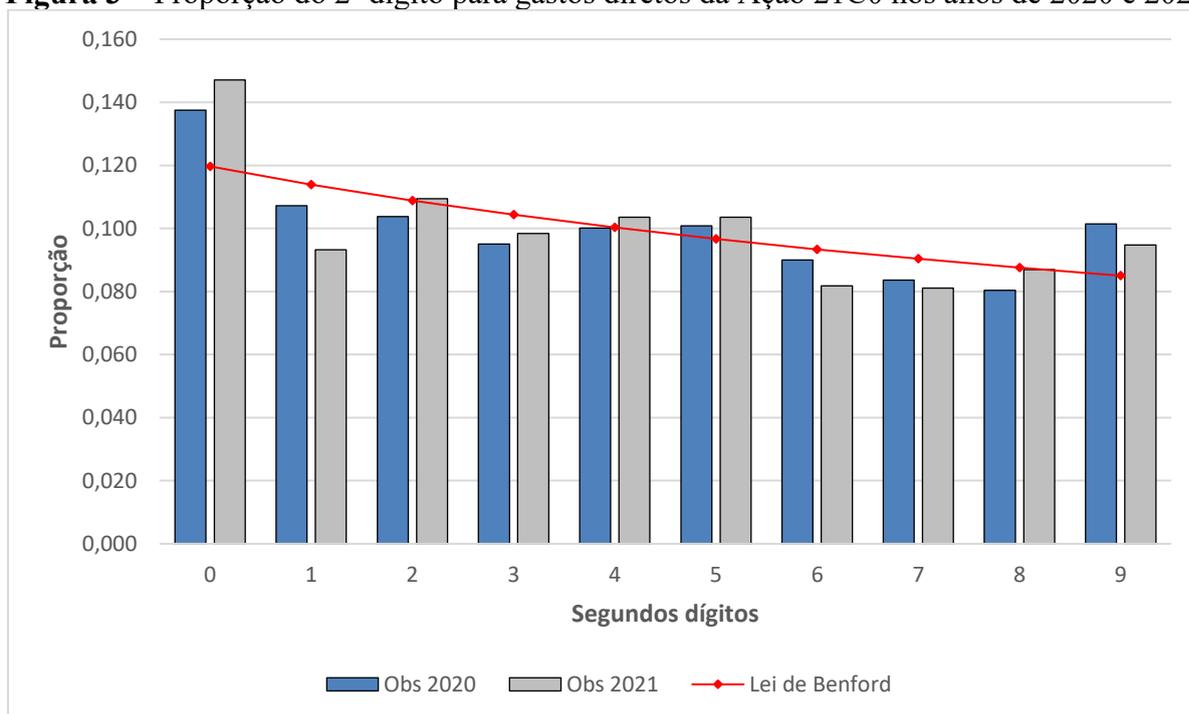
O teste Chi-Quadrado apresentou valor superior ao crítico para os dois anos, sendo 29,660 em 2020 e 16,081 em 2021.

4.1.2 Testes para o Segundo Dígito

A Figura 3 apresenta gráfico com as frequências observadas para os anos de 2020 e 2021, desta vez para o segundo dígito, além da frequência esperada pela Lei de Benford.

A análise visual para os segundos dígitos do conjunto de gastos diretos mostra picos maiores nos dígitos 0 e 9 para ambos os anos analisados, e leve aumento da proporção observada para o ano de 2021 nos dígitos 4 e 5. Por outro lado, observa-se proporções menores nos dígitos 1, 2, 3, 6, 7 e 8, sendo que os dígitos 2 e 8 apresentam proporção menor apenas em 2020.

Figura 3 – Proporção do 2º dígito para gastos diretos da Ação 21C0 nos anos de 2020 e 2021



Fonte: Elaborada pelo autor.

A seguir estão os resultados dos testes de conformidade realizados:

Tabela 7 – Testes de conformidade para o 2º dígito – Gastos Diretos em 2020.

Díg.	Contagem	Freq. Obs	Freq. LB	Desvio (po-pe)	Desvio Absoluto	Teste Z	Chi-Quadrado
0	5.142	0,1375	0,1197	0,0178	0,0178	10,612	99,278
1	4.009	0,1072	0,1139	-0,0067	0,0067	4,060	14,665
2	3.881	0,1038	0,1088	-0,0050	0,0050	3,119	8,715
3	3.556	0,0951	0,1043	-0,0092	0,0092	5,835	30,583
4	3.745	0,1001	0,1003	-0,0002	0,0002	0,105	0,010
5	3.770	0,1008	0,0967	0,0041	0,0041	2,697	6,615
6	3.364	0,0900	0,0934	-0,0034	0,0034	2,259	4,661
7	3.128	0,0836	0,0904	-0,0067	0,0067	4,512	18,593
8	3.007	0,0804	0,0876	-0,0072	0,0072	4,888	21,881
9	3.793	0,1014	0,0850	0,0164	0,0164	11,384	118,770
Σ	37.395			MDA	0,0077		$\Sigma\chi^2$ 323,771

Nota: Para o Teste Z, o valor crítico ao nível de significância de 5% é de 1,96. Para o Teste Chi-Quadrado, ao nível de significância de 5%, o valor crítico é de 16,919 para o 2º dígito; Em relação à MDA, para a análise do 2º Dígito, foi considerada conformidade: “adequada” entre 0 - 0,008; “aceitável” entre 0,008 - 0,010; “marginalmente aceitável” entre 0,010 - 0,012 e “ausente” se maior que 0,012.

Tabela 8 – Testes de conformidade para o 2º dígito – Gastos Diretos em 2021.

Díg.	Contagem	Freq. Obs	Freq. LB	Desvio (po-pe)	Desvio Absoluto	Teste Z	Chi-Quadrado
0	399	0,1471	0,1197	0,0274	0,0274	4,366	17,006
1	253	0,0933	0,1139	-0,0206	0,0206	3,353	10,143
2	297	0,1095	0,1088	0,0007	0,0007	0,078	0,011
3	267	0,0984	0,1043	-0,0059	0,0059	0,976	0,910
4	281	0,1036	0,1003	0,0033	0,0033	0,566	0,288
5	281	0,1036	0,0967	0,0069	0,0069	1,183	1,334
6	222	0,0818	0,0934	-0,0115	0,0115	2,033	3,871
7	220	0,0811	0,0904	-0,0093	0,0093	1,649	2,574
8	236	0,0870	0,0876	-0,0006	0,0006	0,073	0,010
9	257	0,0947	0,0850	0,0097	0,0097	1,783	3,021
Σ	2.713			MDA	0,0096		$\Sigma\chi^2$ 39,169

Nota: Para o Teste Z, o valor crítico ao nível de significância de 5% é de 1,96. Para o Teste Chi-Quadrado, ao nível de significância de 5%, o valor crítico é de 16,919 para o 2º dígito; Em relação à MDA, para a análise do 2º dígito, foi considerada conformidade: “adequada” entre 0 - 0,008; “aceitável” entre 0,008 - 0,010; “marginalmente aceitável” entre 0,010 - 0,012 e “ausente” se maior que 0,012.

O teste Z indica conformidade local apenas em relação ao dígito 4 em 2020, com o restante dos dígitos apresentando valores superiores aos críticos. Em 2021, os dígitos 0, 1 e 6 apresentaram não conformidade.

Na análise da distribuição dos dados, a MDA apresentou valor de 0,0077 em 2020, indicando conformidade adequada, enquanto em 2021 foi de 0,0096 (conformidade aceitável).

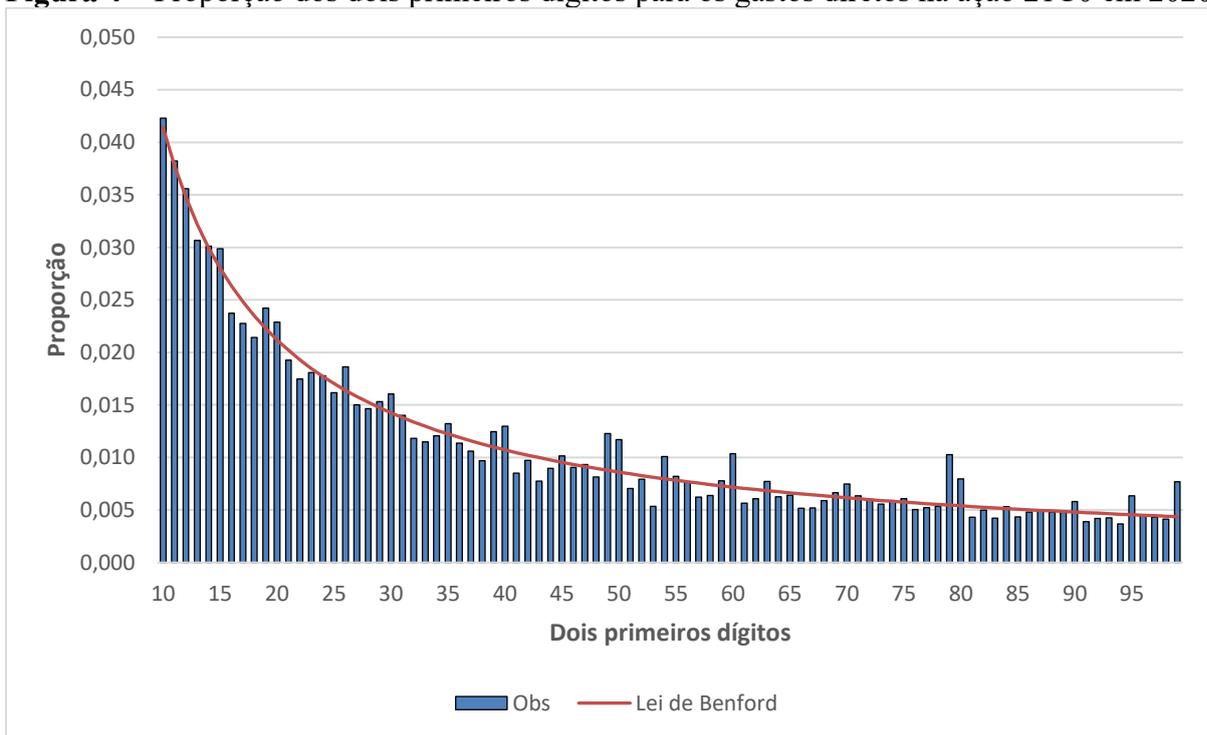
O teste Chi-Quadrado apresentou valores superiores ao crítico em ambos os anos, sendo de 323,771 em 2020 e 39,169 em 2021.

4.1.3 Testes para os Dois Primeiros Dígitos

Em relação à análise visual dos dois primeiros dígitos, é possível observar uma relativa aderência às proporções da Lei de Benford no ano de 2020, com existência de alguns picos, sendo os maiores nos dígitos 49, 50, 60 e 79. Em 2021, é possível observar maiores desvios, sobretudo nos dígitos 10, 15, 53 e 60.

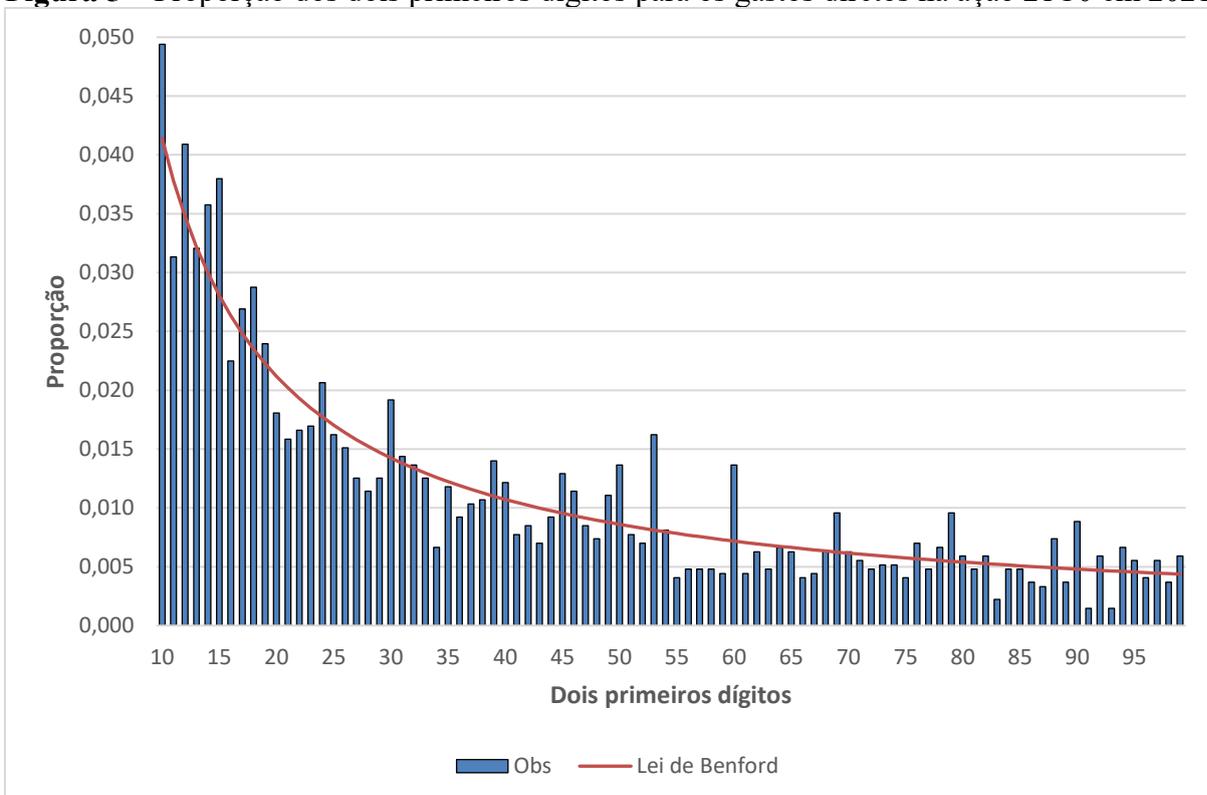
As Figuras 4 e 5 trazem a ilustração gráfica das proporções observadas e esperadas para os anos de 2020 e 2021, especificamente para os dois primeiros dígitos.

Figura 4 – Proporção dos dois primeiros dígitos para os gastos diretos na ação 21C0 em 2020.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 5 – Proporção dos dois primeiros dígitos para os gastos diretos na ação 21C0 em 2021.



Fonte: Elaborada pelo autor.

A seguir estão os resultados dos testes de conformidade realizados, não tabelados⁶:

- Analisando dígito a dígito com o teste Z, existem 39 valores superiores ao crítico para o ano de 2020 e 14 registros superiores no ano de 2021.
- Em relação à distribuição como um todo, a MDA apresentou valor de 0,0011 em 2020 (conformidade adequada) e 0,0023 em 2021 (conformidade ausente).
- O teste Chi-Quadrado apresentou valor de 828,035 em 2020 e 198,551 em 2021, ambos superiores ao valor crítico de 112,022

A Tabela 9 aponta alguns números (com dois dígitos) que requerem maior atenção por apresentarem frequências maiores que as esperadas, além de apresentarem maiores proporções segundo o Teste da Soma, reforçando o caráter de alerta obtido com o Teste Z.

Tabela 9 – Dois primeiros dígitos com sinais de alerta nos anos de 2020 e 2021.

Ano	Díg.	n	Freq. Obs.	Freq. LB	Desvio (po-pe)	Teste Z	Soma (R\$)	Teste da Soma
2020	15	1117	0,0299	0,0280	0,0018	2,142	292.156.472,69	0,0319
	26	697	0,0186	0,0164	0,0022	3,404	170.259.879,40	0,0186
	60	387	0,0103	0,0072	0,0032	7,232	159.032.894,16	0,0174
2021	10	134	0,0494	0,0414	0,0080	2,043	1.138.371.307,43	0,0608
	15	103	0,0380	0,0280	0,0099	3,078	1.791.046.759,27	0,0957
	69	134	0,0494	0,0414	0,0080	3,404	170.259.879,40	0,0186

Nota: Valor esperado da proporção segundo o Teste da Soma é de 0,0111 de acordo com Nigrini (2012).
Fonte: Elaborada pelo autor.

4.2 MODALIDADE DE LICITAÇÃO

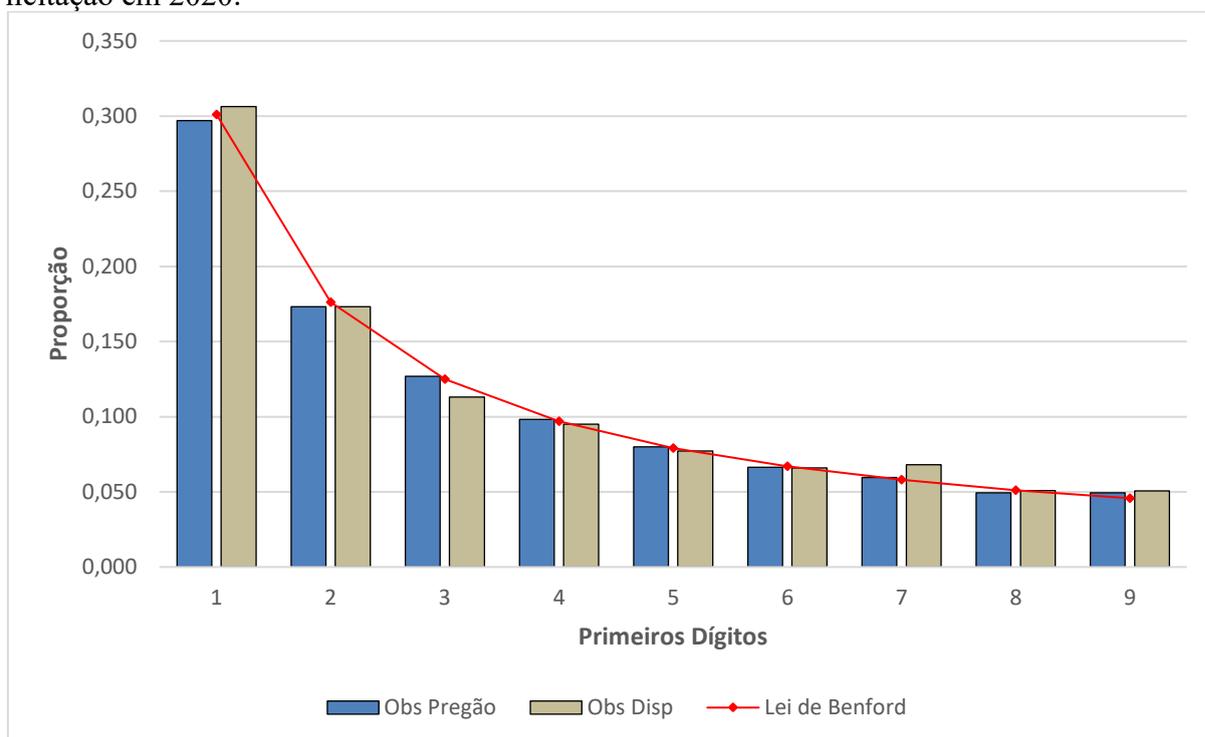
Nesta seção são apresentadas as análises para o primeiro, o segundo e os dois primeiros dígitos dos gastos diretos na Ação 21C0, por modalidade de licitação, no ano de 2020, lembrando que a análise se limita às modalidades Pregão e Dispensa de Licitação.

4.2.1 Testes para o Primeiro Dígito

A Figura 6 apresenta gráfico com as frequências observadas para o ano de 2020, segregadas por Pregão e Dispensa de Licitação, além da frequência esperada pela LB.

⁶ Detalhes dos testes realizados em relação aos dois primeiros dígitos se encontram no Apêndice.

Figura 6 – Proporção do 1º dígito dos gastos diretos da Ação 21C0 por modalidade de licitação em 2020.



Fonte: Elaborada pelo autor.

A partir da análise visual das frequências, infere-se uma melhor conformidade da distribuição dos dados do Pregão em relação à Dispensa de Licitação, que apresenta aumento da proporção no dígito 7 e redução de ocorrências em relação ao dígito 3.

A seguir estão os resultados dos testes de conformidade realizados:

Tabela 10 – Testes de conformidade para o 1º dígito – Modalidade Pregão (2020).

Díg.	Contagem	Freq. Obs	Freq. LB	Desvio (po-pe)	Desvio Absoluto	Teste Z	Chi-Quadrado
1	6.044	0,2969	0,3010	-0,0041	0,0041	1,263	1,129
2	3.524	0,1731	0,1761	-0,0030	0,0030	1,098	1,010
3	2.584	0,1270	0,1249	0,0020	0,0020	0,858	0,661
4	2.001	0,0983	0,0969	0,0014	0,0014	0,663	0,412
5	1.627	0,0799	0,0792	0,0008	0,0008	0,385	0,146
6	1.351	0,0664	0,0669	-0,0006	0,0006	0,312	0,099
7	1.211	0,0595	0,0580	0,0015	0,0015	0,904	0,795
8	1.007	0,0495	0,0512	-0,0017	0,0017	1,071	1,121
9	1.005	0,0494	0,0458	0,0036	0,0036	2,454	5,824
Σ	20.354			MDA	0,0021		$\Sigma\chi^2$ 11,197

Nota: Para o Teste Z, o valor crítico ao nível de significância de 5% é de 1,96. Para o Teste Chi-Quadrado, ao nível de significância de 5%, o valor crítico é de 15,507 para o 1º dígito; Em relação à MDA, para a análise do 1º Dígito, foi considerada conformidade: “adequada” entre 0 - 0,006; “aceitável” entre 0,006 - 0,012; “marginalmente aceitável” entre 0,012 - 0,015 e “ausente” se maior que 0,015.

Tabela 11 – Testes de conformidade para o 1º dígito – Dispensa de Licitação (2020).

Nº	Contagem	Freq. Obs	Freq. LB	Desvio (po-pe)	Desvio Absoluto	Teste Z	Chi-Quadrado
1	4.186	0,3063	0,3010	0,0053	0,0053	1,330	1,254
2	2.366	0,1731	0,1761	-0,0030	0,0030	0,901	0,686
3	1.546	0,1131	0,1249	-0,0118	0,0118	4,166	15,282
4	1.298	0,0950	0,0969	-0,0019	0,0019	0,751	0,529
5	1.055	0,0772	0,0792	-0,0020	0,0020	0,845	0,682
6	901	0,0659	0,0669	-0,0010	0,0010	0,461	0,213
7	929	0,0680	0,0580	0,0100	0,0100	4,974	23,482
8	694	0,0508	0,0512	-0,0004	0,0004	0,179	0,037
9	692	0,0506	0,0458	0,0049	0,0049	2,707	7,100
Σ	13.667			MDA	0,0045		$\Sigma\chi^2$ 49,265

Nota: Para o Teste Z, o valor crítico ao nível de significância de 5% é de 1,96. Para o Teste Chi-Quadrado, ao nível de significância de 5%, o valor crítico é de 15,507 para o 1º dígito; Em relação à MAD, para a análise do 1º dígito, foi considerada conformidade: “adequada” entre 0 - 0,006; “aceitável” entre 0,006 - 0,012; “marginalmente aceitável” entre 0,012 - 0,015 e “ausente” se maior que 0,015.

O teste Z indica não conformidade local apenas em relação a dígito 9 para o Pregão, enquanto os dígitos 3, 7 e 9 apresentaram valor superior ao crítico em relação à Dispensa de Licitação.

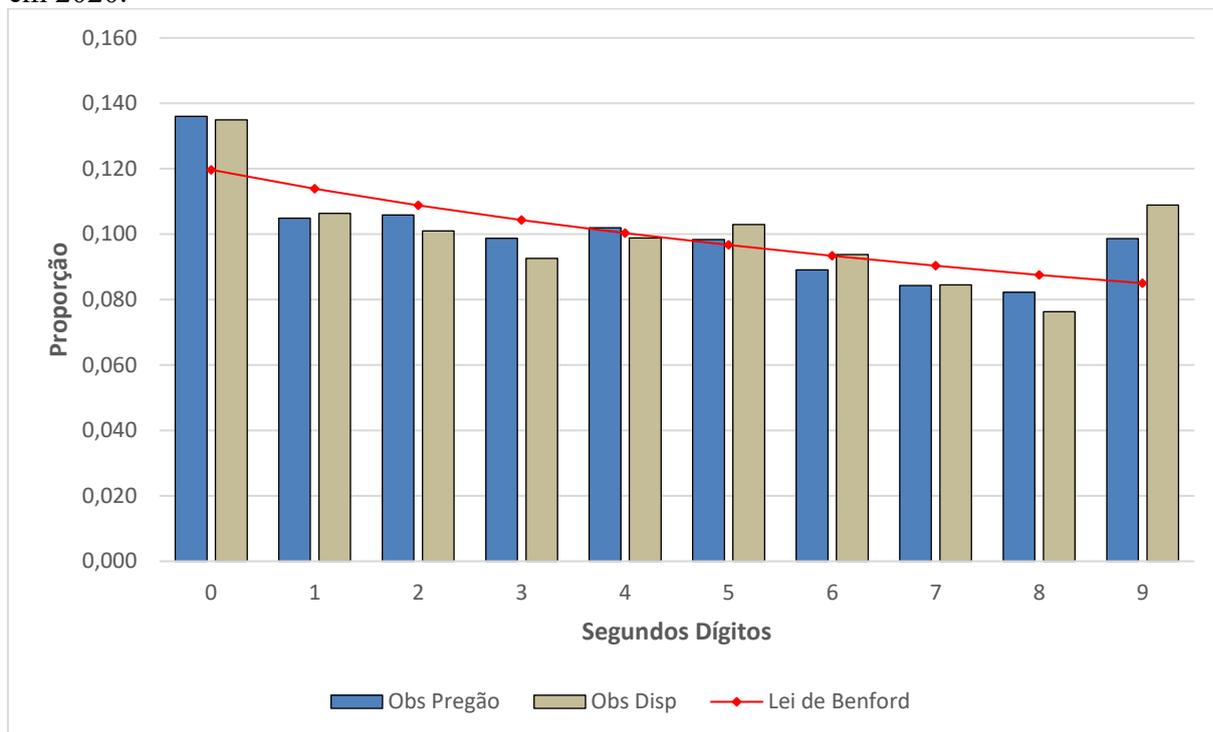
Na análise global, a MDA apresentou valor de 0,0021, indicando conformidade adequada do conjunto de dados da modalidade Pregão. Foi verificada conformidade adequada também para Dispensa de Licitação, com valor de 0,0045.

O teste Chi-Quadrado apresentou valor de 12,664, inferior ao valor crítico, indicando conformidade da distribuição de dados do Pregão, não se rejeitando a hipótese nula ao nível de significância de 5%. Para Dispensa de Licitação, o valor foi superior ao crítico com 49,265, sinalizando rejeição da hipótese de conformidade com a distribuição da LB.

4.2.2 Testes para o Segundo Dígito

A análise gráfica para os segundos dígitos mostra dois picos nos dígitos 0 e 9 para as modalidades analisadas, e no dígito 5 apenas para Dispensa. É possível observar também frequências abaixo da esperada em relação aos dígitos 1, 2, 3, 7 e 8 nos dois casos e no dígito 6 apenas para o Pregão.

Figura 7 – Proporção do 2º dígito dos gastos diretos da Ação 21C0 por modalidade de licitação em 2020.



Fonte: Elaborada pelo autor

A seguir estão os resultados dos testes de conformidade realizados:

Tabela 12 – Testes de conformidade para o 2º dígito – Modalidade Pregão (2020).

Díg.	Contagem	Freq. Obs	Freq. LB	Desvio (po-pe)	Desvio Absoluto	Teste Z	Chi-Quadrado
0	2.768	0,1360	0,1197	0,0163	0,0163	7,159	45,258
1	2.135	0,1049	0,1139	-0,0090	0,0090	4,029	14,465
2	2.154	0,1058	0,1088	-0,0030	0,0030	1,360	1,676
3	2.010	0,0988	0,1043	-0,0056	0,0056	2,592	6,070
4	2.075	0,1019	0,1003	0,0016	0,0016	0,777	0,543
5	2.002	0,0984	0,0967	0,0017	0,0017	0,799	0,594
6	1.813	0,0891	0,0934	-0,0043	0,0043	2,095	4,024
7	1.715	0,0843	0,0904	-0,0061	0,0061	3,019	8,359
8	1.674	0,0822	0,0876	-0,0053	0,0053	2,676	6,593
9	2.008	0,0987	0,0850	0,0137	0,0137	6,972	44,642
Σ	20.354			MDA	0,0067		$\Sigma\chi^2$ 132,222

Nota: Para o Teste Z, o valor crítico ao nível de significância de 5% é de 1,96. Para o Teste Chi-Quadrado, ao nível de significância de 5%, o valor crítico é de 16,919 para o 2º dígito; Em relação à MDA, para a análise do 2º Dígito, foi considerada conformidade: “adequada” entre 0 - 0,008; “aceitável” entre 0,008 - 0,010; “marginalmente aceitável” entre 0,010 - 0,012 e “ausente” se maior que 0,012.

Tabela 13 – Testes de conformidade para o 2º dígito – Dispensa de Licitação (2020).

Dig.	Contagem	Freq. Obs	Freq. LB	Desvio (po-pe)	Desvio Absoluto	Teste Z	Chi-Quadrado
0	1.844	0,1349	0,1197	0,0152	0,0152	5,477	26,535
1	1.453	0,1063	0,1139	-0,0076	0,0076	2,774	6,887
2	1.380	0,1010	0,1088	-0,0078	0,0078	2,932	7,733
3	1.265	0,0926	0,1043	-0,0118	0,0118	4,488	18,151
4	1.351	0,0989	0,1003	-0,0015	0,0015	0,568	0,290
5	1.407	0,1029	0,0967	0,0063	0,0063	2,465	5,555
6	1.281	0,0937	0,0934	0,0004	0,0004	0,130	0,019
7	1.155	0,0845	0,0904	-0,0058	0,0058	2,367	5,159
8	1.043	0,0763	0,0876	-0,0113	0,0113	4,640	19,769
9	1.488	0,1089	0,0850	0,0239	0,0239	9,993	91,655
Σ	13.667			MDA	0,0091		$\Sigma\chi^2$ 181,754

Nota: Para o Teste Z, o valor crítico ao nível de significância de 5% é de 1,96. Para o Teste Chi-Quadrado, ao nível de significância de 5%, o valor crítico é de 16,919 para o 2º dígito; Em relação à MDA, para a análise do 2º Dígito, foi considerada conformidade: “adequada” entre 0 - 0,008; “aceitável” entre 0,008 - 0,010; “marginalmente aceitável” entre 0,010 - 0,012 e “ausente” se maior que 0,012.

O teste Z indica conformidade local apenas em relação aos dígitos 2, 4 e 5 para a modalidade Pregão, com o restante dos dígitos apresentando valores superiores ao crítico. Para Dispensa, apenas os dígitos 4 e 6 apresentaram conformidade.

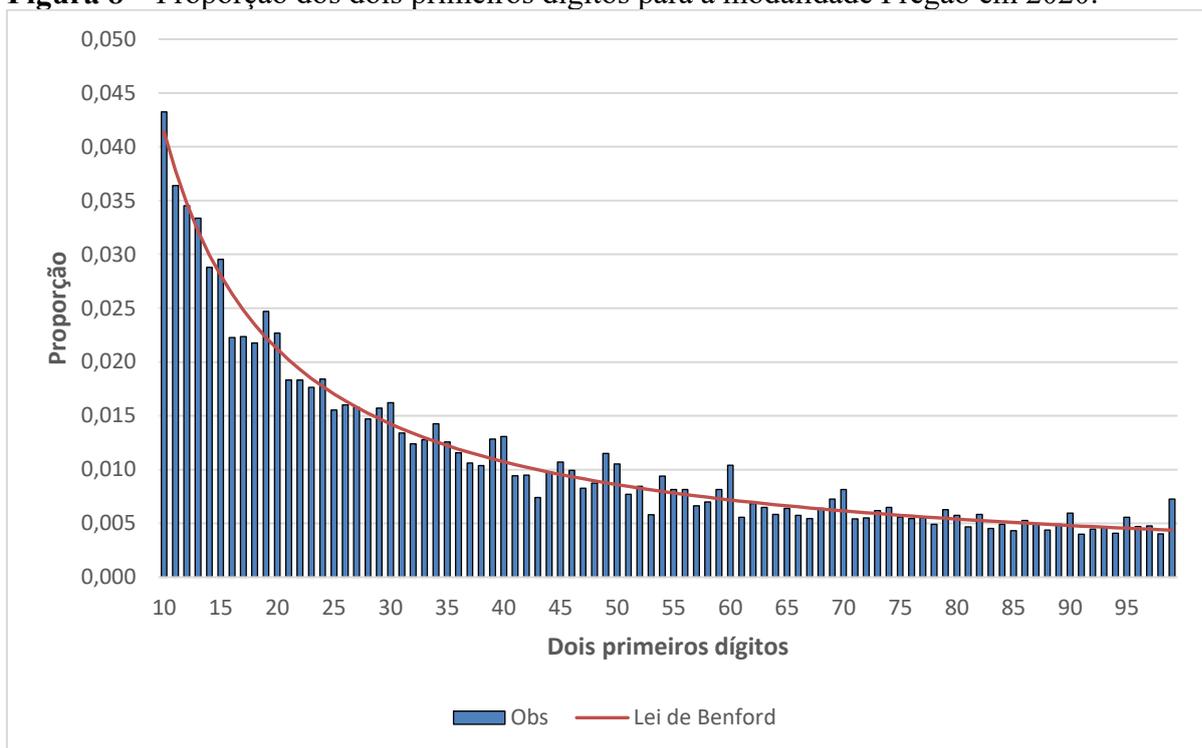
Na análise global, a MDA apresentou valor de 0,0067 (conformidade adequada) do conjunto de dados da modalidade Pregão e 0,0091 (conformidade aceitável) para Dispensa.

O teste Chi-Quadrado apresentou valor superior ao crítico para todas as modalidades, sendo de 132,222 para Pregão e 181,754 para Dispensa.

4.2.3 Testes para os Dois Primeiros Dígitos

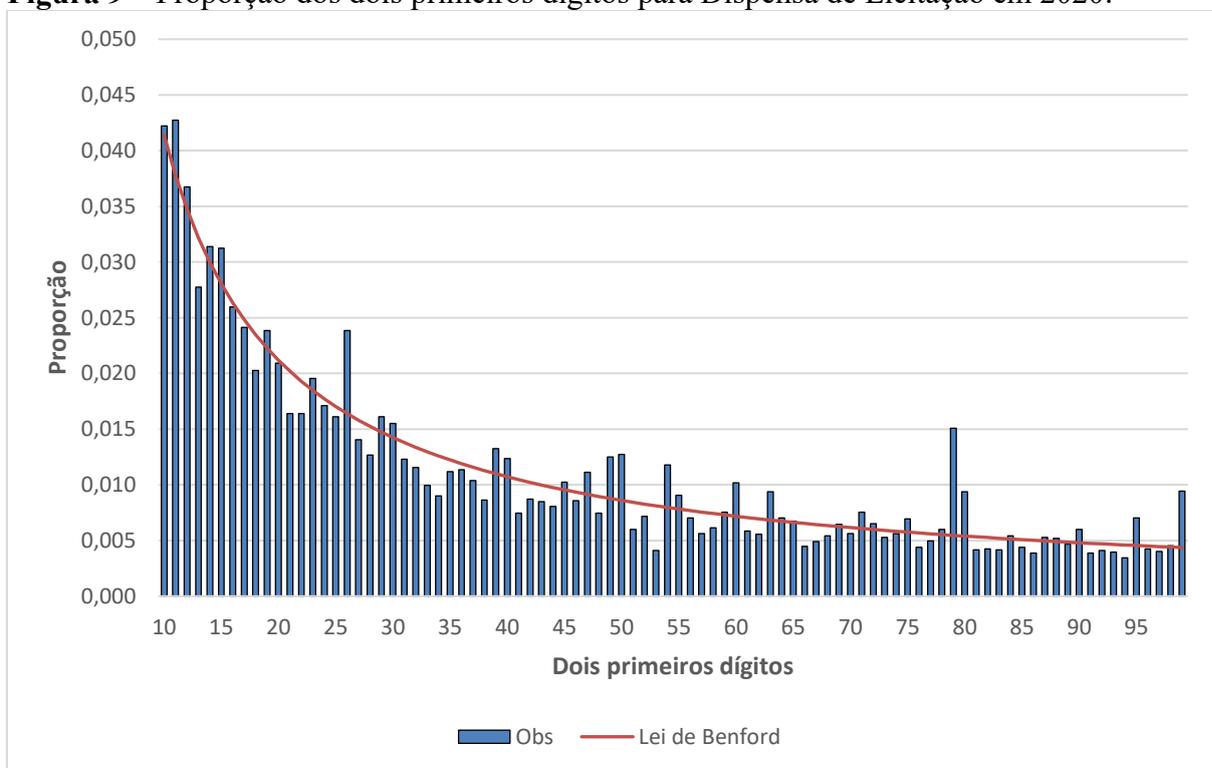
Em relação à análise visual da frequência dos dois primeiros dígitos, é possível observar na Figura 8 uma melhor aderência às proporções da Lei de Benford para os dados relativos ao Pregão, com poucos desvios. Já na Figura 9, verifica-se uma menor aderência para a Dispensa de Licitação, com maiores desvios, existindo alguns picos, os maiores nos dígitos 26 e 79.

Figura 8 – Proporção dos dois primeiros dígitos para a modalidade Pregão em 2020.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 9 – Proporção dos dois primeiros dígitos para Dispensa de Licitação em 2020.



Fonte: Elaborada pelo autor.

A seguir estão os resultados dos testes de conformidade realizados, não tabelados⁷:

- Analisando dígito a dígito com o teste Z, existem 18 valores superiores ao crítico para a modalidade Pregão e 31 para Dispensa de Licitação;
- Em relação à distribuição dos dados como um todo, a MDA apresentou valor de 0,0010 para pregão (conformidade adequada) e 0,0017 para Dispensa (conformidade aceitável);
- O teste Chi-Quadrado apresentou valores superiores ao crítico para os dois primeiros dígitos em todos os cenários, sendo de 283,356 para a modalidade Pregão e 784,699 para Dispensa.

A Tabela 14 aponta alguns números (com dois dígitos) que requerem maior atenção por apresentarem frequências maiores que as esperadas, além de apresentarem maiores proporções segundo o Teste da Soma, reforçando o caráter de alerta obtido com o Teste Z.

Tabela 14 – Dois primeiros dígitos com sinais de alerta nas modalidades Pregão e Dispensa de Licitação em 2020.

Modalidade	Díg.	n	Freq. Obs.	Freq. LB	Desvio (po-pe)	Teste Z	Soma (R\$)	Teste da Soma
PREGÃO	19	503	0,0247	0,0223	0,0024	2,331	17.105.332,02	0,0157
	30	330	0,0162	0,0142	0,0020	2,346	14.293.194,06	0,0131
	40	266	0,0131	0,0107	0,0023	3,214	53.459.425,79	0,0491
DISPENSA	11	584	0,0427	0,0378	0,0049	3,008	215.822.651,45	0,0522
	15	427	0,0312	0,0280	0,0032	2,251	54.283.907,39	0,0131
	26	326	0,0239	0,0164	0,0075	6,837	100.248.281,94	0,0243
	39	181	0,0132	0,0110	0,0022	2,479	56.424.674,50	0,0137
	47	152	0,0111	0,0091	0,0020	2,385	60.194.934,68	0,0146
	50	174	0,0127	0,0086	0,0041	5,184	83.825.870,61	0,0203

Nota: valor esperado da proporção segundo o Teste da Soma é de 0,0111 de acordo com Nigrini (2012).
Fonte: Elaborada pelo autor.

4.3 DISCUSSÃO

A fim de permitir a discussão dos resultados evidenciados nas seções anteriores, foram elaboradas tabelas com o comparativo dos valores calculados das estatísticas Z e Chi-Quadrado, da métrica MDA e do Teste da Soma (apenas para os dois primeiros dígitos), agrupados pela abordagem da análise.

Por oportuno, é importante desde logo reforçar que o fato de os testes eventualmente indicarem não conformidade com a Lei de Benford não permite concluir sobre a existência de manipulação ou fraude nas contratações públicas (VARIAN, 1972; NIGRINI, 2012; CUNHA,

⁷ Detalhes dos testes realizados em relação aos dois primeiros dígitos se encontram no Apêndice.

2013). Trata-se apenas de um sinal de alerta de que tais discrepâncias sugerem uma análise mais detalhada por parte de órgãos de fiscalização e controle do gasto público, tendo em vista as sinalizações que a abordagem pode apresentar.

A primeira comparação se dá para a aderência da distribuição dos dados à LB tendo como parâmetro o teste Chi-Quadrado e a métrica MDA, que se referem às distribuições como um todo. Posteriormente será verificada a conformidade dígito a dígito, através do Teste Z e Teste da Soma, com o objetivo de refinar a análise e buscar possíveis explicações para os desvios encontrados.

A Tabela 15 traz o resumo dos testes globais realizados nas distribuições.

Tabela 15 – Resultados dos testes globais (Chi-Quadrado e MDA) para o primeiro, o segundo e os dois primeiros dígitos.

	Testes	Abordagem	2020	2021	
1º DÍGITO	CHI-QUADRADO	GASTOS DIRETOS	29,660	16,081	
		MODALIDADE			
		Pregão	11,197	-	
			Dispensa de licitação	49,265	-
	MDA	GASTOS DIRETOS	0,0018	0,0073	
		MODALIDADE			
Pregão		0,0021	-		
		Dispensa de licitação	0,0045	-	
2º DÍGITO	CHI-QUADRADO	GASTOS DIRETOS	323,771	39,169	
		MODALIDADE			
		Pregão	132,222	-	
			Dispensa de licitação	181,754	-
	MDA	GASTOS DIRETOS	0,0077	0,0096	
		MODALIDADE			
Pregão		0,0067	-		
		Dispensa de licitação	0,0091	-	
DOIS PRIMEIROS DÍGITOS	CHI-QUADRADO	GASTOS DIRETOS	828,035	198,551	
		MODALIDADE			
		Pregão	283,356	-	
			Dispensa de licitação	784,699	-
	MDA	GASTOS DIRETOS	0,0011	0,0023	
		MODALIDADE			
Pregão		0,0010	-		
		Dispensa de licitação	0,0017	-	

Nota: Para o Teste Chi-Quadrado, ao nível de significância de 5%, o valor crítico é de 15,507 para o 1º dígito, 16,919 para o 2º dígito e 112,022 para os dois primeiros. Em relação à MDA, a conformidade é considerada: Adequada, se 0 - 0,006 (1º dígito); 0 - 0,008 (2º dígito) e 0 - 0,0012 (dois primeiros dígitos); Aceitável, se 0,006 - 0,012 (1º dígito); 0,008 - 0,010 (2º dígito) e 0,0012 - 0,0018 (dois primeiros dígitos); Marginalmente aceitável, se 0,012 - 0,015 (1º dígito); 0,010 - 0,012 (2º dígito) e 0,0018 - 0,0022 (dois primeiros dígitos); e Ausente, se > 0,015 (1º dígito); > 0,012 (2º dígito) e > 0,0022 (dois primeiros dígitos). Fonte: Elaborada pelo autor.

Analisando por ano, a Média dos Desvios Absolutos indicou conformidade adequada dos dados de gastos diretos em todos os testes realizados para o ano de 2020, enquanto os dados de 2021 obtiveram conformidade aceitável em relação ao 1º e 2º dígitos e ausência de conformidade para o teste dos dois primeiros dígitos. Quanto ao teste Chi-Quadrado, todos os testes para gastos diretos de ambos os anos tiveram valores acima do crítico, levando a rejeição da hipótese de aderência à distribuição esperada pela LB. Cabe ponderar que o ano de 2020 possui 37.395 registros analisados, o que pode ser interpretado como um viés de resultado “falso positivo”, tendo em vista o teste ser sensível ao tamanho da amostra (NIGRINI, 2011; KOSSOVSKY, 2014). Esses achados podem indicar maior sensação de impunidade em 2021 frente à flexibilização das regras e controles da contratação, processo que teve início em 2020.

Quando a comparação é feita entre as modalidades de licitação Pregão e Dispensa de Licitação no ano de 2020, em relação à MDA verifica-se conformidade adequada do Pregão em todos os testes, enquanto para Dispensa existe conformidade adequada apenas quanto ao teste do primeiro dígito, ocorrendo conformidade aceitável quanto ao segundos e aos dois primeiros dígitos. Para o Teste Chi-Quadrado, os valores das estatísticas para a modalidade Pregão são inferiores aos das dispensas em todas as abordagens, o que indica um pior ajuste dos dados relativos às dispensas de licitação. Tal achado pode sugerir que o menor nível de competição nos processos de contratação aumenta a desconformidade com a LB, conforme resultados encontrados em Ganassin, Costa e Wilbert (2016).

Partindo para a análise dígito a dígito, a Tabela 16 apresenta a quantidade de dígitos que não apresentaram conformidade com a LB em relação ao Teste Z para o primeiro e segundo dígito, especificando entre parênteses os dígitos e indicando se a frequência para o dígito observado foi maior (“↑”) ou menor (“↓”) que a frequência esperada.

Tabela 16 – Resultados do teste local (Teste Z) para os primeiros e segundos dígitos.

Abordagem		2020	2021
1º DÍGITO	GASTOS DIRETOS	2 (7↑ e 9↑)	2 (1↑ e 2↓)
	MODALIDADE DE LICITAÇÃO		
	Pregão	1 (9↑)	-
	Dispensa de licitação	3 (3↓, 7↑ e 9↑)	-
2º DÍGITO	GASTOS DIRETOS	9(0↑, 1↓, 2↓, 3↓, 5↑, 6↓, 7↓, 8↓, 9↑)	3 (0↑, 1↓ e 6↓)
	MODALIDADE DE LICITAÇÃO		
	Pregão	7 (0↑, 1↓, 3↓, 6↓, 7↓, 8↓, 9↑)	-
	Dispensa de licitação	8 (0↑, 1↓, 2↓, 3↓, 5↑, 7↓, 8↓, 9↑)	-

Fonte: Elaborada pela autor.

Quanto aos primeiros dígitos, quando analisados por ano, as distribuições apresentam a mesma quantidade de discrepâncias, embora seja possível observar uma prevalência dos dígitos 7 e 9 em 2020, e do dígito 1 em 2021. Isso poderia indicar um aumento geral nos valores dos

empenhos de 2020 para 2021, pois, por exemplo, valores na casa dos R\$ 700,00 e R\$ 900,00 se ajustaram à LB e, ao mesmo tempo, empenhos de valores na casa de R\$ 1.000,00 se tornaram mais frequentes do que o esperado pela LB. Tal afirmação, de certa forma, vai ao encontro do aumento na média dos valores dos empenhos, que passou de R\$ 244.888,99 em 2020 para R\$ 6.899.444,49 em 2021 (caso sejam retirados os empenhos destinados à compra de vacinas, o valor médio em 2021 seria R\$ 277.711,74). Contudo é importante observar que em 2021 o aumento na proporção do dígito 1 se contrapõe a uma redução na proporção do dígito 2.

Ainda em relação aos primeiros dígitos, analisando por modalidade de licitação em 2020, constatou-se mais discrepâncias nos números da Dispensa de Licitação do que do Pregão. Novamente os resultados sugerem que a não realização de licitação nos processos de contratação aumenta a desconformidade com a Lei de Benford (GANASSIN; COSTA; WILBERT, 2016). Esse achado é corroborado quando se verifica que, em 2020, foram realizadas mais contratações por meio de Pregão do que por Dispensa de Licitação, lembrando que quanto menor a amostra, menores as chances de “falsos positivos”. Além disso, motiva lembrar que, em um período de alta demanda por produtos relacionados à saúde (custeados pela Ação 21C0), a existência de preços acima do valor de mercado era esperada (GENTIL, 2022). Tal fato pode ter gerado conjuntos viesados de empenhos, sobretudo nas contratações por Dispensa de Licitação. A maior frequência do dígito 9, tanto no Pregão quanto na Dispensa de Licitação no ano de 2020, pode ser interpretada como decorrente do estabelecimento de preços em ordem menor (por exemplo, de R\$ 1.000,00 para R\$ 999,00).

Em relação ao estudo para os segundos dígitos, discutindo gastos diretos, quase a totalidade dos dígitos apresentaram não conformidade em 2020, existindo uma prevalência dos dígitos 0, 5 e 9. Já em 2021 há excesso de dígitos 0. Esse resultado pode ser interpretado como indício de arredondamento de preços, tanto em 2020 quanto em 2021, sendo que no segundo ano de pandemia esse diagnóstico fica mais evidente com a prevalência do 0, interpretação que vai ao encontro do entendimento de Nigrini (2012).

Analisando os segundos dígitos por modalidade de licitação em 2020, foram observadas muitas não conformidades, independente da competição entre licitantes, havendo excesso de dígitos 0 e 9 em relação ao Pregão e 0, 5 e 9 para a dispensa, padrões que também foram observados na maioria dos testes anteriores. Segundo Costa, Santos e Travassos (2012), este padrão de distorção observado, com excessos de ocorrências nos dígitos 0 e 5 da segunda posição, reflete a existência de uma maior ocorrência de valores arredondados entre os empenhos, tais como R\$ 4.000,00, R\$ 250,00 e R\$ 8.000,00. Dentre os possíveis fatores que explicariam esta ocorrência, pode-se citar a inclusão de valores fictícios nos empenhos ou que

os preços contratados não estão sendo formados em razão da aplicação direta de uma margem de lucro ao montante dos seus custos e despesas. Tais interpretações podem suscitar que, em geral, o processo de formação de preços não observou a boa prática de gestão de custos empresariais, muito pelo contrário, sugere manipulação de preços de acordo com o momento crítico vivido no mundo decorrente da pandemia.

Conforme Bugarin e Cunha (2014), a discussão dos resultados para os dois primeiros dígitos é melhor aproveitada se realizada em conjunto com os resultados do Teste da Soma. Os resultados citados apontam que merecem maior atenção em eventuais auditorias e fiscalizações os empenhos que iniciam com 15 para ano de 2020 e com 10 e 15 para 2021. No mesmo sentido, para 2020, os empenhos com valores iniciados com 40 quando considerados pregões e com 11 e 26 para contratações por dispensa.

Assim, os dois primeiros dígitos 10, 11, 15, 26 e 40, além de terem ocorrido em frequência maior que a esperada, apresentam maiores proporções na soma de valor, não sendo possível para este pesquisador encontrar uma explicação plausível para essas ocorrências, sugerindo probabilidade de manipulação, fraude ou, ainda, vieses no conjunto de dados analisados.

5. CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo analisar os gastos diretos da União com o enfrentamento da pandemia de Covid-19 sob a perspectiva da conformidade dos valores dos empenhos emitidos com a Lei de Benford. Mais especificamente, foram analisadas aplicações diretas no âmbito da Ação Orçamentária 21C0 (Enfrentamento da Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional Decorrente do Coronavírus) nos anos de 2020 e 2021.

A partir de metodologia baseada na observação das frequências relativas dos primeiros, segundos e dois primeiros dígitos das notas de empenhos emitidas durante a pandemia, foram realizados testes de hipóteses para apurar a significância estatística dos desvios de cada dígito e das distribuições como um todo em relação à esperada segundo a Lei de Benford.

Os resultados mostram que os dados, de modo geral, apresentam comportamento compatível com a distribuição logarítmica esperada, o que confirma a aplicabilidade desta metodologia como útil em processos de auditoria ou investigações forenses de fraudes para despesas públicas, o que corrobora estudos anteriores.

Uma maior aderência foi constatada para os empenhos do ano de 2020, quando comparado a 2021, o que reforça a necessidade de maior fiscalização das despesas no segundo ano de pandemia, período que foi marcado pelo início de compras de vacinas em larga escala, com despesas de ordem de bilhões de reais, e também por provável aumento da sensação de impunidade decorrente da flexibilização de regras e controle nas contratações, indulgência iniciada em 2020.

Quando os dados são analisados de forma segregada, por modalidade de licitação, tem-se que os empenhos de 2020 decorrentes de licitação na modalidade Pregão apresentam maior aderência à LB quando comparado à distribuição dos dados de contratação direta por Dispensa de Licitação. Esse resultado reforça a teoria de que os dados gerados de forma natural, com o menor nível de intervenção humana tendem a apresentar uma distribuição logarítmica segundo a LB, o que seria o caso das contratações por Pregão, que tem entre seus princípios a competitividade, com incentivo à ampla participação de interessados, o que não exclui, contudo, a possibilidade de fraudes nos processos de contratação.

No campo da auditoria e fiscalização de gastos públicos, num contexto em que os dados englobam milhares de registros, a seleção de despesas que teriam maior probabilidade de conter manipulações ou fraudes é essencial para maior efetividade dos trabalhos. Nesse sentido, os alertas, também conhecidos como *red flags*, se mostram de grande utilidade, servindo como um norteador na seleção de amostras. No presente estudo, a análise dos dois primeiros dígitos

trouxe uma visão mais detalhada sobre os gastos e evidenciou materialidade em relação ao dígito 15 para o ano de 2020 e dos dígitos 10 e 15 para 2021. Se a fiscalização recair sobre os pregões, o dígito 40 apresenta maior probabilidade de manipulação, o mesmo para os dígitos 11 e 26 nas dispensas de licitação.

Diante de todo o exposto, conclui-se que o instrumental proporcionado pela Lei de Benford se mostra uma ferramenta poderosa e eficaz na análise de dados de finanças públicas e um importante aliado nas fiscalizações dos recursos da sociedade, sobretudo em situações de emergência, que requerem uma maior atenção em virtude de menor rigor nos processos de contratação.

Como limitações da pesquisa, tem-se que os dados de gastos públicos com a pandemia na ação 21C0 se restringiram aos anos de 2020 e 2021, sendo que em 2021 o número de empenhos foi considerado insuficiente para a comparação entre as aderências das contratações por Pregão e Dispensa de Licitação. A pesquisa também encontra limitação no cenário de pandemia, este considerado, de certa forma, inédito, mesmo tendo por base teorias que permitissem o emprego da técnica utilizada.

Em que pese as limitações da pesquisa, este estudo pode ser útil para profissionais que atuam na auditoria governamental, em órgãos de controle e fiscalização e entidades de segurança pública. Ao direcionar os trabalhos de auditoria e persecução penal com uma apurada seleção de amostra, a técnica favorece a economia de recursos dos entes públicos com análises mais eficazes, o que, inclusive, leva a um efeito educativo de médio e longo prazos benéficos para a sociedade.

Por fim, as técnicas discutidas podem fomentar novas pesquisas, em especial no campo dos gastos públicos, gerando acúmulo de conhecimento e renovação de procedimentos. Pesquisas futuras sobre o tema podem incluir dados de 2019, anteriores ao início da pandemia, de forma a verificar influência do início da situação emergencial sobre a conformidade das despesas da União, além dos dados de 2022, ano em que os gastos provavelmente representam o cenário “normal”, pois houve o gradativo retorno das atividades econômicas e a revogação de leis flexibilizadoras das contratações. Além disso, novos estudos podem realizar análises de adequação dos empenhos emitidos por estados e municípios que receberam recursos através de transferências fundo a fundo da União para enfrentamento à Covid-19, não ficando a pesquisa restrita a esfera federal. Tal conformidade poderia ser confrontada com pareceres emitidos pelos tribunais de contas das regiões investigadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA SENADO. Congresso promulga emenda que institui Orçamento de Guerra, 2020. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2020/05/07/congresso-promulga-emenda-que-institui-orcamento-de-guerra>. Acesso em: 04 abr 2023.

ANESSI-PESSINA, E., BARBERA, C., LANGELLA, C., MANES-ROSSI, F., SANCINO, A., SICILIA, M., & STECCOLINI, I. Reconsidering public budgeting after the Covid-19 outbreak: key lessons and future challenges. *Journal of Public Budgeting, Accounting & Financial Management*, 32(5), p. 957-965, 2020. <https://doi.org/10.1108/JPBAFM-07-2020-0115>.

BENFORD, F. The law of anomalous numbers. *Proceedings of the American philosophical society, USA*, v. 78, n. 4, p. 551- 572, Mar. 1938.

BEZERRA FILHO, João Eudes. Orçamento Aplicado ao Setor Público: Abordagem Simples e Objetiva, 2ª edição. Grupo GEN, 2014. E-book. ISBN 9788522479726.

BRASIL. Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. *Diário Oficial da União, Brasília, DF*, 22 jun. 1993. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L8666cons.htm. Acesso em: 04 abr 2023.

BRASIL. Lei nº 8.429, de 2 de junho de 1992. Dispõe sobre as sanções aplicáveis em virtude da prática de atos de improbidade administrativa, de que trata o § 4º do art. 37 da Constituição Federal; e dá outras providências. *Diário Oficial da União, Brasília, DF*, 03 jun. 1992. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8429.htm. Acesso em: 16 mai 2023.

BRASIL. Decreto nº 10.024, de 20 de setembro de 2019. Regulamenta a licitação, na modalidade pregão, na forma eletrônica, para a aquisição de bens e a contratação de serviços comuns, incluídos os serviços comuns de engenharia, e dispõe sobre o uso da dispensa eletrônica, no âmbito da administração pública federal. *Diário Oficial da União, Brasília, DF*, 23 nov. 2019. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/d10024.htm. Acesso em: 16 mai 2023.

BRASIL. Decreto Legislativo nº 6, de 20 de março de 2020. Reconhece, para os fins do art. 65 da Lei Complementar nº 101, de 4 de maio de 2000, a ocorrência do estado de calamidade pública, nos termos da solicitação do Presidente da República encaminhada por meio da Mensagem nº 93, de 18 de março de 2020. *Diário Oficial da União, Brasília, DF*, 20 mar 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/portaria/dlg6-2020.htm. Acesso em: 16 mai 2023.

BRASIL. Lei nº 13.979, de 06 de fevereiro de 2020. Dispõe sobre as medidas para enfrentamento da emergência de saúde pública de importância internacional decorrente do coronavírus responsável pelo surto de 2019. *Diário Oficial da União, Brasília, DF*, 06 de fev. de 2020; Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l13979.htm. Acesso em: 04 abr 2023.

BRASIL. Lei nº 14.065, de 30 de setembro de 2020. Autoriza pagamentos antecipados nas licitações e nos contratos realizados no âmbito da administração pública; adequa os limites de dispensa de licitação; amplia o uso do Regime Diferenciado de Contratações Públicas (RDC) durante o estado de calamidade pública reconhecido pelo Decreto Legislativo nº 6, de 20 de março de 2020; e altera a Lei nº 13.979, de 6 de fevereiro de 2020. Diário Oficial da União, Brasília, 30 de set. de 2020; Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/114065.htm. Acesso em: 04 abr 2023.

BRASIL. Lei nº 14.124, de 10 de março de 2021. Dispõe sobre as medidas excepcionais relativas à aquisição de vacinas e de insumos e à contratação de bens e serviços de logística, de tecnologia da informação e comunicação, de comunicação social e publicitária e de treinamentos destinados à vacinação contra a covid-19 e sobre o Plano Nacional de Operacionalização da Vacinação contra a Covid-19. Diário Oficial da União, Brasília, 10 de mar. de 2021. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/114124.htm. Acesso em: 16 mai 2023.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 04 abr 2023.

BRASIL. Emenda Constitucional nº 106, de 07 de maio de 2020. Institui regime extraordinário fiscal, financeiro e de contratações para enfrentamento de calamidade pública nacional decorrente de pandemia. Diário Oficial da União, Brasília, 07 de mai. de 2020; Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/emendas/emc/emc106.htm. Acesso em 04 abr 2023.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. Congresso promulga emenda constitucional do "orçamento de guerra", 2020. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/659956-congresso-promulga-emenda-constitucional-do-orcamento-de-guerra/>. Acesso em: 04 abr 2023.

CARSLAW, C. A. Anomalies in income numbers: Evidence of goal oriented behavior. *Accounting Review*, USA, v. 63, n. 2, p. 321- 327, Apr. 1988.

CELLA, R. S.; RECH, I. J. Caso Petrobras: a lei de Benford poderia detectar a fraude? *Revista de Gestão, Finanças e Contabilidade*, Salvador, v. 7, n. 3, p. 86 - 104, set./dez. 2017.

CONSELHO FEDERAL DE CONTABILIDADE. NBC TA 200: Objetivos Gerais do Auditor Independente e a Condução da Auditoria em Conformidade com Normas de Auditoria. Brasília, 2016.

CELLA, Ricardo Sartori; ZANOLLA, Ercilio. A Lei de Benford e a transparência: uma análise das despesas públicas municipais. *BBR*, [s. l.], v. 15, n. 4, p. 331-347, jul./ago. 2018.

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. 212. 448 f. Dissertação (Mestrado em Contabilidade) – Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012.

COSTA, J. I. F.; SANTOS, J.; TRAVASSOS, S. K. M. Análise de conformidade nos gastos públicos dos entes federativos: aplicação da Lei de Newcomb-Benford para o primeiro e segundo dígitos dos gastos em dois estados brasileiros. *Revista Contabilidade & Finanças*, São Paulo, v. 23, n. 60, p. 187 - 198, dez. 2012.

CUNHA, F. C. R. Aplicações da Lei Newcomb-Benford à auditoria de obras públicas. 2013. 486 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Regulação e Gestão de Negócios) - Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia, Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

CUNHA, F.C.R; BUGARIN, M. S. Lei de Benford e Auditoria de Obras Públicas: uma análise de sobrepreço na reforma do Maracanã. *Revista do TCU*, (131), 46-53, 2014.

DA CRUZ FILHO, E. C.; NUNES, D. M. S.; SANTANA, C. M. Lei de Benford: uma análise de sua aplicabilidade em uma amostra de documentos fiscais nas prestações de contas de senadores da República. *Revista Brasileira de Ciências Policiais*, Brasília, Brasil, v. 12, n. 6, p. 103–126, 2021. DOI: 10.31412/rbcp.v12i6.830.

DINIZ, J. A.; SANTOS, J. D.; DIENG, M.; DINIZ, M. A. A. Comprovação de eficácia da aplicação de modelos contabilométricos no campo da auditoria digital das contas públicas municipais: caso de um tribunal de contas de um estado brasileiro. In: CONGRESSO USP DE CONTROLADORIA E CONTABILIDADE, São Paulo, 2006.

DRAKE, P.D.; NIGRINI, M.J. Computer assisted analytical procedures using Benford's Law. *Journal of Accounting Education USA* , v. 18, n. 2, p. 127 - 146, 2000.

DURTSCHI, C., HILLISON, W., PACINI, C. The effective use of Benford's law to assist in detecting fraud in accounting data. *Journal of forensic accounting*, 2004, Vol. 5, Issue 3, pp. 17-34, 2004.

FREITAS COSTA, J. I., HENRIQUES, D. B. B., BARROS MELO, S.; SANTOS, J. Análise de métodos contabilométricos para determinação de conformidade da Lei de NewcombBenford aplicados à Auditoria Contábil. *Gestão Pública: Práticas e Desafios*, Recife , v. 3, n. 6, p. 292 - 314, dez. 2012.

GANASSIN, E. J. F.; COSTA, A. J. B.; WILBERT, M. D. Aplicação de Modelo Contabilométrico baseado na Lei de Newcomb-Benford no Controle de Contas Públicas. *Revista de Estudos Contábeis*, Londrina , v. 7, n. 12, p. 39 - 56, jan/jun. 2016.

GENTIL, K. E. B. A pandemia do COVID-19 e os fatores propiciadores da disseminação da corrupção nas aquisições destinadas ao combate do SARS-COV-2. Pós-Graduação Lato Sensu em Controle, Detecção e Repressão a Desvios de Recursos Públicos. Lavras, 2022

GIACOMONI, James. Orçamento Público. Grupo GEN, 2021. E-book. ISBN 9788597027839.

GONÇALVES, L. S.; PEREIRA, I. V.; FURNIELIS, C. B.; FREITAS, L. G. Análise da aderência da Lei de Newcomb-Benford como *red flag* para identificação de padrões inesperados nas ordens de pagamento emitidas pela Administração Pública Federal no Brasil. *Revista de Gestão e Secretariado*. v. 14, n.11, p. 25-39. São Paulo, 2023.

GOODMAN, W. The promises and pitfalls of Benford's law. *Significance*, 2016, Vol. 13, Issue 3, pp. 38-41, 2016. <https://doi.org/10.1111/j.1740-9713.2016.00919.x>.

HARADA, K. O que é orçamento de guerra e seus efeitos colaterais, 2020. Disponível em: <http://genjuridico.com.br/2020/11/11/orcamento-de-guerra-efeitos-colaterais/>. Acesso em: 04 abr 2023.

HILL, T. P. The significant-digit phenomenon. *The American Mathematical Monthly*, USA , v. 102, n. 4, p. 322 - 327, Apr. 1995

HILL, T. P. Random-number guessing and the first digit phenomenon. *Psychological Reports*, USA , v. 62, n. 3, p. 967 - 97. Jun 1988.

JOŠIĆ, H.; ŽMUK, B. The Application of Benford's Law in Psychological Pricing Detection. *Journal of Economy and Business*, No. 24, 2018.

JUSTEN FILHO, M. Covid-19 e o Direito Brasileiro. Editora Justen, Pereira, Oliveira & Talamini. 1ª edição, 2020. E-book.

KOSSOVSKY, A. E. Benford's Law: Theory, the general law of relative quantities, and forensic fraud detection applications. 1 ed. Hackensack, New Jersey, USA : World Scientific, 2014.

LIMA, R. S. Análise de Redes Sociais no Combate aos Crimes de Lavagem de Dinheiro e Corrupção. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília. Brasília (DF), 2021.

MAHER, M.; AKERS, M. D. Using Benford's Law to Detect Fraud in the Insurance Industry. *International Business & Economics Research Journal*, 2002.

NASCIMENTO, T. D. FILHO, E. M. S. BUSCACIO, L. Detecção de Fraudes: o uso da Lei de Benford para avaliar dados educacionais e financeiros. *Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, 46, 2014. Salvador-BA, Anais eletrônicos... Disponível em: <http://www.din.uem.br/sbpo/sbpo2014/pdf/arq0211.pdf>. Acesso em: 16 mai. 2023.

NEWCOMB, S. Note on the frequency of use of the different digits in natural numbers. *American Journal of mathematics*, USA , v. 4, n. 1, p. 39 - 40, Jan. 1881.

NIGRINI M.J. A taxpayer compliance application of Benford's Law. *Journal of the American Taxation Association USA* , v. 18, n. 1, p. 72 - 91, Mar. 1996.

NIGRINI M.J.; MITTERMAIER, L. J. The use of Benford's law as an aid in analytical procedures. *Auditing: A journal of practice & theory*. USA, v. 16, n. 2, p. 52 - 67, Jun 1997.

NIGRINI M.J. I've got your number. *Journal of accountancy*, USA , v. 187, n. 5, p. 79 - 83, Mai 1999.

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

NIGRINI M.J. An assessment of the change in the incidence of earnings management around the Enron-Andersen episode. *Review of Accounting and Finance, USA*, v. 4, n. 1, p. 92 - 110, Mar. 2005.

NIGRINI M.J. *Forensic analytics: methods and techniques for forensic accounting investigations*. 1.ed. Hoboken, New Jersey, USA: John Wiley & Sons, 2011.

NIGRINI M.J. *Benford's Law: Applications for forensic accounting, auditing, and fraud detection*. 1.ed. Hoboken, New Jersey, USA: John Wiley & Sons, 2012.

ORTH, C. D. O., MICHAELSEN, A. T., & LERNER, A. F. Lei de Newcomb Benford e Auditoria Contábil: Uma Revisão Sistemática De Literatura. *Revista Gestão E Desenvolvimento*, 17(2), 111–135, 2020.

PINKHAM, R. S. On the distribution of first significant digits. *The Annals of Mathematical Statistics, USA*, v. 32, n. 41, p. 1223 - 1230, mai 1961.

RAIMI, R. A. The First Digit Problem. *The American Mathematical Monthly, Ag. - Set.*, 1976. v. 83, n. 7, p. 521-538.

RIBAS, C.; SILVEIRA, V. E. Contratações diretas em tempos de pandemia: uma análise dos riscos e fraudes na Administração Pública. *Almanaque Multidisciplinar de Pesquisa*. Ano VIII, Vol. 7, nº 2, 2020.

RODRIGUES, L. M.; MIRANDA, C. F. G.; MUSIAL, N. T. K.; BARROS, C. M. E. A Lei de Newcomb-Benford: uma análise das despesas orçamentárias nos municípios paranaenses. *XLVI Encontro da ANPAD*, 2022.

SALLABERRY, J. D. Efeitos do conhecimento das red flags na relação dos determinantes comportamentais na intenção e no comportamento whistleblower. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2022.

SANTOS, J.; DINIZ, J. A.; RIBEIRO FILHO, J. F. A Lei de Newcomb-Benford: uma aplicação para determinar o DNA-equivalente das despesas no setor público. In: 3º SEMINÁRIO DE USP DE CONTABILIDADE E CONTROLADORIA, 2003, São Paulo. 3º Seminário de USP de Contabilidade e Controladoria 2003.

SANTOS, J.; DINIZ, A. 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. *BBR - Brazilian Business Review, Vitória*, v. 2, n. 1, p. 71 - 89, jan. 2005.

SECRETARIA DO TESOUREIRO NACIONAL. *Manual de Contabilidade Aplicada ao Setor Público (MCASP)*, 9ª edição, 2021. Disponível em: <https://www.tesourotransparente.gov.br/publicacoes/manual-de-contabilidade-aplicada-ao-setor-publico-mcasp/2021/26>. Acesso em: 04 abr 2023.

SILVA, Leonardo Botelho Ferreira da. A lei Newcomb-Benford e as notas de empenhos da Marinha do Brasil, Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) - Faculdade de Administração e Finanças, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.

SINGLETON, T.W.; SINGLETON, A.J. Fraud auditing and forensic accounting. John Wiley & Sons, 2010.

SMITH, M.; OMAR, N. H.; IDRIS, S. I. Z. S.; BAHARUDDIN, I. Auditors' perception of fraud risk indicators: Malaysian evidence. *Managerial Auditing Journal*, v. 20, n. 1, p. 73–85, 2005.

OLIVEIRA, E. F.; PEDROSA, C. K. A.; SILVA, S. L. P.; COSTA, W. P. L. B.; SILVA, J. D. S. O Uso de Tecnologias Para Detecção de Fraudes na Pandemia da Covid-19. *Revista Contabilidade e Controladoria*, Curitiba, v. 13, n. 1, p. 156-177 , jan./abr. 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rcc.v13i1.78756>.

TRANSPARÊNCIA BRASIL. Métodos de detecção de fraude e corrupção em contratações públicas, 2019. Disponível em: <https://www.transparencia.org.br/downloads/publicacoes/Metodos%20Detec%C3%A7%C3%A3o%20de%20Fraude.pdf>. Acesso em 04 abr. 2023.

TRANSPARÊNCIA BRASIL. Compras Emergenciais do Governo Federal. Dados do Tá de Pé - Compras Emergenciais indicam riscos em contratações de bens e serviços para combate à pandemia, 2023. Disponível em: https://www.transparencia.org.br/downloads/publicacoes/compras_emergenciais_alertas_gov_federal.pdf. Acesso em 04 abr. 2023.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. Referencial de combate a fraude e corrupção. Aplicável a Órgãos e Entidades da Administração Pública. 2º Edição, 2018.

VARIAN, H.R. Benford's law. *The American Statistician*, USA , v. 26, n. 9, p. 62 - 66, June 1972. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2682871>. Acesso em: 14 abr. 2023.

APÊNDICE – Testes de conformidade para os dois primeiros dígitos

Tabela 17 – Testes de conformidade dos dois primeiros dígitos – 2020.

Díg	n	Freq. Obs.	Freq. LB	Desvio (po-pe)	Desvio Absoluto	Teste Z	Soma (R\$)	Teste da Soma	χ^2
10	1582	0,0423	0,0414	0,0009	0,0009	0,873	231.369.320,44	0,0253	0,752
11	1429	0,0382	0,0378	0,0004	0,0004	0,418	294.450.648,03	0,0322	0,179
12	1330	0,0356	0,0348	0,0008	0,0008	0,835	1.398.193.489,76	0,1527	0,696
13	1146	0,0306	0,0322	-0,0015	0,0015	1,671	136.665.923,95	0,0149	2,752
14	1126	0,0301	0,0300	0,0001	0,0001	0,152	219.731.663,91	0,0240	0,027
15	1117	0,0299	0,0280	0,0018	0,0018	2,142	292.156.472,69	0,0319	4,525
16	887	0,0237	0,0263	-0,0026	0,0026	3,135	485.760.634,38	0,0530	9,669
17	851	0,0228	0,0248	-0,0021	0,0021	2,552	75.631.964,94	0,0083	6,433
18	801	0,0214	0,0235	-0,0021	0,0021	2,615	127.536.732,41	0,0139	6,766
19	905	0,0242	0,0223	0,0019	0,0019	2,504	74.772.804,60	0,0082	6,219
20	856	0,0229	0,0212	0,0017	0,0017	2,267	111.712.732,75	0,0122	5,109
21	720	0,0193	0,0202	-0,0009	0,0009	1,287	279.973.939,09	0,0306	1,669
22	653	0,0175	0,0193	-0,0018	0,0018	2,571	329.100.975,47	0,0359	6,579
23	676	0,0181	0,0185	-0,0004	0,0004	0,564	41.151.636,99	0,0045	0,334
24	665	0,0178	0,0177	0,0001	0,0001	0,060	94.022.398,60	0,0103	0,006
25	605	0,0162	0,0170	-0,0009	0,0009	1,257	291.484.665,85	0,0318	1,604
26	697	0,0186	0,0164	0,0022	0,0022	3,404	170.259.879,40	0,0186	11,534
27	561	0,0150	0,0158	-0,0008	0,0008	1,208	48.627.107,42	0,0053	1,486
28	548	0,0147	0,0152	-0,0006	0,0006	0,903	71.067.105,93	0,0078	0,841
29	573	0,0153	0,0147	0,0006	0,0006	0,941	44.653.361,42	0,0049	0,913
30	600	0,0160	0,0142	0,0018	0,0018	2,923	117.298.225,27	0,0128	8,551
31	524	0,0140	0,0138	0,0002	0,0002	0,350	376.090.449,22	0,0411	0,136
32	442	0,0118	0,0134	-0,0015	0,0015	2,578	49.175.664,38	0,0054	6,672
33	430	0,0115	0,0130	-0,0015	0,0015	2,483	67.406.563,05	0,0074	6,200
34	451	0,0121	0,0126	-0,0005	0,0005	0,894	34.022.654,28	0,0037	0,830
35	494	0,0132	0,0122	0,0010	0,0010	1,693	27.313.190,56	0,0030	2,911
36	425	0,0114	0,0119	-0,0005	0,0005	0,929	73.828.996,43	0,0081	0,896
37	397	0,0106	0,0116	-0,0010	0,0010	1,721	64.351.576,84	0,0070	3,010
38	362	0,0097	0,0113	-0,0016	0,0016	2,906	61.905.233,35	0,0068	8,492
39	466	0,0125	0,0110	0,0015	0,0015	2,694	63.198.609,96	0,0069	7,311
40	485	0,0130	0,0107	0,0022	0,0022	4,191	77.326.541,76	0,0084	17,587
41	318	0,0085	0,0105	-0,0020	0,0020	3,702	64.962.363,06	0,0071	13,750
42	364	0,0097	0,0102	-0,0005	0,0005	0,907	32.192.177,43	0,0035	0,862
43	290	0,0078	0,0100	-0,0022	0,0022	4,310	119.290.387,45	0,0130	18,612
44	335	0,0090	0,0098	-0,0008	0,0008	1,550	13.743.802,60	0,0015	2,461
45	379	0,0101	0,0095	0,0006	0,0006	1,146	80.262.163,37	0,0088	1,362
46	339	0,0091	0,0093	-0,0003	0,0003	0,525	88.041.348,06	0,0096	0,302
47	349	0,0093	0,0091	0,0002	0,0002	0,358	71.327.916,31	0,0078	0,147
48	304	0,0081	0,0090	-0,0008	0,0008	1,667	27.747.543,14	0,0030	2,845
49	459	0,0123	0,0088	0,0035	0,0035	7,231	25.598.663,08	0,0028	52,223
50	438	0,0117	0,0086	0,0031	0,0031	6,491	106.862.300,60	0,0117	42,127
51	264	0,0071	0,0084	-0,0014	0,0014	2,876	70.077.659,49	0,0077	8,364
52	297	0,0079	0,0083	-0,0003	0,0003	0,677	18.412.142,46	0,0020	0,493
53	200	0,0053	0,0081	-0,0028	0,0028	5,940	77.853.072,23	0,0085	35,334
54	377	0,0101	0,0080	0,0021	0,0021	4,566	30.513.101,47	0,0033	20,944
55	307	0,0082	0,0078	0,0004	0,0004	0,814	29.874.292,99	0,0033	0,706
56	285	0,0076	0,0077	-0,0001	0,0001	0,115	75.199.424,15	0,0082	0,021
57	233	0,0062	0,0076	-0,0013	0,0013	2,924	98.778.672,16	0,0108	8,657
58	239	0,0064	0,0074	-0,0010	0,0010	2,296	28.446.197,41	0,0031	5,373
59	291	0,0078	0,0073	0,0005	0,0005	1,066	24.925.610,43	0,0027	1,193
60	387	0,0103	0,0072	0,0032	0,0032	7,232	159.032.894,16	0,0174	52,360
61	211	0,0056	0,0071	-0,0014	0,0014	3,247	81.448.510,38	0,0089	10,668
62	227	0,0061	0,0069	-0,0009	0,0009	2,014	91.228.288,07	0,0100	4,153

Dig	n	Freq. Obs.	Freq. LB	Desvio (po-pe)	Desvio Absoluto	Teste Z	Soma (R\$)	Teste da Soma	χ^2
63	289	0,0077	0,0068	0,0009	0,0009	2,054	29.195.129,07	0,0032	4,320
64	234	0,0063	0,0067	-0,0005	0,0005	1,094	19.291.810,57	0,0021	1,258
65	240	0,0064	0,0066	-0,0002	0,0002	0,475	28.782.945,38	0,0031	0,255
66	193	0,0052	0,0065	-0,0014	0,0014	3,256	18.471.717,11	0,0020	10,743
67	194	0,0052	0,0064	-0,0012	0,0012	2,982	9.258.856,63	0,0010	9,027
68	220	0,0059	0,0063	-0,0005	0,0005	1,081	13.740.962,45	0,0015	1,232
69	249	0,0067	0,0062	0,0004	0,0004	0,973	705.210.313,04	0,0770	1,004
70	279	0,0075	0,0062	0,0013	0,0013	3,181	27.307.281,59	0,0030	10,268
71	237	0,0063	0,0061	0,0003	0,0003	0,623	10.982.597,76	0,0012	0,428
72	225	0,0060	0,0060	0,0000	0,0000	0,033	85.945.950,15	0,0094	0,004
73	208	0,0056	0,0059	-0,0003	0,0003	0,841	37.477.358,57	0,0041	0,760
74	220	0,0059	0,0058	0,0001	0,0001	0,102	12.519.519,63	0,0014	0,018
75	227	0,0061	0,0058	0,0003	0,0003	0,779	21.295.832,66	0,0023	0,657
76	189	0,0051	0,0057	-0,0006	0,0006	1,569	10.744.738,38	0,0012	2,556
77	195	0,0052	0,0056	-0,0004	0,0004	0,974	9.307.735,42	0,0010	1,011
78	200	0,0053	0,0055	-0,0002	0,0002	0,445	257.949.418,62	0,0282	0,229
79	384	0,0103	0,0055	0,0048	0,0048	12,573	109.722.772,76	0,0120	158,100
80	298	0,0080	0,0054	0,0026	0,0026	6,760	105.301.591,05	0,0115	45,922
81	161	0,0043	0,0053	-0,0010	0,0010	2,683	108.060.301,46	0,0118	7,350
82	186	0,0050	0,0053	-0,0003	0,0003	0,740	12.615.447,12	0,0014	0,599
83	158	0,0042	0,0052	-0,0010	0,0010	2,588	11.139.480,03	0,0012	6,849
84	199	0,0053	0,0051	0,0002	0,0002	0,456	19.475.606,02	0,0021	0,241
85	163	0,0044	0,0051	-0,0007	0,0007	1,924	7.009.733,51	0,0008	3,823
86	179	0,0048	0,0050	-0,0002	0,0002	0,604	20.159.254,34	0,0022	0,408
87	187	0,0050	0,0050	0,0000	0,0000	0,066	8.523.959,42	0,0009	0,010
88	179	0,0048	0,0049	-0,0001	0,0001	0,297	34.957.094,41	0,0038	0,111
89	178	0,0048	0,0049	-0,0001	0,0001	0,220	10.074.959,26	0,0011	0,066
90	217	0,0058	0,0048	0,0010	0,0010	2,772	17.568.128,25	0,0019	7,855
91	145	0,0039	0,0047	-0,0009	0,0009	2,407	29.596.272,74	0,0032	5,948
92	157	0,0042	0,0047	-0,0005	0,0005	1,367	28.083.788,96	0,0031	1,965
93	159	0,0043	0,0046	-0,0004	0,0004	1,080	17.655.573,91	0,0019	1,243
94	138	0,0037	0,0046	-0,0009	0,0009	2,550	9.015.183,63	0,0010	6,670
95	238	0,0064	0,0045	0,0018	0,0018	5,183	14.982.356,37	0,0016	27,144
96	170	0,0045	0,0045	0,0000	0,0000	0,093	9.200.208,04	0,0010	0,017
97	161	0,0043	0,0045	-0,0001	0,0001	0,394	7.395.702,81	0,0008	0,186
98	154	0,0041	0,0044	-0,0003	0,0003	0,810	6.650.952,13	0,0007	0,718
99	288	0,0077	0,0044	0,0033	0,0033	9,749	26.893.646,54	0,0029	95,389
Σ	37.395			MAD	0,0011	Σ	9.157.623.873,38	$\Sigma \chi^2$	828,035

Nota: Para o Teste Z, o valor crítico ao nível de significância de 5% é de 1,96. Para o Teste Chi-Quadrado, ao nível de significância de 5%, o valor crítico é de 112,022 para os dois primeiros dígitos; Em relação à MDA, para a análise dos dois primeiros dígitos, foi considerada conformidade: “adequada” entre 0 - 0,0012; “aceitável” entre 0,0012 - 0,018; “marginalmente aceitável” entre 0,0018 - 0,0022 e “ausente” se maior que 0,022. Valor esperado da proporção segundo o teste da soma é de 0,0111 de acordo com Nigrini (2012). Elaborada pelo autor.

Tabela 18 – Testes de conformidade dos dois primeiros dígitos – 2021

Díg	n	Freq. Obs.	Freq. LB	Desvio (po-pe)	Desvio Absoluto	Teste Z	Soma (R\$)	Teste da Soma	χ^2
10	134	0,0494	0,0414	0,0080	0,0080	2,043	1.138.371.307,43	0,0608	4,194
11	85	0,0313	0,0378	-0,0065	0,0065	1,714	1.227.317.593,10	0,0656	2,994
12	111	0,0409	0,0348	0,0062	0,0062	1,697	44.738.104,38	0,0024	2,954
13	87	0,0321	0,0322	-0,0001	0,0001	0,034	1.350.112.196,34	0,0721	0,001
14	97	0,0358	0,0300	0,0058	0,0058	1,713	200.426.089,66	0,0107	3,036
15	103	0,0380	0,0280	0,0099	0,0099	3,078	1.791.046.759,27	0,0957	9,557
16	61	0,0225	0,0263	-0,0038	0,0038	1,191	22.036.545,17	0,0012	1,523
17	73	0,0269	0,0248	0,0021	0,0021	0,636	378.982.966,89	0,0202	0,475
18	78	0,0288	0,0235	0,0053	0,0053	1,749	1.933.516.276,86	0,1033	3,208
19	65	0,0240	0,0223	0,0017	0,0017	0,529	991.366,02	0,0001	0,345
20	49	0,0181	0,0212	-0,0031	0,0031	1,065	209.714.231,75	0,0112	1,253
21	43	0,0158	0,0202	-0,0044	0,0044	1,544	3.118.765,20	0,0002	2,545
22	45	0,0166	0,0193	-0,0027	0,0027	0,959	3.117.028,86	0,0002	1,038
23	46	0,0170	0,0185	-0,0015	0,0015	0,520	55.058.529,72	0,0029	0,343
24	56	0,0206	0,0177	0,0029	0,0029	1,077	765.508.573,52	0,0409	1,298
25	44	0,0162	0,0170	-0,0008	0,0008	0,254	1.080.590,84	0,0001	0,106
26	41	0,0151	0,0164	-0,0013	0,0013	0,449	539.123.437,56	0,0288	0,270
27	34	0,0125	0,0158	-0,0033	0,0033	1,286	773.694,80	0,0000	1,828
28	31	0,0114	0,0152	-0,0038	0,0038	1,543	993.807,72	0,0001	2,589
29	34	0,0125	0,0147	-0,0022	0,0022	0,868	6.493.109,14	0,0003	0,885
30	52	0,0192	0,0142	0,0049	0,0049	2,085	1.038.537,89	0,0001	4,624
31	39	0,0144	0,0138	0,0006	0,0006	0,180	5.603.581,79	0,0003	0,068
32	37	0,0136	0,0134	0,0003	0,0003	0,041	353.873,52	0,0000	0,015
33	34	0,0125	0,0130	-0,0004	0,0004	0,114	8.557.238,25	0,0005	0,039
34	18	0,0066	0,0126	-0,0060	0,0060	2,696	353.457.214,13	0,0189	7,641
35	32	0,0118	0,0122	-0,0004	0,0004	0,121	1.836.035,56	0,0001	0,043
36	25	0,0092	0,0119	-0,0027	0,0027	1,201	4.463.246,50	0,0002	1,643
37	28	0,0103	0,0116	-0,0013	0,0013	0,524	593.666,31	0,0000	0,373
38	29	0,0107	0,0113	-0,0006	0,0006	0,201	600.204,35	0,0000	0,084
39	38	0,0140	0,0110	0,0030	0,0030	1,412	5.040.807,96	0,0003	2,237
40	33	0,0122	0,0107	0,0014	0,0014	0,635	10.382.630,94	0,0006	0,524
41	21	0,0077	0,0105	-0,0027	0,0027	1,300	1.035.561,21	0,0001	1,925
42	23	0,0085	0,0102	-0,0017	0,0017	0,806	5.248.899,17	0,0003	0,805
43	19	0,0070	0,0100	-0,0030	0,0030	1,465	4.548.583,06	0,0002	2,415
44	25	0,0092	0,0098	-0,0005	0,0005	0,191	5.107.367,43	0,0003	0,083
45	35	0,0129	0,0095	0,0034	0,0034	1,699	461.141.799,13	0,0246	3,200
46	31	0,0114	0,0093	0,0021	0,0021	1,030	98.137.124,07	0,0052	1,264
47	23	0,0085	0,0091	-0,0007	0,0007	0,263	472.657.082,29	0,0253	0,131
48	20	0,0074	0,0090	-0,0016	0,0016	0,773	5.461.865,45	0,0003	0,759
49	30	0,0111	0,0088	0,0023	0,0023	1,173	630.182,81	0,0000	1,613
50	37	0,0136	0,0086	0,0050	0,0050	2,738	6.144.356,70	0,0003	8,006
51	21	0,0077	0,0084	-0,0007	0,0007	0,290	605.470,22	0,0000	0,154
52	19	0,0070	0,0083	-0,0013	0,0013	0,624	90.386,47	0,0000	0,528
53	44	0,0162	0,0081	0,0081	0,0081	4,595	5.662.624,25	0,0003	21,929
54	22	0,0081	0,0080	0,0001	0,0001	0,082	548.090.430,28	0,0293	0,007
55	11	0,0041	0,0078	-0,0038	0,0038	2,229	55.069.952,79	0,0029	4,930
56	13	0,0048	0,0077	-0,0029	0,0029	1,617	57.279.053,93	0,0031	2,958
57	13	0,0048	0,0076	-0,0028	0,0028	1,550	58.234.742,45	0,0031	2,739
58	13	0,0048	0,0074	-0,0026	0,0026	1,485	58.763.131,00	0,0031	2,532
59	12	0,0044	0,0073	-0,0029	0,0029	1,647	594.226.522,09	0,0317	3,075
60	37	0,0136	0,0072	0,0065	0,0065	3,872	7.707.765,15	0,0004	15,769
61	12	0,0044	0,0071	-0,0026	0,0026	1,527	1.293.915,72	0,0001	2,675
62	17	0,0063	0,0069	-0,0007	0,0007	0,313	1.966.447,64	0,0001	0,182
63	13	0,0048	0,0068	-0,0020	0,0020	1,178	791.682,45	0,0000	1,663
64	18	0,0066	0,0067	-0,0001	0,0001	0,063	843.989,36	0,0000	0,004
65	17	0,0063	0,0066	-0,0004	0,0004	0,116	651.740.130,78	0,0348	0,054
66	11	0,0041	0,0065	-0,0025	0,0025	1,482	6.731.417,51	0,0004	2,547

Díg	n	Freq. Obs.	Freq. LB	Desvio (po-pe)	Desvio Absoluto	Teste Z	Soma (R\$)	Teste da Soma	χ^2
67	12	0,0044	0,0064	-0,0020	0,0020	1,190	787.565,58	0,0000	1,705
68	17	0,0063	0,0063	-0,0001	0,0001	0,049	109.986,37	0,0000	0,002
69	26	0,0096	0,0062	0,0033	0,0033	2,082	770.839.900,96	0,0412	4,827
70	17	0,0063	0,0062	0,0001	0,0001	0,070	79.357.570,41	0,0042	0,005
71	15	0,0055	0,0061	-0,0005	0,0005	0,242	8.001.526,95	0,0004	0,133
72	13	0,0048	0,0060	-0,0012	0,0012	0,685	750.711,44	0,0000	0,651
73	14	0,0052	0,0059	-0,0007	0,0007	0,383	7.488.866,15	0,0004	0,257
74	14	0,0052	0,0058	-0,0007	0,0007	0,458	7.630.423,33	0,0004	0,208
75	11	0,0041	0,0058	-0,0017	0,0017	1,042	103.533,96	0,0000	1,359
76	19	0,0070	0,0057	0,0013	0,0013	0,792	288.632,53	0,0000	0,840
77	13	0,0048	0,0056	-0,0008	0,0008	0,438	7.833.152,48	0,0004	0,319
78	18	0,0066	0,0055	0,0011	0,0011	0,645	140.656,14	0,0000	0,596
79	26	0,0096	0,0055	0,0041	0,0041	2,782	1.891.108,91	0,0001	8,432
80	16	0,0059	0,0054	0,0005	0,0005	0,226	134.351,85	0,0000	0,127
81	13	0,0048	0,0053	-0,0005	0,0005	0,252	192.300,82	0,0000	0,147
82	16	0,0059	0,0053	0,0006	0,0006	0,323	8.384.968,60	0,0004	0,207
83	6	0,0022	0,0052	-0,0030	0,0030	2,031	863.168,30	0,0000	4,662
84	13	0,0048	0,0051	-0,0003	0,0003	0,119	848.858.243,37	0,0453	0,064
85	13	0,0048	0,0051	-0,0003	0,0003	0,076	914.553,09	0,0000	0,044
86	10	0,0037	0,0050	-0,0013	0,0013	0,984	9.674.450,02	0,0005	0,963
87	9	0,0033	0,0050	-0,0016	0,0016	1,083	125.886,53	0,0000	1,481
88	20	0,0074	0,0049	0,0025	0,0025	1,700	11.061.971,62	0,0006	3,358
89	10	0,0037	0,0049	-0,0012	0,0012	0,736	894.319.806,51	0,0478	0,761
90	24	0,0088	0,0048	0,0040	0,0040	2,912	18.246.987,18	0,0010	9,261
91	4	0,0015	0,0047	-0,0033	0,0033	2,340	111.146,28	0,0000	6,120
92	16	0,0059	0,0047	0,0012	0,0012	0,776	1.846.908.561,00	0,0987	0,835
93	4	0,0015	0,0046	-0,0032	0,0032	2,288	3.749,25	0,0000	5,871
94	18	0,0066	0,0046	0,0020	0,0020	1,428	237.227,20	0,0000	2,454
95	15	0,0055	0,0045	0,0010	0,0010	0,617	9.790.214,81	0,0005	0,574
96	11	0,0041	0,0045	-0,0004	0,0004	0,347	9.776.854,12	0,0005	0,120
97	15	0,0055	0,0045	0,0011	0,0011	0,696	1.963.487,72	0,0001	0,703
98	10	0,0037	0,0044	-0,0007	0,0007	0,424	997.664.106,06	0,0533	0,322
99	16	0,0059	0,0044	0,0015	0,0015	1,065	78.748,38	0,0000	1,460
Σ	2.713			MAD	0,0023	Σ	18.718.192.912,77	$\Sigma \chi^2$	198,551

Nota: Para o Teste Z, o valor crítico ao nível de significância de 5% é de 1,96. Para o Teste Chi-Quadrado, ao nível de significância de 5%, o valor crítico é de 112,022 para os dois primeiros dígitos; Em relação à MDA, para a análise dos dois primeiros dígitos, foi considerada conformidade: “adequada” entre 0 - 0,0012; “aceitável” entre 0,0012 - 0,018; “marginamente aceitável” entre 0,0018 - 0,0022 e “ausente” se maior que 0,022. Valor esperado da proporção segundo o teste da soma é de 0,0111 de acordo com Nigrini (2012). Elaborada pelo autor.

Tabela 19 – Testes de conformidade dos dois primeiros dígitos – Modalidade Pregão.

Díg	n	Freq. Obs.	Freq. LB	Desvio (po-pe)	Desvio Absoluto	Teste Z	Soma (R\$)	Teste da Soma	χ^2
10	880	0,0432	0,0414	0,0018	0,0018	1,302	26.847.060,76	0,0247	1,669
11	741	0,0364	0,0378	-0,0014	0,0014	1,016	40.873.772,22	0,0376	1,030
12	703	0,0345	0,0348	-0,0002	0,0002	0,155	31.960.483,34	0,0294	0,029
13	679	0,0334	0,0322	0,0012	0,0012	0,930	26.703.227,22	0,0245	0,873
14	586	0,0288	0,0300	-0,0012	0,0012	0,961	13.623.562,15	0,0125	0,934
15	601	0,0295	0,0280	0,0015	0,0015	1,274	38.160.672,38	0,0351	1,631
16	453	0,0223	0,0263	-0,0041	0,0041	3,607	15.470.694,27	0,0142	12,824
17	455	0,0224	0,0248	-0,0025	0,0025	2,242	22.433.742,75	0,0206	4,999
18	443	0,0218	0,0235	-0,0017	0,0017	1,594	36.973.932,09	0,0340	2,553
19	503	0,0247	0,0223	0,0024	0,0024	2,331	17.105.332,02	0,0157	5,423
20	462	0,0227	0,0212	0,0015	0,0015	1,470	34.678.325,64	0,0319	2,187
21	373	0,0183	0,0202	-0,0019	0,0019	1,879	14.019.033,70	0,0129	3,552
22	373	0,0183	0,0193	-0,0010	0,0010	0,990	31.650.460,77	0,0291	1,012
23	359	0,0176	0,0185	-0,0008	0,0008	0,870	7.766.611,51	0,0071	0,787
24	375	0,0184	0,0177	0,0007	0,0007	0,725	10.953.035,52	0,0101	0,555
25	316	0,0155	0,0170	-0,0015	0,0015	1,636	9.014.551,13	0,0083	2,718
26	326	0,0160	0,0164	-0,0004	0,0004	0,393	11.688.930,14	0,0107	0,174
27	321	0,0158	0,0158	0,0000	0,0000	0,027	7.253.898,74	0,0067	0,001
28	299	0,0147	0,0152	-0,0005	0,0005	0,612	17.926.350,60	0,0165	0,404
29	320	0,0157	0,0147	0,0010	0,0010	1,154	10.028.286,62	0,0092	1,378
30	330	0,0162	0,0142	0,0020	0,0020	2,346	14.293.194,06	0,0131	5,562
31	273	0,0134	0,0138	-0,0004	0,0004	0,430	14.229.308,02	0,0131	0,208
32	252	0,0124	0,0134	-0,0010	0,0010	1,191	15.680.520,16	0,0144	1,472
33	260	0,0128	0,0130	-0,0002	0,0002	0,210	8.603.623,57	0,0079	0,057
34	290	0,0142	0,0126	0,0017	0,0017	2,091	9.499.725,05	0,0087	4,448
35	256	0,0126	0,0122	0,0003	0,0003	0,413	9.822.115,42	0,0090	0,196
36	235	0,0115	0,0119	-0,0004	0,0004	0,433	10.652.845,54	0,0098	0,214
37	216	0,0106	0,0116	-0,0010	0,0010	1,260	9.553.494,05	0,0088	1,653
38	211	0,0104	0,0113	-0,0009	0,0009	1,202	5.007.090,35	0,0046	1,509
39	261	0,0128	0,0110	0,0018	0,0018	2,467	5.318.912,80	0,0049	6,183
40	266	0,0131	0,0107	0,0023	0,0023	3,214	53.459.425,79	0,0491	10,436
41	192	0,0094	0,0105	-0,0010	0,0010	1,413	5.016.744,18	0,0046	2,073
42	193	0,0095	0,0102	-0,0007	0,0007	1,011	12.306.681,40	0,0113	1,082
43	151	0,0074	0,0100	-0,0026	0,0026	3,646	8.022.559,13	0,0074	13,418
44	199	0,0098	0,0098	0,0000	0,0000	0,025	2.625.791,10	0,0024	0,001
45	218	0,0107	0,0095	0,0012	0,0012	1,673	18.067.230,44	0,0166	2,895
46	202	0,0099	0,0093	0,0006	0,0006	0,830	9.449.204,41	0,0087	0,744
47	168	0,0083	0,0091	-0,0009	0,0009	1,296	9.966.937,20	0,0092	1,761
48	178	0,0087	0,0090	-0,0002	0,0002	0,280	8.661.906,91	0,0080	0,100
49	234	0,0115	0,0088	0,0027	0,0027	4,128	10.416.141,98	0,0096	17,196
50	214	0,0105	0,0086	0,0019	0,0019	2,919	8.636.113,24	0,0079	8,668
51	157	0,0077	0,0084	-0,0007	0,0007	1,085	4.105.604,04	0,0038	1,250
52	172	0,0085	0,0083	0,0002	0,0002	0,242	4.785.434,72	0,0044	0,078
53	118	0,0058	0,0081	-0,0023	0,0023	3,650	8.196.449,63	0,0075	13,501
54	191	0,0094	0,0080	0,0014	0,0014	2,231	13.098.323,97	0,0120	5,114
55	166	0,0082	0,0078	0,0003	0,0003	0,495	7.777.040,54	0,0071	0,284
56	166	0,0082	0,0077	0,0005	0,0005	0,726	12.385.646,45	0,0114	0,582
57	135	0,0066	0,0076	-0,0009	0,0009	1,476	6.279.075,21	0,0058	2,284
58	142	0,0070	0,0074	-0,0004	0,0004	0,703	10.525.376,07	0,0097	0,549
59	166	0,0082	0,0073	0,0009	0,0009	1,394	4.500.949,63	0,0041	2,045
60	212	0,0104	0,0072	0,0032	0,0032	5,429	5.180.395,37	0,0048	29,711
61	113	0,0056	0,0071	-0,0015	0,0015	2,531	5.502.139,03	0,0051	6,573
62	139	0,0068	0,0069	-0,0001	0,0001	0,163	68.172.954,61	0,0626	0,042
63	132	0,0065	0,0068	-0,0004	0,0004	0,571	6.275.830,11	0,0058	0,373
64	119	0,0058	0,0067	-0,0009	0,0009	1,504	4.424.784,69	0,0041	2,378
65	130	0,0064	0,0066	-0,0002	0,0002	0,385	8.584.693,48	0,0079	0,182
66	117	0,0057	0,0065	-0,0008	0,0008	1,343	6.269.939,05	0,0058	1,909

Díg	n	Freq. Obs.	Freq. LB	Desvio (po-pe)	Desvio Absoluto	Teste Z	Soma (R\$)	Teste da Soma	χ^2
67	111	0,0055	0,0064	-0,0010	0,0010	1,706	3.377.594,45	0,0031	3,042
68	130	0,0064	0,0063	0,0000	0,0000	0,040	7.941.354,45	0,0073	0,007
69	148	0,0073	0,0062	0,0010	0,0010	1,806	5.509.267,70	0,0051	3,404
70	166	0,0082	0,0062	0,0020	0,0020	3,593	3.875.079,50	0,0036	13,155
71	110	0,0054	0,0061	-0,0007	0,0007	1,185	3.166.575,04	0,0029	1,503
72	112	0,0055	0,0060	-0,0005	0,0005	0,856	4.353.908,69	0,0040	0,808
73	126	0,0062	0,0059	0,0003	0,0003	0,478	7.616.311,31	0,0070	0,273
74	132	0,0065	0,0058	0,0007	0,0007	1,183	6.950.969,58	0,0064	1,501
75	114	0,0056	0,0058	-0,0002	0,0002	0,239	8.775.685,77	0,0081	0,081
76	111	0,0055	0,0057	-0,0002	0,0002	0,378	4.375.284,11	0,0040	0,179
77	112	0,0055	0,0056	-0,0001	0,0001	0,147	5.047.182,23	0,0046	0,037
78	100	0,0049	0,0055	-0,0006	0,0006	1,144	80.189.948,86	0,0737	1,412
79	128	0,0063	0,0055	0,0008	0,0008	1,551	12.105.313,46	0,0111	2,541
80	117	0,0057	0,0054	0,0004	0,0004	0,640	14.456.073,75	0,0133	0,471
81	95	0,0047	0,0053	-0,0007	0,0007	1,248	3.724.645,81	0,0034	1,671
82	119	0,0058	0,0053	0,0006	0,0006	1,100	4.331.213,60	0,0040	1,311
83	92	0,0045	0,0052	-0,0007	0,0007	1,302	4.483.003,47	0,0041	1,816
84	100	0,0049	0,0051	-0,0002	0,0002	0,403	4.143.316,88	0,0038	0,203
85	88	0,0043	0,0051	-0,0008	0,0008	1,468	3.046.997,25	0,0028	2,290
86	107	0,0053	0,0050	0,0002	0,0002	0,427	4.429.439,91	0,0041	0,226
87	100	0,0049	0,0050	-0,0001	0,0001	0,052	2.064.700,63	0,0019	0,010
88	89	0,0044	0,0049	-0,0005	0,0005	1,042	1.936.931,51	0,0018	1,186
89	100	0,0049	0,0049	0,0001	0,0001	0,074	5.325.280,12	0,0049	0,015
90	121	0,0059	0,0048	0,0011	0,0011	2,315	4.433.905,72	0,0041	5,569
91	81	0,0040	0,0047	-0,0008	0,0008	1,541	5.576.631,80	0,0051	2,522
92	91	0,0045	0,0047	-0,0002	0,0002	0,417	2.065.345,06	0,0019	0,218
93	93	0,0046	0,0046	-0,0001	0,0001	0,107	4.644.553,18	0,0043	0,025
94	83	0,0041	0,0046	-0,0005	0,0005	1,041	4.626.798,23	0,0043	1,188
95	113	0,0056	0,0045	0,0010	0,0010	2,077	3.747.838,58	0,0034	4,513
96	96	0,0047	0,0045	0,0002	0,0002	0,408	3.109.599,68	0,0029	0,211
97	97	0,0048	0,0045	0,0003	0,0003	0,614	3.169.495,01	0,0029	0,443
98	82	0,0040	0,0044	-0,0004	0,0004	0,766	873.202,61	0,0008	0,668
99	148	0,0073	0,0044	0,0029	0,0029	6,237	4.336.044,85	0,0040	39,393
Σ	20.354			MAD	0,0010	Σ	1.088.295.657,78	$\Sigma \chi^2$	283,356

Nota: Para o Teste Z, o valor crítico ao nível de significância de 5% é de 1,96. Para o Teste Chi-Quadrado, ao nível de significância de 5%, o valor crítico é de 112,022 para os dois primeiros dígitos; Em relação à MDA, para a análise dos dois primeiros dígitos, foi considerada conformidade: “adequada” entre 0 - 0,0012; “aceitável” entre 0,0012 - 0,018; “marginamente aceitável” entre 0,0018 - 0,0022 e “ausente” se maior que 0,022. Valor esperado da proporção segundo o teste da soma é de 0,0111 de acordo com Nigrini (2012). Elaborada pelo autor.

Tabela 20 – Testes de conformidade dos dois primeiros dígitos – Dispensa de Licitação.

Díg	n	Freq. Obs.	Freq. LB	Desvio (po-pe)	Desvio Absoluto	Teste Z	Soma (R\$)	Teste da Soma	χ^2
10	577	0,0422	0,0414	0,0008	0,0008	0,463	75.371.855,91	0,0182	0,225
11	584	0,0427	0,0378	0,0049	0,0049	3,008	215.822.651,45	0,0522	8,834
12	502	0,0367	0,0348	0,0020	0,0020	1,233	1.353.576.803,05	0,3275	1,524
13	379	0,0277	0,0322	-0,0045	0,0045	2,950	70.524.856,12	0,0171	8,423
14	429	0,0314	0,0300	0,0014	0,0014	0,953	37.898.135,15	0,0092	0,928
15	427	0,0312	0,0280	0,0032	0,0032	2,251	54.283.907,39	0,0131	5,038
16	355	0,0260	0,0263	-0,0004	0,0004	0,232	258.459.641,72	0,0625	0,065
17	330	0,0241	0,0248	-0,0007	0,0007	0,482	23.571.573,07	0,0057	0,253
18	277	0,0203	0,0235	-0,0032	0,0032	2,453	62.061.402,62	0,0150	6,010
19	326	0,0239	0,0223	0,0016	0,0016	1,220	48.167.218,24	0,0117	1,525
20	286	0,0209	0,0212	-0,0003	0,0003	0,184	45.778.777,69	0,0111	0,045
21	224	0,0164	0,0202	-0,0038	0,0038	3,138	44.392.583,90	0,0107	9,838
22	224	0,0164	0,0193	-0,0029	0,0029	2,446	64.314.318,42	0,0156	6,017
23	267	0,0195	0,0185	0,0011	0,0011	0,882	27.411.742,65	0,0066	0,819
24	234	0,0171	0,0177	-0,0006	0,0006	0,506	48.979.901,80	0,0119	0,284
25	220	0,0161	0,0170	-0,0009	0,0009	0,813	17.576.499,87	0,0043	0,703
26	326	0,0239	0,0164	0,0075	0,0075	6,837	100.248.281,94	0,0243	46,438
27	192	0,0140	0,0158	-0,0017	0,0017	1,603	28.573.615,55	0,0069	2,637
28	173	0,0127	0,0152	-0,0026	0,0026	2,429	13.755.539,02	0,0033	5,977
29	220	0,0161	0,0147	0,0014	0,0014	1,298	20.612.204,97	0,0050	1,752
30	212	0,0155	0,0142	0,0013	0,0013	1,218	32.393.551,88	0,0078	1,551
31	168	0,0123	0,0138	-0,0015	0,0015	1,463	19.425.879,85	0,0047	2,218
32	158	0,0116	0,0134	-0,0018	0,0018	1,799	27.584.711,72	0,0067	3,326
33	136	0,0100	0,0130	-0,0030	0,0030	3,077	54.121.467,93	0,0131	9,576
34	123	0,0090	0,0126	-0,0036	0,0036	3,725	11.509.516,09	0,0028	13,986
35	153	0,0112	0,0122	-0,0010	0,0010	1,067	7.490.436,08	0,0018	1,207
36	155	0,0113	0,0119	-0,0006	0,0006	0,562	21.152.424,58	0,0051	0,358
37	142	0,0104	0,0116	-0,0012	0,0012	1,262	49.034.220,22	0,0119	1,676
38	118	0,0086	0,0113	-0,0026	0,0026	2,890	50.835.951,44	0,0123	8,489
39	181	0,0132	0,0110	0,0022	0,0022	2,479	56.424.674,50	0,0137	6,282
40	169	0,0124	0,0107	0,0016	0,0016	1,822	15.633.358,56	0,0038	3,435
41	102	0,0075	0,0105	-0,0030	0,0030	3,407	3.648.000,56	0,0009	11,771
42	119	0,0087	0,0102	-0,0015	0,0015	1,715	8.778.713,94	0,0021	3,058
43	116	0,0085	0,0100	-0,0015	0,0015	1,717	18.216.466,60	0,0044	3,066
44	110	0,0080	0,0098	-0,0017	0,0017	1,991	10.335.245,58	0,0025	4,101
45	140	0,0102	0,0095	0,0007	0,0007	0,796	55.967.676,83	0,0135	0,698
46	117	0,0086	0,0093	-0,0008	0,0008	0,903	72.223.739,37	0,0175	0,889
47	152	0,0111	0,0091	0,0020	0,0020	2,385	60.194.934,68	0,0146	5,850
48	102	0,0075	0,0090	-0,0015	0,0015	1,806	10.516.117,84	0,0025	3,396
49	171	0,0125	0,0088	0,0037	0,0037	4,640	11.351.345,74	0,0027	21,765
50	174	0,0127	0,0086	0,0041	0,0041	5,184	83.825.870,61	0,0203	27,122
51	82	0,0060	0,0084	-0,0024	0,0024	3,064	9.169.930,68	0,0022	9,596
52	98	0,0072	0,0083	-0,0011	0,0011	1,375	5.797.780,93	0,0014	2,006
53	56	0,0041	0,0081	-0,0040	0,0040	5,190	8.520.670,85	0,0021	27,213
54	161	0,0118	0,0080	0,0038	0,0038	5,011	5.959.497,72	0,0014	24,912
55	124	0,0091	0,0078	0,0012	0,0012	1,655	19.856.565,64	0,0048	2,718
56	96	0,0070	0,0077	-0,0007	0,0007	0,838	61.482.857,95	0,0149	0,781
57	77	0,0056	0,0076	-0,0019	0,0019	2,542	73.875.088,27	0,0179	6,664
58	84	0,0061	0,0074	-0,0013	0,0013	1,690	17.125.906,93	0,0041	3,006
59	103	0,0075	0,0073	0,0002	0,0002	0,275	18.007.154,20	0,0044	0,105
60	139	0,0102	0,0072	0,0030	0,0030	4,092	18.128.111,65	0,0044	17,042
61	80	0,0059	0,0071	-0,0012	0,0012	1,636	73.757.333,85	0,0178	2,826
62	76	0,0056	0,0069	-0,0014	0,0014	1,902	21.716.202,44	0,0053	3,789
63	128	0,0094	0,0068	0,0025	0,0025	3,531	9.148.493,61	0,0022	12,752
64	96	0,0070	0,0067	0,0003	0,0003	0,416	11.631.630,62	0,0028	0,172
65	92	0,0067	0,0066	0,0001	0,0001	0,093	10.960.903,19	0,0027	0,021
66	61	0,0045	0,0065	-0,0021	0,0021	2,948	4.571.360,06	0,0011	8,946

Díg	n	Freq. Obs.	Freq. LB	Desvio (po-pe)	Desvio Absoluto	Teste Z	Soma (R\$)	Teste da Soma	χ^2
67	67	0,0049	0,0064	-0,0015	0,0015	2,186	4.206.330,74	0,0010	4,984
68	74	0,0054	0,0063	-0,0009	0,0009	1,363	4.027.710,95	0,0010	1,847
69	88	0,0064	0,0062	0,0002	0,0002	0,227	3.060.828,02	0,0007	0,079
70	77	0,0056	0,0062	-0,0005	0,0005	0,786	18.211.051,24	0,0044	0,615
71	103	0,0075	0,0061	0,0015	0,0015	2,145	6.389.640,88	0,0015	4,811
72	89	0,0065	0,0060	0,0005	0,0005	0,735	7.534.796,16	0,0018	0,621
73	72	0,0053	0,0059	-0,0006	0,0006	0,921	20.662.271,41	0,0050	0,949
74	77	0,0056	0,0058	-0,0002	0,0002	0,300	4.710.151,62	0,0011	0,090
75	95	0,0070	0,0058	0,0012	0,0012	1,796	11.255.229,90	0,0027	3,414
76	60	0,0044	0,0057	-0,0013	0,0013	1,946	4.264.580,16	0,0010	3,987
77	68	0,0050	0,0056	-0,0006	0,0006	0,927	2.367.402,71	0,0006	0,963
78	82	0,0060	0,0055	0,0005	0,0005	0,679	90.486.313,82	0,0219	0,540
79	206	0,0151	0,0055	0,0096	0,0096	15,184	14.572.225,42	0,0035	231,041
80	128	0,0094	0,0054	0,0040	0,0040	6,278	8.194.741,14	0,0020	39,938
81	57	0,0042	0,0053	-0,0012	0,0012	1,801	102.656.726,71	0,0248	3,440
82	58	0,0042	0,0053	-0,0010	0,0010	1,589	5.703.057,88	0,0014	2,703
83	57	0,0042	0,0052	-0,0010	0,0010	1,615	4.799.459,80	0,0012	2,791
84	74	0,0054	0,0051	0,0003	0,0003	0,390	12.263.236,72	0,0030	0,201
85	60	0,0044	0,0051	-0,0007	0,0007	1,074	1.867.936,88	0,0005	1,279
86	53	0,0039	0,0050	-0,0011	0,0011	1,890	11.724.933,56	0,0028	3,555
87	72	0,0053	0,0050	0,0003	0,0003	0,446	4.125.739,55	0,0010	0,256
88	71	0,0052	0,0049	0,0003	0,0003	0,420	29.056.902,97	0,0070	0,230
89	64	0,0047	0,0049	-0,0002	0,0002	0,224	1.984.643,18	0,0005	0,081
90	82	0,0060	0,0048	0,0012	0,0012	1,970	11.906.665,91	0,0029	4,108
91	53	0,0039	0,0047	-0,0009	0,0009	1,415	4.705.901,72	0,0011	2,172
92	56	0,0041	0,0047	-0,0006	0,0006	0,960	25.701.114,50	0,0062	1,040
93	54	0,0040	0,0046	-0,0007	0,0007	1,130	11.674.675,34	0,0028	1,416
94	47	0,0034	0,0046	-0,0012	0,0012	1,936	4.244.436,01	0,0010	3,980
95	96	0,0070	0,0045	0,0025	0,0025	4,240	7.730.011,22	0,0019	18,433
96	58	0,0042	0,0045	-0,0003	0,0003	0,448	3.624.447,38	0,0009	0,200
97	55	0,0040	0,0045	-0,0004	0,0004	0,691	3.093.520,55	0,0007	0,567
98	62	0,0045	0,0044	0,0001	0,0001	0,160	5.430.744,27	0,0013	0,050
99	129	0,0094	0,0044	0,0051	0,0051	8,933	19.036.823,19	0,0046	80,613
Σ	13.667			MAD	0,0017	Σ	4.133.029.555,23	$\Sigma \chi^2$	784,699

Nota: Para o Teste Z, o valor crítico ao nível de significância de 5% é de 1,96. Para o Teste Chi-Quadrado, ao nível de significância de 5%, o valor crítico é de 112,022 para os dois primeiros dígitos; Em relação à MDA, para a análise dos dois primeiros dígitos, foi considerada conformidade: “adequada” entre 0 - 0,0012; “aceitável” entre 0,0012 - 0,018; “marginalmente aceitável” entre 0,0018 - 0,0022 e “ausente” se maior que 0,022. Valor esperado da proporção segundo o teste da soma é de 0,0111 de acordo com Nigrini (2012). Elaborada pelo autor.