

UNIVERSIDADE DO GRANDE RIO “PROFESSOR JOSE DE SOUZA  
HERDY”

ESCOLA DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO  
CURSO DE MESTRADO EM ADMINISTRAÇÃO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

GOVERNANÇA EM COMPRAS PÚBLICAS: ANÁLISE  
CONTABILOMÉTRICA DAS AQUISIÇÕES DE MATERIAIS  
COMUNS NO BRASIL DURANTE A PANDEMIA DE COVID-19

ALESSANDRO BANDEIRA DE OLIVEIRA

RIO DE JANEIRO

2022

ALESSANDRO BANDEIRA DE OLIVEIRA

GOVERNANÇA EM COMPRAS PÚBLICAS: ANÁLISE  
CONTABILOMÉTRICA DAS AQUISIÇÕES DE MATERIAIS COMUNS  
NO BRASIL DURANTE A PANDEMIA DE COVID-19

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Administração, Curso de Mestrado em Administração, Programa de Mestrado e Doutorado em Administração, Universidade do Grande Rio.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Vitor Jordão da Gama Silva

RIO DE JANEIRO

2022

**CATALOGAÇÃO NA FONTE**  
**UNIGRANRIO / AFYA – BIBLIOTECA BARRA DA TIJUCA**

O48g

Oliveira, Alessandro. B.

Governança em compras públicas: análise contabilométrica das Aquisições de materiais comuns durante a pandemia de Covid-19  
Alessandro Bandeira de Oliveira. – Rio de Janeiro, 2022.

270 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado em Administração) – Universidade do Grande Rio “Prof. José de Souza Herdy”, Escola de Ciências Sociais e Aplicadas, Rio de Janeiro, 2022.

“Orientador: Prof. Dr. Paulo Vitor Jordão da Gama Silva”.

Referências: f. 241-270.

1. Administração. 2. Governança pública. 3. Fraude. 4. Licitação pública. I. Silva, Paulo Vitor Jordão da Gama. II. Universidade do Grande Rio “Prof. José de Souza Herdy”. III.

CDD - 658

Alessandro Bandeira de Oliveira

"Governança em Compras Públicas: Análise Contabilométrica das Aquisições de Materiais Comuns no Brasil durante a Pandemia de Covid-19"

Dissertação apresentada à Universidade do Grande Rio "Prof. José de Souza Herdy", como parte dos requisitos parciais para obtenção do grau de Doutor em Administração.

Área de Concentração:  
Gestão Organizacional.

Aprovada em 21 de janeiro de 2022.

Banca Examinadora



---

Prof. Dr. Paulo Vitor Jordão da Gama Silva  
Universidade do Grande Rio - UNIGRANRIO



---

Prof. Dr. Josir Simeone Gomes  
Universidade do Grande Rio - UNIGRANRIO

Documento assinado digitalmente

**gov.br** ANTONIO JOSE PATROCINIO PEREIRA  
Data: 22/04/2023 15:17:50-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Antônio José Patrocínio Pereira  
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pela vida e por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

A Marinha do Brasil, por ser a instituição que incentiva seus militares a se aperfeiçoarem ao longo de suas carreiras.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) pelo apoio financeiro com a manutenção da bolsa taxa.

A esta universidade, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a possibilidade do meu aprimoramento profissional e a enxergar o mundo com lentes diferentes de quando eu ingressei.

Ao meu orientador professor Paulo Jordão, pelo suporte, pelas suas correções e incentivos ao longo desta jornada desafiadora; aos demais participantes da banca de qualificação; e todos os professores da UNIGRANRIO pela disponibilidade em nos ensinar.

Aos meus pais, pelo amor e incentivo, minha esposa e filha por toda paciência e compreensão na minha ausência durante essa jornada.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito especial, obrigado!

*“A corrupção dos governantes quase sempre começa com a corrupção dos seus princípios.”*

*Montesquieu*

**Resumo**

Em estudos sobre a administração pública frequentemente estão em pauta o tema contratações públicas. De acordo com o Portal de Compras Públicas do governo Federal foram gastos R\$ 287 bilhões, de 2018 a 2020. Cerca de 15% do Produto Interno Bruto são gastos em compras públicas no Brasil. Diante do cenário de excepcionalidade, o Senado Federal aprovou o Programa Federativo de Enfrentamento ao Coronavírus que disponibilizou R\$ 50 bilhões para a União, Estados, Distrito Federal e Municípios. Esta dissertação teve por objetivo aplicar o modelo contabilométrico baseado na Lei de Newcomb-Benford a fim de identificar indícios de fraudes nos pregões eletrônicos realizados pelos entes federativos durante a pandemia de Covid-19. No período de 16 de março de 2020 a 16 de setembro de 2021, foram analisados 3.253 pregões eletrônicos, com 41.510 itens, porém só foi possível o acesso à 33.591 itens, pois 7.919 haviam sido cancelados antes da disputa de lances ou logo após o julgamento das propostas. Ao todo, os pregões totalizaram R\$ 1.944.710.182,16 somente na compra de materiais comuns. A metodologia utilizada possui uma abordagem quantitativa, com a realização de análises dos primeiros, segundos e dos dois primeiros dígitos da Lei de Benford – considerado como Teste de Primeira Ordem de Nigrini (2020) -, além dos testes estatísticos de conformidade. No teste dos primeiros dígitos, foram aprovados no teste Z: Amazonas, Roraima, Ceará e Maranhão. No teste dos segundos dígitos, alguns dígitos dentro dos Estados passaram no teste Z, mas nos testes  $X^2$  e MAD todos os dígitos foram reprovados. Já no teste dos dois primeiros dígitos, o Estado de Mato Grosso teve 32 categorias reprovadas. Em que pese o fato de as operações realizadas pela Polícia Federal em todos os Estados no combate à fraude em contratos e desvio de recursos não terem sido apenas para investigar pregões eletrônicos suspeitos, os achados da pesquisa identificaram possíveis fraudes ou anomalias nos pregões eletrônicos. A pesquisa trouxe uma análise das compras públicas de todo Brasil, durante um período de pandemia. Observou-se que sem grande investimento a Lei de Benford pode colaborar com gestores públicos na identificação de fraudes em pregões.

**Palavras-chave**

Compras Públicas; Governança; Fraudes; Lei de Newcomb-Benford; Pregões Eletrônicos

**Abstract**

In studies on public administration, the topic of public contracts is frequently discussed. According to the Federal Government's Public Procurement Portal, R\$ 287 billion were spent between 2018 and 2020. About 15% of the Gross Domestic Product is spent on public procurement in Brazil. In view of the exceptional scenario, the Federal Senate approved the Federative Program to Combat Coronavirus, which made R\$ 50 billion available to the Union, States, Federal District and Municipalities. This dissertation aimed to apply the accounting model based on the Newcomb-Benford Law to identify evidence of fraud in electronic auctions carried out by federative entities during the Covid-19 pandemic. In the period from March 16, 2020, to September 16, 2021, 3,253 electronic auctions were analyzed, with 41,510 items, but access was only possible to 33,591 items, as 7,919 had been canceled before the bidding dispute or right after the judgment of the proposals. Altogether, the auctions totaled R\$1,944,710,182.16 only in the purchase of common materials. The methodology used has a quantitative approach, with analysis of the first, second and two first digits of Benford's Law – considered as Nigrini's First Order Test (2020) -, in addition to statistical tests of compliance. In the test of the first digits, the following were approved in the Z test: Amazonas, Roraima, Ceará and Maranhão. In the second digit test, some digits within states passed the Z test, but in the X2 and MAD tests all digits failed. In the test of the first two digits, the State of Mato Grosso had 32 categories that failed. Even though the operations carried out by the Federal Police in all states to combat fraud in contracts and diversion of resources were not just to investigate suspicious electronic auctions, the research findings identified possible fraud or anomalies in electronic auctions. The research brought an analysis of public purchases throughout Brazil, during a period of pandemic. It was observed that without great investment, Benford's Law can collaborate with public managers in the identification of fraud in electronic auctions.

**Keywords**

Public Purchases; Governance; Frauds; Newcomb-Benford Law; Electronic Bidding



## Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>Objetivos da Pesquisa.....</b>	<b>4</b>
<b>1.2</b>	<b>Delimitação da Pesquisa.....</b>	<b>4</b>
<b>1.3</b>	<b>Justificativa e Relevância do Estudo.....</b>	<b>5</b>
<b>1.4</b>	<b>Estrutura da Dissertação .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1</b>	<b>A importância das Compras Públicas .....</b>	<b>7</b>
2.1.1	A função e o processo de Compras .....	9
2.1.2	O poder das compras governamentais .....	15
2.1.3	Centralização das Compras .....	18
2.1.4	A origem do Pregão Eletrônico .....	22
2.1.5	O sistema de Registro de Preços .....	26
2.1.6	Compras Eletrônicas.....	288
2.1.7	<i>E-governance</i> .....	34
<b>2.2</b>	<b>Governança em compras públicas .....</b>	<b>37</b>
2.2.1	<i>Compliance</i> .....	40
2.2.2	Transparência.....	43
2.2.3	<i>Accountability</i> .....	46
<b>2.3</b>	<b>Fraudes nas compras públicas e o modelo contabilométrico de Newcomb-Benford.....</b>	<b>49</b>
2.3.1	Evolução do Triângulo das Fraudes: A hipótese de Cressey (1953).....	49
2.3.2	Fraudes em Compras eletrônicas em outros países .....	55
2.3.3	Fraudes em licitações no Brasil .....	58
2.3.4	A lei de Newcomb-Benford.....	60
<b>2.4</b>	<b>Principais Estudos Relacionados.....</b>	<b>63</b>
<b>3</b>	<b>Metodologia e base de dados .....</b>	<b>67</b>
<b>3.1</b>	<b>Testes Baseados na Lei de Benford .....</b>	<b>68</b>
3.1.1	Teste do Primeiro Dígito .....	69
3.1.2	Teste do Segundo Dígito .....	69
3.1.3	Teste do Primeiro e Segundo Dígito .....	70
<b>3.2</b>	<b>Testes Estatísticos de Conformidade .....</b>	<b>71</b>
3.2.1	Teste Z.....	71
3.2.2	Teste <i>Qui-Square</i> .....	72
3.2.3	Teste Kolmogorov-Smirnoff (K-S) .....	73
3.2.4	Teste do Desvio Médio Absoluto (MAD) .....	74
<b>4</b>	<b>APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>76</b>
<b>4.1</b>	<b>Região Sudeste .....</b>	<b>76</b>

4.1.1	Rio de Janeiro .....	76
4.1.2	São Paulo .....	82
4.1.3	Minas Gerais.....	88
4.1.4	Espírito Santo .....	93
<b>4.2</b>	<b>Região Sul.....</b>	<b>99</b>
4.2.1	Paraná .....	99
4.2.2	Santa Catarina .....	105
4.2.3	Rio Grande do Sul .....	111
<b>4.3</b>	<b>Região Norte.....</b>	<b>117</b>
4.3.1	Acre .....	117
4.3.2	Amapá.....	123
4.3.3	Amazonas .....	129
4.3.4	Pará .....	134
4.3.5	Rondônia.....	140
4.3.6	Roraima .....	146
4.3.7	Tocantins .....	151
<b>4.4</b>	<b>Região Nordeste .....</b>	<b>157</b>
4.4.1	Alagoas .....	157
4.4.2	Bahia.....	163
4.4.3	Ceará.....	169
4.4.4	Maranhão .....	174
4.4.5	Piauí.....	180
4.4.6	Pernambuco .....	186
4.4.7	Rio Grande do Norte .....	192
4.4.8	Paraíba .....	197
4.4.9	Sergipe.....	203
<b>4.5</b>	<b>Região Centro-Oeste.....</b>	<b>209</b>
4.5.1	Goiás.....	209
4.5.2	Mato Grosso .....	215
4.5.3	Mato Grosso do Sul .....	221
4.5.4	Distrito Federal .....	227
<b>4.6</b>	<b>Operações de repressão realizadas contra o desvio de recursos durante a pandemia .....</b>	<b>232</b>
<b>4.7</b>	<b>Sumarização dos Resultados .....</b>	<b>233</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>237</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>241</b>

## Lista de tabelas

Tabela 1: Modalidades de licitação.....	23
Tabela 2: Modalidades Licitatórias previstas na Lei nº 8.666/9.....	24
Tabela 3: Probabilidade de ocorrência do primeiro e segundo dígito.....	61
Tabela 4: Síntese da utilização da Lei de Benford por diversos autores.....	63
Tabela 5: Valores críticos para o Teste DAM para conformidade .....	74
Tabela 6: Resultados dos Primeiros dígitos para o Rio de Janeiro.....	77
Tabela 7: Resultados dos Segundos dígitos para o Rio de Janeiro.....	79
Tabela 8: Resultados dos Dois Primeiros dígitos para o Rio de Janeiro.....	80
Tabela 9: Resultados dos Primeiros dígitos para São Paulo.....	83
Tabela 10: Resultados dos Segundos dígitos para São Paulo.....	84
Tabela 11: Resultados dos Dois Primeiros dígitos para São Paulo.....	85
Tabela 12: Resultados dos Primeiros dígitos para Minas Gerais.....	89
Tabela 13: Resultados dos Segundos dígitos para Minas Gerais.....	90
Tabela 14: Resultados dos Dois Primeiros dígitos para Minas Gerais.....	91
Tabela 15: Resultados dos Primeiros dígitos para o Espírito Santo.....	95
Tabela 16: Resultados dos Segundos dígitos para o Espírito Santo.....	96
Tabela 17: Resultados dos Dois Primeiros dígitos o Espírito Santo.....	97
Tabela 18: Resultados dos Primeiros dígitos para o Paraná.....	101
Tabela 19: Resultados dos Segundos dígitos para o Paraná.....	103
Tabela 20: Resultados dos Dois Primeiros dígitos para o Paraná.....	103
Tabela 21: Resultados dos Primeiros dígitos para Santa Catarina.....	107
Tabela 22: Resultados dos Segundos dígitos para Santa Catarina.....	108
Tabela 23: Resultados dos Dois Primeiros dígitos para Santa Catarina.....	109
Tabela 24: Resultados dos Primeiros dígitos para o Rio Grande do Sul.....	113
Tabela 25: Resultados dos Segundos dígitos para o Rio Grande do Sul.....	114
Tabela 26: Resultados dos Dois primeiros dígitos para o Rio Grande do Sul.....	115
Tabela 27: Resultados dos Primeiros dígitos para o Acre.....	118
Tabela 28: Resultados dos Segundos dígitos para o Acre.....	120
Tabela 29: Resultados dos Dois Primeiros dígitos para o Acre.....	121
Tabela 30: Resultados dos Primeiros dígitos para o Amapá.....	124
Tabela 31: Resultados dos Segundos dígitos para o Amapá.....	126

Tabela 32: Resultados dos Dois primeiros dígitos para o Amapá.....	127
Tabela 33: Resultados dos Primeiros dígitos para Amazonas.....	130
Tabela 34: Resultados dos Segundos dígitos para Amazonas.....	131
Tabela 35: Resultados dos Dois primeiros dígitos para Amazonas.....	132
Tabela 36: Resultados dos Primeiros dígitos para o Pará.....	136
Tabela 37: Resultados dos Segundos dígitos para o Pará.....	137
Tabela 38: Resultados dos Dois primeiros dígitos para o Pará .....	138
Tabela 39: Resultados dos Primeiros dígitos para Rondônia.....	141
Tabela 40: Resultados dos Segundos dígitos para Rondônia.....	143
Tabela 41: Resultados dos Dois Primeiros dígitos para Rondônia.....	144
Tabela 42: Resultados dos Primeiros dígitos para Roraima.....	147
Tabela 43: Resultados dos Segundos dígitos para Roraima.....	148
Tabela 44: Resultados dos Dois primeiros dígitos para o Roraima.....	149
Tabela 45: Resultados dos Primeiros dígitos para Tocantins.....	152
Tabela 46: Resultados dos Segundos dígitos para Tocantins.....	154
Tabela 47: Resultados dos Dois primeiros dígitos para Tocantins.....	155
Tabela 48: Resultados dos Primeiros dígitos para Alagoas.....	158
Tabela 49: Resultados dos Segundos dígitos para Alagoas.....	160
Tabela 50: Resultados dos Dois primeiros dígitos Alagoas.....	161
Tabela 51: Resultados dos Primeiros dígitos para o Bahia.....	164
Tabela 52: Resultados dos Segundos dígitos para o Bahia.....	165
Tabela 53: Resultados dos Dois primeiros dígitos para a Bahia.....	166
Tabela 54: Resultados dos Primeiros dígitos para o Ceará .....	170
Tabela 55: Resultados dos Segundos dígitos para o Ceará.....	171
Tabela 56: Resultados dos Dois primeiros dígitos para o Ceará.....	172
Tabela 57: Resultados dos Primeiros dígitos para o Maranhão.....	176
Tabela 58: Resultados dos Primeiros dígitos para o Maranhão.....	177
Tabela 59: Resultados dos Primeiros dígitos para o Maranhão.....	178
Tabela 60: Resultados dos Primeiros dígitos para o Piauí.....	182
Tabela 61: Resultados dos Segundos dígitos para o Piauí.....	183
Tabela 62: Resultados dos Dois Primeiros dígitos para o Piauí.....	184
Tabela 63: Resultados dos Primeiros dígitos para Pernambuco.....	187

Tabela 64: Resultados dos Segundos dígitos para Pernambuco.....	189
Tabela 65: Resultados dos Dois primeiros dígitos para Pernambuco.....	190
Tabela 66: Resultados dos Primeiros dígitos para o Rio Grande do Norte.....	193
Tabela 67: Resultados dos Segundos dígitos para Rio Grande do Norte.....	194
Tabela 68: Resultados dos Dois primeiros dígitos para Rio Grande do Norte.....	195
Tabela 69: Resultados dos Primeiros dígitos para a Paraíba.....	199
Tabela 70: Resultados dos Segundos dígitos para a Paraíba.....	200
Tabela 71: Resultados dos Dois primeiros dígitos para a Paraíba.....	201
Tabela 72: Resultados dos Primeiros dígitos para Sergipe.....	204
Tabela 73: Resultados dos Segundos dígitos para Sergipe.....	206
Tabela 74: Resultados dos Dois primeiros dígitos para Sergipe.....	207
Tabela 75: Resultados dos Primeiros dígitos para Goiás.....	201
Tabela 76: Resultados dos Segundos dígitos para Goiás.....	212
Tabela 77: Resultados dos Dois primeiros dígitos para Goiás .....	213
Tabela 78: Resultados dos Primeiros dígitos para Mato Grosso.....	216
Tabela 79: Resultados dos Segundos dígitos para Mato Grosso .....	217
Tabela 80: Resultados dos Dois primeiros dígitos para Mato Grosso.....	218
Tabela 81: Resultados dos Primeiros dígitos para Mato Grosso do Sul.....	222
Tabela 82: Resultados dos Segundos dígitos para Mato Grosso do Sul.....	223
Tabela 83: Resultados dos Dois primeiros dígitos para Mato Grosso do Sul.....	224
Tabela 84: Resultados dos Primeiros dígitos para o Distrito Federal .....	227
Tabela 85: Resultados dos Segundos dígitos para o Distrito Federal.....	229
Tabela 86: Resultados dos Dois primeiros dígitos para o Distrito Federal.....	230
Tabela 87: Operações de combate ao desvio de verbas públicas durante a pandemia.....	233
Tabela 88: Sumarização dos Resultados.....	234

## Lista de Gráficos

Gráfico 1: Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para o Rio de Janeiro.....	77
Gráfico 2: Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para o Rio de Janeiro.....	78
Gráfico 3: Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para São Paulo.....	82
Gráfico 4: Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para São Paulo.....	83
Gráfico 5: Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para Minas Gerais.....	88
Gráfico 6: Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para Minas Gerais.....	89
Gráfico 7: Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para o Espírito Santo.....	94
Gráfico 8: Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para o Espírito Santo.....	96
Gráfico 9: Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para o Paraná.....	100
Gráfico 10: Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para o Paraná.....	102
Gráfico 11: Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para Santa Catarina...	106
Gráfico 12: Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para Santa Catarina.	108
Gráfico 13: Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para o Rio Grande do Sul .....	112
Gráfico 14: Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para o Rio Grande do Sul .....	114
Gráfico 15: Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para o Acre.....	118
Gráfico 16: Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para o Acre.....	119
Gráfico 17: Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para o Amapá.....	124
Gráfico 18: Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para o Amapá.....	125
Gráfico 19: Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para Amazonas.....	129
Gráfico 20: Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para Amazonas .....	131
Gráfico 21: Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para o Pará.....	135
Gráfico 22: Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para o Pará.....	137
Gráfico 23: Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para Rondônia.....	141
Gráfico 24: Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para Rondônia.....	142
Gráfico 25: Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para Roraima.....	146
Gráfico 26: Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para Roraima.....	148
Gráfico 27: Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para Tocantins.....	146
Gráfico 28: Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para Tocantins.....	148
Gráfico 29: Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para Alagoas .....	158

Gráfico 30: Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para Alagoas.....	159
Gráfico 31: Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para a Bahia.....	163
Gráfico 32: Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para a Bahia .....	165
Gráfico 33: Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para o Ceará .....	169
Gráfico 34: Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para o Ceará.....	171
Gráfico 35: Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para o Maranhão.....	175
Gráfico 36: Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para o Maranhão.....	177
Gráfico 37: Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para o Piauí .....	181
Gráfico 38: Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para o Piauí.....	182
Gráfico 39: Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para Pernambuco ....	187
Gráfico 40: Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para Pernambuco ....	188
Gráfico 41: Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para o Rio Grande do Norte .....	192
Gráfico 42: Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para o Rio Grande do Norte.....	194
Gráfico 43: Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para a Paraíba.....	198
Gráfico 44: Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para a Paraíba.....	200
Gráfico 45: Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para Sergipe .....	204
Gráfico 46: Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para Sergipe .....	205
Gráfico 47: Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para Goiás.....	210
Gráfico 48: Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para Goiás.....	211
Gráfico 49: Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para Mato Grosso....	215
Gráfico 50: Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para Mato Grosso....	217
Gráfico 51: Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para Mato Grosso do Sul .....	221
Gráfico 52: Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para Mato Grosso do Sul .....	223
Gráfico 53: Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para o Distrito Federal .....	227
Gráfico 54: Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para o Distrito Federal .....	228

## Lista de Figuras

Figura 1: Principais etapas da metodologia “ <i>strategic sourcing</i> ” .....	10
Figura 2: Ambiente do Sistema de Compras .....	14
Figura 3: Compras federais por modalidade de licitação no ano de 2019.....	31
Figura 4: Gastos dos principais órgãos da Administração Pública Federal em 2019.....	32
Figura 5: Triângulo da fraude.....	51
Figura 6: <i>The Fraude Diamond</i> , tradução livre, o Diamante da Fraude.....	53
Figura 7: Pentágono da Fraude.....	54



## ABREVIATURAS

Sigla	Significado
ARAP	Agência Reguladora de Aquisições Públicas
AGU	Advocacia Geral da União
ARP	Ata de Registro de Preços
BRICS	Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul
CGU	Controladoria Geral da União
CPC	Compradores Públicos Controlados
CATMAT	Catálogo de Materiais
CATSER	Catálogo de Serviços
IFES	Instituições Federais de Ensino Superior
IPC	Índice de Percepção da Corrupção
JOPP	<i>Journal of Public Procurement</i>
LNB	Lei de Newcomb-Benford
MP	Medida Provisória
OCDE	Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ONCAE	Oficina Normativa de Aquisições Contratações
ONU	Organização das Nações Unidas
SICAF	Sistema de Cadastramento Unificado de Fornecedores
SISPP	Sistema de Preços Praticados
SIASG	Sistema Integrado de Administração de Serviços
SISG	Sistema de Serviços Gerais
SRP	Sistema de Registro de Preços
TCU	Tribunal de Contas da União
TI	Tecnologia da Informação
USAID	Agência dos Estados Unidos para o Desenvolvimento Internacional

## 1 INTRODUÇÃO

Em estudos sobre a administração pública frequentemente estão em pauta o tema aquisições ou contratações públicas. O debate em torno de assuntos como gastos públicos, eficiência, efetividade, transparência, publicidade e, principalmente, corrupção, não são recentes. Para Motta (2010) o conhecimento da dinâmica das aquisições via processo licitatório ordinário não esgota a discussão das compras públicas federais. Nesse sentido, diante dos tópicos supracitados, percebe-se que existem ramificações e sub-ramificações que não deixam o assunto esgotar.

Nos anos de 2018, 2019 e 2020, o Portal de Compras Públicas registrou os gastos pelo governo federal em compras públicas, aqui incluídas as compras de materiais em geral e contratações de serviços/obras, chegando a um total de R\$ 287.841.221.493,23, quantia de recursos significativa. Estima-se que uma parcela significativa do Produto Interno Bruto (PIB), entre 10% e 15%, seja oriunda de compras públicas (SILVA; BARKI, 2012). Dessa maneira, faz-se necessário que eles sejam utilizados da forma mais eficiente possível, sabe-se que alguns fatores podem influenciar na má gestão dos recursos e as possíveis falhas podem acarretar danos ao erário.

O Senado Federal aprovou o Programa Federativo de Enfrentamento ao Coronavírus, que consiste na prestação de um auxílio financeiro no valor de R\$ 119,8 bilhões concedidos aos Estados, Distrito Federal e Municípios para o combate à pandemia da Covid-19. Dos 60 bilhões que serão repassados, são 10 bilhões exclusivamente para ações de saúde e assistência social (7 bilhões para os estados e 3 bilhões para os municípios), além de 50 bilhões para uso livre, sendo 30 bilhões para os estados e 20 bilhões para os municípios (SENADO FEDERAL, 2021).

A Lei nº 13.979 de 2020, que dispõe sobre as medidas para enfrentamento da emergência de saúde pública de importância internacional decorrente do coronavírus responsável pelo surto de 2019, traz em seu art. 4, §2º, a obrigatoriedade de um espaço específico, independente ou parte de um portal de transparência mais amplo, para divulgação centralizada de informações sobre contratações emergenciais. Neste caso, os dados de todos os entes encontram-se disponíveis em apenas um site controlado pelo Ministério da Economia.

Apesar do potencial financeiro das compras eletrônicas, existe a necessidade de se ampliar a discussão para uma visão mais ampla de gestão da cadeia de suprimentos, pois mesmo nos casos de uso intensivo de compras eletrônicas existem registros de desvios noticiados pela

imprensa brasileira e indicados pelas auditorias dos órgãos fiscalizadores nas compras públicas eletrônicas (TRIDAPALLI; FERNANDES; MACHADO, 2011).

Em que pese o avanço da tecnologia para a realização das compras públicas eletrônicas, não são raros os casos de notícias veiculadas na mídia brasileira, muitos dos relatos são por desvio de personalidade do operador do sistema eletrônico, falhas intrínsecas do sistema, criação de empresas utilizadas para “puxar o preço para baixo” para travar a disputa de lances, dentre outros. O TCU (2018) já alertou que o risco de fraude e corrupção é reduzido se a organização conhece bem os terceiros com quem ela está lidando, especialmente nas compras mais significativas, em que o risco de recebimento de propina e comissões secretas é alto.

A corrupção é um problema encontrado em todos os países, mas em diferentes escalas. (Paiva, Ribeiro & Gomes, 2021). Diante desse cenário que assola a população mundial, surgem pessoas oportunistas, que aproveitam da situação, para obterem benefícios pessoais, com as verbas que são destinadas a atender à população (Oliveira, 2021). Logo, a corrupção em aquisições ameaça produzir um ciclo vicioso em que empresas honestas se auto-selecionam em aquisições públicas, aumentando ainda mais a corrupção e diminuindo o valor do dinheiro (Sabet, 2021).

Atualmente, estudos que abordam as licitações públicas têm o enfoque em celeridade na entrega e redução dos preços (REIS; CABRAL, 2018), eficiência, eficácia, prazos de confecção de processos licitatórios e prazos de entrega por fornecedores. Alguns outros estudos estão relacionados às fraudes, desvios, corrupção e conformidade dos pregões eletrônicos (SAMPAIO; FIGUEIREDO, 2019). Deste modo, esta dissertação visa estudar se em licitações eletrônicas realizadas pela administração pública federal possuem indícios de má gestão dos recursos ou fraudes que podem acarretar danos ao erário. Para tal será analisada à luz da Lei de Newcomb-Benford.

Nessa busca incessante por eficiência na gestão pública, a administração pública evoluiu para uma nova fase, conhecida como *New Public Management* (NPM), voltada para o alcance de resultados. Para Motta (2013) o NPM apresentou-se com o objetivo principal de fazer a Administração Pública operar como uma empresa privada e, assim, adquirir eficiência, reduzir custos e obter maior eficácia na prestação de serviços.

Por causa de um crescente dinamismo, novos problemas pressionam para novas soluções. Técnicas e processos de trabalho recém-introduzidos tornam-se rapidamente vulneráveis: sofrem os desgastes naturais de uma realidade mutante, mais complexa e

demandante de maior eficiência (MOTTA, 2013). Traçado um paralelo com o pensamento do autor, percebe-se que as legislações brasileiras também devem acompanhar as mudanças na busca de solução de problemas práticos encontrados na gestão das compras públicas.

Então, fruto das modificações que se fazem necessárias nas legislações foi instituída no ano de 2002, no âmbito da União, Estados, Distrito Federal e Municípios, uma nova modalidade de licitação, denominada Pregão. Esta veio com o intuito de deixar mais célere o procedimento licitatório, com as seguintes mudanças significativas: menor prazo dos recursos dos licitantes, uma fase de lances (chamada de “leilão inverso”) e a inversão da fase de habilitação. Em seu estudo Motta (2010) identificou que esta inversão da fase de habilitação proporcionou uma sensível redução do tempo das compras, especialmente para aquisições de bens e serviços comuns.

Diante de tal fato, e para facilitar a operacionalização dessa nova modalidade, foi criado um conjunto de procedimentos para o registro formal de preços relativos à prestação de serviços e aquisição de bens, conhecido como sistema de registro de registro de preços (SRP). Contudo, o SRP só pode ser utilizado se houver uma das seguintes hipóteses: i) pelas características do bem ou serviço, houver necessidade de contratações frequentes; ii) for conveniente a aquisição de bens com previsão de entregas parceladas, iii) for conveniente a aquisição de bens ou a contratação de serviços para atendimento a mais de um órgão; e iv) pela natureza do objeto, não for possível definir previamente o quantitativo a ser demandado pela administração (BRASIL, 2013).

Cada vez mais, os compradores têm acesso a mecanismos para análise de gastos (*spend analysis*) e para gestão de fornecedores e de contratos, permitindo, assim, a investigação de dados em tempo real para tomar decisões de forma a melhorar a eficiência nas aquisições (BIAZZIN, 2017). De encontro ao pensamento da autora, o governo federal, por meio do ministério da economia, lançou no dia 01 de dezembro de 2020, o “comprasnet contratos 4.0”. mais uma ferramenta que visa automatizar os processos de gestão e fiscalização contratual de compras públicas, facilitando a interlocução com fornecedores e tornando as informações mais claras.

Todavia, ao se falar de controle das aquisições públicas, nota-se que para atingir a efetividade nesse controle é necessário um melhor gerenciamento das compras públicas e muito se deve à quantidade de recursos envolvida. Para Junior, Proenças e Duenhas (2019), mesmo diante da complexidade para a execução de compras públicas frente ao nosso ordenamento

jurídico, não desconsideradas as limitações operacionais da administração, os gestores devem buscar soluções para os *gaps* presentes nos processos de aquisição.

A Lei de Newcomb-Benford trata-se de uma anomalia da teoria da probabilidade, estabelecendo probabilidades assimétricas para dígitos diversos (GANASSIN; COSTA; WILBERT, 2014). Pretende-se com a aplicação do modelo contabilométrico proposto ser possível detectar indícios de má gestão ou fraude nas compras públicas. Sendo assim, o presente estudo busca aplicar o modelo contabilométrico baseado na Lei de Newcomb-Benford a fim de identificar indícios de fraudes nos pregões eletrônicos realizados pelos entes federativos durante a pandemia de Covid-19. Diante do exposto, este estudo busca responder a seguinte pergunta de pesquisa: Como a Lei de Benford aplicada nas aquisições públicas de materiais comuns dos Estados do Brasil, realizadas com recursos transferidos pelo governo federal durante a pandemia do Covid-19, pode auxiliar nas melhores práticas de governança?

## **Objetivos da Pesquisa**

Visando encontrar respostas acerca da pergunta supracitada, ao final da seção anterior, o presente estudo propõe aplicar o modelo contabilométrico baseado na Lei de Newcomb-Benford a fim de identificar possíveis indícios de fraudes nos pregões eletrônicos realizados pelos entes federativos durante a pandemia de Covid-19.

Dado o objetivo geral, esta pesquisa se desdobrará nos seguintes objetivos específicos:

- Descrever o processo de compras no âmbito da administração pública federal à luz da legislação vigente;
- Inferir se houve desvio de recursos públicos transferidos pelo governo federal; e
- Avaliar a existência de vulnerabilidades nos pregões eletrônicos.

### **1.1 Delimitação da Pesquisa**

O objetivo desta seção é apontar os limites da pesquisa no espaço, tempo e nos limites da literatura a ser investigada. Essa delimitação é fundamental para dar sentido aos dados.

A escolha da amostra se dá pelo fato de que quase todos os dias são veiculados noticiários com escândalos de corrupção nas diversas mídias de informação, cujo dinheiro que era para ser destinado ao combate ao enfrentamento da pandemia foi desviado ou gasto de

maneira irregular. Percebe-se que diversos são os Estados do país em que os órgãos de fiscalização e controle já encontraram irregularidades nas aquisições públicas.

Sendo assim, de modo a identificar se os possíveis indícios de irregularidades são pontuais ou institucionalizados é que serão analisadas as compras de materiais comuns efetuadas por pregões eletrônicos homologados referentes aos 26 Estados e Distrito Federal. O período de 16 de março de 2020 a 16 de setembro de 2021 foi escolhido pelo fato do país ainda se encontrar no período de pandemia e representar 18 meses de dados coletados de cada Estado do Brasil.

## **1.2 Justificativa e Relevância do Estudo**

O estudo se justifica na medida em que analisar as compras públicas agrega valor para melhorar a eficiência do gasto público. É sabido que a administração pública evoluiu com o incremento de tecnologias de informação implantadas, inicialmente, nas organizações privadas. Posteriormente, após um *benchmarking* com o setor privado a administração pública absorve as melhores práticas. As compras públicas têm sido a tônica ao longo dos anos, com diversas informações negativas divulgadas pela imprensa, normalmente, por desvios de recursos, fraudes em licitações ou corrupção oriundas de contratos, além de falta de transparência e ineficiência nos gastos públicos.

Desde março de 2020, Estados e Municípios recebem recursos oriundos do governo federal para adotarem medidas emergenciais para combate à pandemia mundial do Covid-19. Os recursos aprovados pelo Senado Federal foram de 60 bilhões de reais, sendo 10 bilhões para ações de saúde e assistência social e 50 milhões para uso livre, além destes ainda existem os recursos que todos os entes recebem por meio do Ministério da Saúde.

Durante a pandemia do Covid-19, o Ministério Público, a Controladoria Geral da União, a Polícia Federal, dentre outros órgãos têm realizado diversas operações de combate à corrupção, com o intuito de investigar, diligenciar e prender pessoas suspeitas de fraudes em licitações e compras públicas e desvios de recursos destinados à Covid-19 (POLÍCIA FEDERAL, 2021). Por estas razões, faz-se necessário não apenas as operações que identificaram e comprovaram fraudes, mas também antes da fraude ocorrer é possível a identificação de anomalias, possíveis irregularidades e indícios de fraudes em pregões eletrônicos homologados por meio de uma análise contábilométrica baseada na Lei de Benford.

Assim, de modo a ampliar o conhecimento dos interessados em como se comportam as aquisições, serão estudadas todas as compras de materiais comuns realizadas durante a pandemia. Todavia, para uma análise mais robusta serão estudados todos os Estados e Distrito Federal a fim de verificar o comportamento das compras públicas no Brasil.

Este trabalho torna-se relevante para: a administração pública em geral, na medida em que poderá auxiliar no aperfeiçoamento e criação de uma estrutura de governança e gestão das compras públicas; acadêmicos que estudam o comportamento e evolução das licitações, compras públicas e seus posteriores contratos firmados, principalmente, quando sob o enfoque da tecnologia da informação e compras eletrônicas; para o gestor público, ao passo que ele poderá receber melhor assessoria para sua tomada de decisão; e para todos os cidadãos, pois são os responsáveis por exercer o controle social dos gastos de recursos efetivados pelos administradores públicos.

### **Estrutura da Dissertação**

O primeiro capítulo procurou definir o contexto das compras públicas no Brasil, tendo em vista o montante financeiro movimentado pela administração pública federal. O segundo capítulo busca apresentar o arcabouço teórico relacionado ao tema proposto para a pesquisa. No terceiro capítulo, é apresentada a metodologia de pesquisa utilizada para o desenvolvimento do presente estudo. No quarto capítulo serão apresentados os resultados obtidos com a pesquisa e as discussões acerca desses resultados com trabalhos que apresentem similaridade com a temática analisada. No último capítulo, são apresentadas as considerações finais, evidenciando as principais descobertas e relações, bem como sugestões para futuras pesquisas na área com o intuito de estimular novos trabalhos.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

Este capítulo está subdividido em quatro partes principais: “A importância das Compras Públicas”, “Governança em compras Públicas”, “Fraudes nas compras públicas e o modelo contabilométrico de Newcomb-Benford” e “Principais Estudos Relacionados”. No primeiro item são apresentadas as definições e conceitos sobre compras públicas, bem como uma explicação sobre centralização e descentralização, e governo eletrônico. O segundo item aborda como a governança nas compras públicas colabora para um melhor desempenho e eficiência das contratações governamentais. No terceiro item o objetivo é abordar como as fraudes acontecem nas aquisições públicas e o modelo que verifica os possíveis indícios de fraudes. Por fim, o subitem “Principais Estudos Relacionados” irá comparar o que já existe na literatura com o objeto de estudo deste trabalho.

### **2.1 A importância das Compras Públicas**

Qualquer tentativa de comparação entre as organizações privadas e públicas será sempre polêmica, pois características marcantes desses setores estão arraigadas em suas estruturas (MOTTA, 2010). Se por um lado o objetivo principal do setor privado está voltado para o lucro dos envolvidos, por outro o setor público tem como objetivo a função social de servir bem ao cidadão, sendo transparente em seus atos e eficientes na prestação de serviços à sociedade. Segundo Motta (2010), a despeito dessas diferenças, é possível encontrar semelhanças em ambas, principalmente quando se fala de no controle dos gastos, seja por questões éticas ou legais.

Em um sistema de governo democrático, embora haja uma divisão distinta de poderes entre os poderes legislativo, executivo e judiciário, as autoridades e responsabilidades de compras variam entre os países. Por exemplo, de fato, em países como o Reino Unido e a Malásia, onde a implementação da política é realizada pelo poder executivo por meios não legais, a estrutura organizacional de aquisições e as responsabilidades são determinadas por ordens executivas. Em muitos outros países, as aquisições públicas são reguladas por regras e regulamentos formais. Nos Estados Unidos, o ramo legislativo, seja ele o congresso, a legislatura estadual, conselho local ou conselho de comissários ou diretores, influencia principalmente os sistemas de aquisições públicas por meio de leis (por políticas e regulamentos de aquisição estabelecidos) e autorização de programas que levam às aquisições (THAI, 2001).



No Brasil, cabe destacar que as compras governamentais estão amparadas em processos pelos quais os governos adquirem uma gama imensa de produtos e serviços, sugerindo também que, neste escopo amplo, as compras devem ser diferenciadas de acordo com as características e objetivos da aquisição (SQUEFF, 2014). Algumas características que diferenciam o processo de aquisição e contratação encontram respaldo na legislação brasileira sobre compras governamentais, a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, e suas posteriores modificações.

As boas práticas de compras públicas baseiam-se nos valores necessários para preservar a confiança pública, proteger o interesse público e garantir justiça para o bem público. Esses valores são: responsabilidade, ética, imparcialidade, profissionalismo, serviço e transparência (SHAKYA, 2012). Portanto, nos capítulos que se seguem será possível identificar o quão difícil é para os formuladores de políticas e para os profissionais que trabalham na área de gestão de compras públicas tomarem decisões para melhorar a eficiência do gasto público.

Spagnolo (2012) ao falar em compras privadas, deixa claro que as organizações compradoras podem selecionar seus fornecedores, por meio dos indicadores de desempenho de compras anteriores, assim evita-se selecionar fornecedores com um histórico ruim e acaba por favorecer aqueles com um bom histórico. Por outro lado, nas compras públicas é praticamente impossível afastar um mau fornecedor, pois a legislação o ampara quanto à participação em licitações, exceto para os casos em que as empresas fornecedoras estejam impedidas de licitar e raríssimos são os casos em que os gestores punem as empresas.

Enquanto alguns países impõem políticas sociais em suas aquisições públicas (como uma política que atribui uma proporção justa das aquisições governamentais à mulheres ou pequenas empresas pertencentes a minoria), a maioria das entidades governamentais - sejam elas desenvolvidas, em países em desenvolvimento, ou governos federais, estaduais e locais - usam seus grandes gastos com aquisições para fins de estabilização econômica ou desenvolvimento, preferindo empresas nacionais ou locais à empresas de outros países ou outras localizações geográficas (THAY, 2001).

Segundo Thay (2001), tanto nos países desenvolvidos como nos países em desenvolvimento, independentemente de seu ambiente econômico, social e político, um sistema de aquisições sólido parece ter dois grupos de objetivos: objetivos de aquisição e objetivos de não aquisição. As metas de aquisição normalmente incluem qualidade, pontualidade, custo (mais do que apenas o preço), minimização de riscos comerciais, financeiros e técnicos, maximização da concorrência e manutenção da integridade. Os objetivos não relacionados às

aquisições normalmente incluem objetivos econômicos (preferindo empresas nacionais ou locais), proteção ambiental ou aquisição verde (promoção do uso de produtos reciclados), objetivos sociais (assistência às minorias e negócios de propriedade de mulheres) e objetivos de relações internacionais.

Um sistema de compras públicas sólido precisa de bons regulamentos e leis de aquisições. Na teoria e na prática, as leis e regulamentos de contratação pública foram considerados como um dos pilares mais importantes de um sistema de aquisição sólido, conforme evidenciado em pesquisas anteriores, publicações e práticas. As leis e regulamentações de aquisições levam à eficiência ou ineficiência das aquisições (Mwangi, 2020).

Para Nijboer, Senden e Telgen (2017) as compras públicas são cada vez mais vistas como mais abrangentes do que um meio de economizar dinheiro para os governos. Porém, todos os países usam as compras públicas até certo ponto para promover objetivos de política, como sustentabilidade, inovação, combate à fraude e corrupção, valor para o dinheiro dos contribuintes etc.

O tamanho do lote de compra é outra variável muito importante no plano do combate ao desperdício e a custos desnecessários. A utilização de lotes muito reduzidos, salvo quando existe alguma razão justificável para tal estratégia, não é aconselhável, pois gera a necessidade de compras frequentes, com todos os custos decorrentes. Por outro lado, lotes menores também reduzem a probabilidade de maiores economias advindas de descontos dos fornecedores (MOTTA, 2010). Entretanto, é necessário atentar para a escala da aquisição, já que a concorrência entre fornecedores, expressa através das disputas de preço, é grande impulsionadora de economias. Lotes de dimensões muito grandes podem reduzir a concorrência, dado o número possivelmente menor de fornecedores capazes de suprir uma demanda muito elevada (MOTTA, 2010).

### 2.1.1 A função e o processo de Compras Públicas

Embora as compras públicas sejam percebidas como uma função importante do governo, e entidades governamentais, formuladores de políticas e profissionais de compras públicas tenham prestado muita atenção nas melhorias ou reformas, as compras públicas têm sido uma área negligenciada da educação acadêmica e de pesquisa (THAI, 2001). Com o intuito de

ampliar o debate sobre o tema, o capítulo desta dissertação discorrerá sobre a função e os processos de compras, além das nuances nesta área.

Os graus diferenciados de importância que recebem a chamada “função de compras” são definidos pelo ramo da atividade econômica que a empresa exerce. Por exemplo, no setor manufatureiro, que em média despende 50% de seu faturamento em aquisições de materiais e serviços, uma ampliação de 25% no lucro demandaria um esforço de redução de 5% em compras ou de 25% em crescimento do faturamento (BAILY et al, 2008). Isso implica na percepção de que a eficiência na compra de produtos e serviços tem um impacto significativo na lucratividade da empresa (MOTTA, 2010).

Em um relatório produzido para o governo brasileiro, o Banco Mundial (2017) sugeriu para o desenvolvimento e implementação das estratégias para materialização das economias, o uso da metodologia “*strategic sourcing*” (aquisições estratégicas), que é amplamente utilizada em organizações eficientes tanto do setor privado como do setor público. Esta metodologia é constituída de seis etapas principais, com produtos e escopo bem determinados (Figura 1). A *strategic sourcing* busca alcançar maior eficiência nos resultados e processos de compra e suprimento, o que constituiria o pilar de fundação de um bom sistema de compras.

**Figura 1** - Principais etapas da metodologia “*strategic sourcing*”



Fonte: Banco Mundial (2017).

Na literatura de finanças públicas, o governo está envolvido em quatro principais atividades econômicas, a saber: (a) fornecer a estrutura legal para todas as atividades econômicas; (b) redistribuir a receita por meio de impostos e gastos; (c) fornecimento de bens e serviços públicos disponíveis gratuitamente ao público, como defesa nacional, segurança pública, educação e infraestrutura (pontes e estradas), aquisição de bens, serviços e bens de capital; e (d) as compras governamentais (THAI, 2001).

Tradicionalmente os objetivos da função de compras são os seguintes: comprar a qualidade de material correta, no tempo certo, na quantidade exata, da fonte certa ao preço adequado (BAILY et al., 2008). Nota-se que as variáveis centrais, qualidade, tempo, quantidade e preço, demonstram a preocupação com os gastos excedentes e a redução de desperdícios, não

afastando a qualidade da compra. Assim, para ser considerada uma “boa compra”, é primordial que estejam alinhadas todas as variáveis propostas e, por fim, apresente a melhor relação de custo-benefício.

O nível de qualidade tem papel crucial, tanto para os compradores quanto para os fornecedores. À medida que se aumenta o nível de exigência da qualidade é diminuído o número de potenciais fornecedores. Por outro lado, quando se exige mais qualidade, é provável, que o custo total da compra aumente. Para mitigar esse impacto de erros ou ausências de especificações, Baily et al. (2008) destaca vantagens com as padronizações das especificações dos produtos ou serviços que serão adquiridos:

- Menor número de itens em estoque e redução do trabalho de manuseio.
- Escolha mais ampla de fornecedores e maior escopo para a negociação.
- Pedidos maiores e possibilidade de preços menores.
- Redução do trabalho de design a apenas algumas peças.
- Simplificação do processo de pedido, de requisições e de outros documentos.
- Menor necessidade de explicações especiais por carta, telefone, entrevista etc.

Outro ponto de vista a ser considerado é a perspectiva do fornecedor quanto à qualidade, sendo relevante para o resultado de uma aquisição. Baily et al. (2008) apresenta cinco quesitos, os quais devem ser considerados no processo de escolha de um fornecedor confiável: a) desempenho anterior do fornecedor em contratos de fornecimento para a empresa demandante; b) a reputação de tal fornecedor junto ao mercado; c) promoção de visita técnica e de avaliação das instalações produtivas; d) a eventual certificação do fornecedor; e) a avaliação de amostras do produto a ser fornecido.

Com relação à variável tempo, que por sua vez vem ligada à variável quantidade, pois para se evitar a escassez de determinado insumo e/ou produto ou a prestação de algum serviço, se aumenta a quantidade adquirida. Segundo Baily et al. (2000), o reconhecimento do tempo como variável chave e a necessidade de minimizar seu desperdício na cadeia de suprimentos têm aumentado o grau de preocupação da empresa em anos recentes.

De acordo com Dias (2017), a administração do tempo de entrega no processo de compras pode ser exercida com maior eficácia, sem esgotar o assunto, se os departamentos

usuários tiverem a compreensão do processo de compras, se o acompanhamento dos pedidos for devidamente realizado junto aos fornecedores e se alguns outros pontos puderem ser assegurados, quais sejam:

- 1) conhecimento e acordo em torno dos *leads times*;
- 2) trabalho em conjunto entre comprador e vendedor;
- 3) compartilhamento de informações entre comprador e vendedor;
- 4) não ocorrer reprogramação frequentes de pedidos já realizados;
- 5) evitar intervenções desnecessárias;
- 6) chegar à capacidade produtiva e condições de entrega dos fornecedores antes de fechar o contrato;
- 7) especificações devem ser claras, compreendidas e de acordo com a capacidade técnica do fornecedor;
- 8) não alterar especificações com frequência;
- 9) especificar corretamente as condições de entrega; e
- 10) a situação real de fornecimento deve ser esclarecida pelo vendedor.

Com relação à quantidade, deve-se considerar que as compras visam atender a dois tipos de consumos, os conhecidos como consumo imediato e aqueles para estocagem. Com isso é imperativo que as organizações saibam que a definição correta do quantitativo a ser adquirido irá impactar diretamente no êxito da compra ou aquisição. Somando-se a isso, um correto planejamento das compras e um controle eficaz do estoque podem ajudar a mitigar possíveis erros de demanda. Neste sentido, a redução do tempo de espera entre o momento da requisição e da entrega, e um planejamento mais rigoroso são instrumentos muito importantes para uma aquisição exitosa (BAILY et al., 2008).

A decisão de manter estoques está normalmente associada às seguintes razões:

- A conveniência de ter itens disponíveis para atender a exigências sem a necessidade de providências de última hora;
- A redução de custos proporcionada pela compra ou produção de quantidades ótimas;
- A proteção contra os efeitos de erros de previsão e registros imprecisos;
- Erros de planejamento; e

- Provisão para as flutuações de vendas ou produção (BAILY et al., 2008).

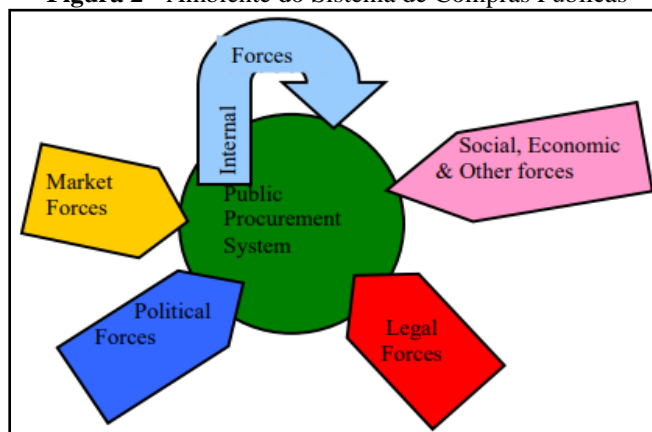
Por último, tão importante quanto às demais variáveis, a análise da variável preço normalmente vem acompanhada com a qualificação das outras. “Provavelmente, o preço de compra é o fator mais frequentemente associado às responsabilidades de compras” (BAILY et al., 2000, p. 23). Para Motta (2010) a definição de uma boa aquisição, mesmo segundo o modelo tradicional da função de compras, vai muito além da mera obtenção do menor preço de um produto ou serviço. Em suma, os preços acabam oscilando dependendo da interação com as outras variáveis.

Uma abordagem das compras públicas citadas por Thai (2001) está relacionada à interação entre o sistema de compras públicas e os diversos tipos de ambientes. O autor considera que a capacidade do sistema de compras públicas de cumprir as políticas/metasp de compras é influenciada por seu ambiente e, por sua vez, influencia seu ambiente (por exemplo, as compras governamentais podem melhorar o ambiente socioeconômico conforme pretendido).

Conforme mostrado na Figura 2, o ambiente que influencia o sistema de compras públicas inclui muitos tipos: mercado, ambiente interno, ambiente legal, ambiente político e socioeconômico:

**Ambiente de mercado** - as condições de mercado têm grande influência sobre os esforços do sistema de compras públicas para maximizar a concorrência. Além disso, o mercado determina se os objetivos socioeconômicos das compras são cumpridos ou não, se uma entidade governamental pode ou não atender as suas necessidades; a oportunidade de cumprimento; e a qualidade, os custos dos bens, serviços e bens de capital adquiridos.

**Figura 2** - Ambiente do Sistema de Compras Públicas



Fonte: Adaptado de Thai (2001)

**Ambiente interno** - a capacidade do sistema de compras públicas para cumprir as políticas ou metas de aquisição é muito influenciada por forças internas, incluindo: interações entre vários elementos dos sistemas de compras públicas, vários funcionários e organizações nos três ramos do governo e vários atores e subagências dentro de um departamento ou agência executiva e atores e organizações externas para subagências; tipos de bens, serviços e bens de capital necessários para as missões de uma agência; e o profissionalismo ou qualidade da força de trabalho relacionada às aquisições;

**Ambiente legal** - o ambiente legal se refere a uma ampla estrutura legal que rege todas as atividades de negócios, incluindo pesquisa e desenvolvimento (regulamentos que tratam da segurança e saúde de novos produtos), fabricação (regulamentos de segurança e saúde no local de trabalho e controle da poluição), finanças (regulamentos que tratam da divulgação de informações), marketing (regulamentos que tratam da propaganda enganosa, divulgação das características do produto), pessoal (regulamentos que tratam da igualdade de oportunidades para mulheres e minorias) e contratos.

**Ambiente político** - Em uma democracia, muitos indivíduos, grupos e organizações do setor privado, incluindo associações comerciais, associações profissionais e empresas estão ativamente envolvidas em todos os aspectos do sistema de compras públicas. Tendo vários interesses, objetivos e crenças, os grupos de interesse estão envolvidos no sistema de compras públicas de várias maneiras, como fazendo *lobby* em órgãos legislativos para aprovar ou alterar estatutos de aquisições, influenciando a implementação desses estatutos e influenciando os processos de autorização e apropriação de orçamento.

**Ambiente socioeconômico** - Enquanto alguns países impõem políticas sociais em suas aquisições públicas (como uma política que atribui uma proporção justa das aquisições governamentais para mulheres ou pequenas empresas pertencentes a minorias), a maioria das entidades governamentais - sejam elas desenvolvidas ou países em desenvolvimento ou governos federais, estaduais e locais - usam seus grandes gastos com aquisições para fins de estabilização ou desenvolvimento econômico, preferindo empresas nacionais ou locais a empresas de outros países ou outras localizações geográficas.

Bertalanffy (1975) conceitua o sistema como um conjunto de elementos inter-relacionados e articulados entre si, com o ambiente em que existem e direcionados a um propósito definido. Mas os sistemas, particularmente o sistema de compras públicas, são tão dinâmicos que não podem ser entendidos apenas em termos de seus elementos ou partes que compõem uma instituição (THAI, 2001).

### 2.1.2 O poder das compras governamentais

Em suas pesquisas (Shakya, 2012) identificou que os governos dos EUA gastam em compras governamentais uma quantia de sete trilhões de dólares, os governos canadenses 360 bilhões de dólares e o governo do Reino Unido gasta acima de 500 bilhões de libras. Os resultados corroboram que deva ser uma preocupação crescente de todos os governos. Com o objetivo de enfatizar a dimensão do gasto em compras públicas, nos anos de 2018, 2019 e 2020, somente com as compras de materiais em geral e contratações de serviços/obras públicas, gastou-se um total de R\$ 287.841.221.493,23, de acordo com o Portal de Compras Públicas do Governo Federal.

As aquisições públicas são uma função importante do governo por várias razões. A magnitude dos gastos com aquisições tem um grande impacto na economia e precisa ser bem administrada. De fato, em todos os países do mundo, as estimativas das atividades financeiras dos gestores de compras governamentais são da ordem de 10% a 30% do PIB (CALENDER; MATHEWS, 2000). No Caso brasileiro, um estudo feito por Silva e Barki (2012) estima que uma parcela significativa do Produto Interno Bruto (PIB), entre 10% e 15%, seja oriunda de compras públicas. No ano de 2021, o Ministério da Economia informa que o país movimentou 12 % com contratações públicas (MINISTÉRIO DA ECONOMIA, 2022).

O grande desafio dos gestores públicos é atender às demandas da população no menor tempo e custo possíveis, com qualidade, sem se distanciar da indispensável prestação de contas à sociedade. Isso evidencia a necessidade de um aumento da eficiência daqueles que prestam o serviço público sem que isto pese na utilização de seus recursos (PINTO, 2020). As aquisições públicas são o processo em que o governo busca contratar serviços, adquirir materiais e equipamentos necessários ao seu funcionamento em conformidade com as leis e normas em vigor. Ainda que as compras e contratações do setor público visem prioritariamente ao cumprimento das diversas missões governamentais, é evidente que uma utilização mais articulada do potencial econômico desta demanda pode viabilizar diversos outros objetivos



(SQUEFF, 2014). Por conseguinte, este poder de compras que dispõe o Estado deve ser utilizado da maneira mais eficiente possível.

Os objetivos principais que se busca alcançar com o uso do poder de compra do Estado são: o de fortalecer os setores industriais e de serviços nacionais e o de alavancar o desenvolvimento tecnológico por meio de empresas que seriam estimuladas e apoiadas para tanto. Diversos autores apontam que normalmente esse poder é praticado de duas maneiras. Na primeira, quando o governo compra bens e materiais disponíveis no mercado, pode priorizar os fornecedores pela origem do capital, pelo porte da empresa, pela distribuição espacial no território, pela qualidade do produto, entre outros. Na segunda, quando o bem não está disponível, formaliza-se um compromisso entre o governo e a iniciativa privada para permitir que esse bem pretendido pelo governo possa ser desenvolvido e produzido pela iniciativa privada (SOARES, 2005).

Nesta perspectiva, Squeff (2014) considera que a finalidade primária das compras públicas é: garantir ao governo o suprimento de bens ou a prestação de serviços necessários ao seu funcionamento. Enfatiza, ainda, que o uso estratégico da demanda governamental pode aperfeiçoar o desempenho do governo nas ações sob sua responsabilidade e garantir mais rapidez na consecução de determinados projetos, com melhoria da qualidade do serviço público.

Mesmo com um regramento jurídico que ampare as compras governamentais, ainda se tem uma generalização simplista quando se fala em compras mais complexas. Para Pimenta (1998) uma das consequências é que no Brasil o processo licitatório é o mesmo para pequenas compras ou para construção de grandes obras. Esta uniformidade de procedimentos que trata objetos, mercados e complexidades tecnológicas distintas, de forma padronizada, leva a uma total falta de flexibilidade na gestão do processo de compras.

Consoante Moreira e Moraes (2002, p. 18), “a legislação brasileira não prevê o uso do poder de compra do Estado para garantir mercado para a produção interna ou desenvolver determinados setores da economia, como é o caso da política adotada nos Estados Unidos.” Sendo assim, a Lei nº 8.666/93 veda a inclusão em licitações de condições que restrinjam o caráter competitivo dos certames; estabeleçam de algum modo, no instrumento convocatório, preferências em função da naturalidade, sede ou domicílio dos potenciais fornecedores; ou trate as empresas brasileiras e estrangeiras sem igualdade de condições.

Todavia, o Estado com o seu poder de compra poderá ser utilizado de maneira a estimular inovações no setor produtivo se o governo combinar duas exigências: a de comprar a

preço conveniente e a de elaborar uma especificação criteriosa para as compras governamentais. Por especificação técnica entende-se a descrição das características gerais do bem que se deseja comprar. Elas estariam bem elaboradas, em termos de desenvolvimento tecnológico, se contemplassem características e exigências que induzissem as firmas a inovar para se habilitarem como fornecedoras do Estado (SOARES, 2005).

Comparando com outros países da região, as compras públicas do governo federal representaram um percentual significativamente inferior do orçamento, mas deve-se levar em conta o fato de que um grande valor das compras públicas no Brasil é executado por Estados e Municípios (BANCO MUNDIAL, 2017). Desta forma, os dados das compras governamentais são mascarados, ao passo que a execução dos recursos federais também é realizada por estados e municípios.

No estudo conduzido por Soares (2005) contemplando firmas industriais brasileiras foram divididas em três categorias a partir de suas estratégias competitivas, a saber: *a*) firmas que inovam e diferenciam produtos; *b*) firmas especializadas em produtos padronizados; e *c*) firmas que não diferenciam produtos e têm produtividade menor. Buscou-se por meio dessa categorização ver a participação das firmas que inovam nas compras do governo. Como resultado, destaca-se que os principais fornecedores do governo são as firmas especializadas em produtos padronizados e dessas empresas o governo comprou 68,7% do total e que 73% dessas compras ocorreram, de 168 firmas. Desse modo, conclui-se que as maiores compras efetuadas pelo governo foram efetuadas de modo padronizado, quase sem a presença de empresas inovadoras participando do processo licitatório.

Além disso, ainda no mesmo estudo, Soares (2005) mostrou que existe um número expressivo de firmas que têm no governo um comprador importante, as quais são beneficiadas por essas compras e que, possivelmente, são empresas defasadas em termos tecnológicos e mercadológicos. Nota-se que a padronização e a adoção de uma especificação mais enxuta fazem com que as empresas beneficiadas pelas compras governamentais não precisam investir em inovação para contratar com o governo.

Em uma análise das *strategic sourcing* das licitações públicas realizadas pelo governo federal durante os três anos de 2012-2014, cobrindo cerca de R\$ 155 bilhões (ou 5% orçamento federal, em média), indica que o governo federal pode economizar entre R\$ 24 bilhões e R\$ 35 bilhões em três anos (ou um valor entre 0.15% e 0.20% do PIB anualmente; aproximadamente 1% do orçamento federal) via a introdução de estratégias customizadas para licitações públicas

(BANCO MUNDIAL, 2017). Diante desse poder de compra que o governo federal possui, faz-se necessário possuir uma boa governança em suas compras públicas.

### 2.1.3 Centralização das Compras

Baily (2000) afirma que existem basicamente três alternativas:

1. Descentralização total, seguindo autonomia plena em cada uma das unidades;
2. Centralização total, que na prática significa que, independentemente das compras locais de pequeno valor, todas as compras são feitas a partir de um escritório central; e
3. Uma combinação das duas.

A adequação da estrutura organizacional também sofre grande influência da opção estratégica por promover compras centralizadas, descentralizadas ou híbridas. Seja em grandes conglomerados econômicos, compostos por várias empresas, cada qual com sua organização de compras. Nos governos nacionais, com vários ministérios, agências e empresas públicas, ou mesmo em menores estruturas, porém descentralizadas organizacional ou fisicamente. A definição do tipo de alternativa é muito importante, pois estabelece o grau de autonomia de cada unidade para a realização de compras, conforme o tipo de material/serviço, quantidade ou valor (SOARES, 2003; ALVAREZ, 2004). Baily et al. (2000) elenca as principais vantagens da centralização e descentralização no Quadro 1.

**Quadro 1** - Vantagens da Centralização e Descentralização

<b>Descentralização</b>	<b>Centralização</b>
O comprador local conhece mais as necessidades de sua fábrica ou unidade específica.	A economia obtida pela consolidação dos pedidos melhora o poder de negociação e facilita os relacionamentos com os fornecedores.
Linhas de comunicação mais simples e conhecimento total das circunstâncias locais.	Evita as anomalias de preços entre as unidades do grupo e a concorrência entre elas por materiais escassos.
Responsabilidade direta do comprador local perante seu chefe imediato permite maior vínculo e controle da alta administração local.	Melhor administração global de estoques e utilização de materiais.

	Menor número de funcionários envolvidos com compras, uniformidade de procedimentos, formulários, padrões e especificações.
--	--

Fonte: Adaptado de Baily et al. (2000, p. 76).

Em relação às vantagens para a estratégia de centralização de compras, Gonçalves (2010, p. 250) destaca que:

as vantagens desse procedimento são inúmeras. Evitam a duplicação e a possibilidade de compradores de um mesmo órgão competir entre si, no que tange às compras de materiais sob sua responsabilidade, levando-se em conta a situação na qual dois ou mais compradores possam adquirir o mesmo material ou insumo para produtos diferentes, de uma ou várias fontes de fornecimento com preços e condições distintas. (GONÇALVES, 2010, p. 250).

No que diz respeito ao processo de centralização de compras, Macohin (2008) destaca algumas vantagens: a centralização implica em um único preço de mercado para os itens, isso independente de sua localização geográfica, uniformizando ações; permite a adoção de um procedimento padrão para todas as compras; permite um atendimento mais eficiente em caso de falta de algum item em qualquer unidade de negócio e apresenta uma melhor gestão dos estoques, com maior eficiência no controle.

Dentro do enfoque desta dissertação, estão sendo ressaltadas apenas as vantagens do processo de centralização, não afastando os prós e contras de todas as alternativas. Nesta perspectiva, Heinritz e Farrel (1994) citam que o princípio econômico da divisão de trabalho e a toda organização funcional estão intrinsecamente ligados às vantagens da centralização, que destacaram:

- Melhor controle ao se isolar o fator material com a possibilidade de se ter um registro completo relativo às transações de compras, obrigações contratuais e gastos em geral;
- Permitir o desenvolvimento de conhecimento especializado, resultando em aquisições mais eficientes e mais econômicas; e
- Proporcionar uma melhoria no desempenho de outros departamentos, que poderão se concentrar em suas próprias atividades por estarem desobrigados da detalhada e minuciosa responsabilidade envolvida nas compras e a função de compras é separada

da influência ou domínio dos outros departamentos, gerando uma maior possibilidade de que as forças potenciais econômicas e geradoras de lucros das compras mereçam maior consideração em função dos seus próprios méritos.

Esse mix de vantagens que a centralização possui, mesmo que similares e com o mesmo objetivo, demonstra que para um bom processo de centralização é necessário seguir algumas proposições, conforme as apresentadas nos trabalhos dos autores (HEINRITZ; FARREL, 1994; BAILY et al., 2000; MACOHIN, 2008; GONÇALVES, 2010).

Ainda, em relação ao aspecto das vantagens da centralização da atividade de compras, de acordo com Baily et al. (2000), estas dependem da habilidade com que o executivo responsável pelo trabalho usa mais eficazmente o poder de compra da empresa. Para a eficácia da centralização do poder de compras, não implica em um mandato ditatorial. Ainda, de acordo com os autores, esta é alcançada com a consolidação das exigências; o desenvolvimento de fontes; a racionalização dos estoques; a simplificação de procedimentos e o trabalho com fornecedores para eliminar custos desnecessários. Sendo assim, permite a eliminação de custos, além de assegurar um fluxo de informações eficaz, que possibilite o atendimento dos objetivos da empresa (BAILY et al., 2000).

Mesmo com a implantação nos governos de compras centralizadas, a tendência da compra centralizada foi contestada por profissionais na área de compras e pesquisadores acadêmicos. Thay (2001) argumenta que a autoridade de compra, especialmente no governo, deve ser descentralizada a fim de fornecer um suporte mais responsivo aos usuários finais, eliminar obstáculos burocráticos para a realização do programa, melhorar a coordenação interdepartamental e capacitar os gerentes de prestação de serviços para adquirir o que eles necessitam sem impedimentos por uma organização centralizada.

Entretanto, uma melhor consolidação da demanda do governo federal constitui a principal oportunidade para geração de economias nas compras públicas. Neste sentido, a sugestão seria realizar uma compra principal para atender a maioria da demanda. Compras paralelas à principal deveriam ser exceções justificadas. Esta estratégia permitiria não somente melhorar os preços de contratação como também uniformizar a qualidade dos produtos adquiridos, o que poderia levar a uma melhoria na média (BANCO MUNDIAL, 2017).

Na pesquisa feita por Thai (2001), o autor rastreou as primeiras compras centralizadas nos Estados Unidos. No nível federal, a primeira ação de compra ocorreu em 1778, quando o

Congresso Continental aprovou a nomeação de comissários de compras, cujo trabalho de compra foi remunerado em 2% do valor de seus desembolsos em apoio ao exército continental. Já em 1792, o Congresso dos Estados Unidos aprovou uma lei relacionada às compras que autorizava os Departamentos da Guerra e do Tesouro a fazer compras em nome dos Estados Unidos. A primeira aquisição significativa, feita em 1794, foi para um grupo de seis grandes fragatas para a nova Marinha dos Estados Unidos.

Em um estudo encomendado pelo governo brasileiro ao Banco Mundial (2017), revelaram os dados estudados sobre a aquisição de automóveis dos anos 2014-2016, cujos fornecedores apresentaram preços diferentes pelo mesmo produto, dependendo do órgão comprador, da quantidade demandada, do período do ano entre outros. Em um caso, o preço por um mesmo automóvel teve variação de 40%. O relatório propôs uma estratégia centralizada de compras, que poderia gerar economias e minimizar a assimetria de informação entre os diferentes órgãos do governo, que resulta em substancial variação de preços por produtos similares.

Por conseguinte, uma das grandes discussões de compras governamentais é como conseguir o melhor preço com estimulação da competição e eliminação da corrupção. Deve-se, portanto, encontrar o equilíbrio entre a Centralização vs. Descentralização. Em outras situações a centralização é mais eficiente como efetivação de processos de compras para o Sistema de Registro de Preços (TRIDAPALLI; FERNANDES; MACHADO, 2011). Tal sistema será abordado do subitem 2.1.5, desta dissertação, porém cabe ressaltar que o referido sistema permite a agregação de demandas de diversas organizações para realização de um processo unificado.

#### 2.1.4 A origem do pregão eletrônico

A Lei nº 8.666/1993, conhecida como “Lei Geral de Licitações”, estabelece normas gerais sobre licitações e contratos administrativos pertinentes a obras, serviços, inclusive de publicidade, compras, alienações e locações no âmbito dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios (BRASIL, 1993). Deste modo, torna-se obrigatória aplicação para os fundos especiais, as autarquias, as fundações públicas, as empresas públicas, as sociedades de economia mista e demais entidades controladas direta ou indiretamente pela União, Estados, Distrito Federal e Municípios, bem como órgãos da administração direta (BRASIL, 1993).

Segundo Pimenta (1998), as regras de licitações da maioria dos organismos internacionais admitem certa flexibilidade de negociação entre o gestor e a empresa contratada. Na maioria dos países da América Latina isto não ocorre, e as licitações são excessivamente burocratizadas e lentas, pois partem de um paradigma de controle burocrático de processo de trabalho e não de um paradigma de flexibilidade de gestão com controle de resultados. Assim, os princípios aplicados nas normas internacionais são uma influência muito positiva para todo o processo de negociação em curso.

A despeito da flexibilidade permitida por alguns organismos internacionais nas negociações públicas, a lei brasileira estabelece ritos licitatórios comuns e bastante formais entre organizações de diferentes naturezas, portes e realidades, eliminando qualquer flexibilidade ao gestor, sendo amplamente considerado um arcabouço legal rigoroso (FIUZA, 2009). Claramente, ainda, nos dias de hoje, prevalece a burocracia para efeito de cumprimento de regras e procedimentos.

Sobretudo, a seleção da proposta mais vantajosa era o objetivo principal do rito licitatório, porém com as inovações trazidas pela Medida Provisória (MP) nº 495, de 19 de julho de 2010, logo convertida na Lei nº 12.349, de 21 de junho de 2010, incorporou a promoção do desenvolvimento nacional sustentável. Dessa maneira, agora, a licitação destina-se além de garantir a observância do princípio constitucional da isonomia, também selecionar a proposta mais vantajosa para a administração e fomentar o desenvolvimento nacional sustentável.

Recentemente, com o fito da sustentabilidade ambiental, uma nova regulamentação entrou em vigor. O Decreto nº 7.746, de 05 de junho de 2012, estabeleceu critérios, práticas e diretrizes de sustentabilidade voltadas para aquisição de bens e na contratação de serviços e obras na administração pública, tais especificações técnicas deverão estar expressas no instrumento convocatório. Para Squeff (2014), assim, constitui-se um cenário em que as contratações da administração deixam de ser vistas como mero instrumento para satisfazer suas necessidades, tais como a aquisição de bens móveis ou imóveis, a obtenção de serviços e realização de obras: elas passam a ser consideradas como um instrumento da realização de políticas públicas mais amplas.

Se outrora a condição de vantagem das propostas era analisada, na grande maioria das licitações, apenas sob a ótica da economicidade, passa agora a administração a admitir que a proposta mais vantajosa possa ensejar o desembolso de valores superiores sob determinadas

condições consideradas necessárias para a promoção do desenvolvimento nacional sustentado (SQUEFF, 2014).

Segundo o Tribunal de Contas da União (2010, p. 19):

licitação é procedimento administrativo formal em que a Administração Pública convoca, por meio de condições estabelecidas em ato próprio (edital ou convite), empresas interessadas na apresentação de propostas para o oferecimento de bens e serviços. (TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO, 2010, p. 19).

Para a condução desse procedimento é necessário escolher uma modalidade específica, conforme prevista na Tabela 1, a qual é parametrizada por valores, sendo vedado seu fracionamento.

**Tabela 1** - Modalidades de licitação

<b>Modalidades</b>	<b>Obras e Serviços</b>	<b>Compras</b>
Convite	R\$ 15.000,00 a R\$ 150.000,00	R\$ 8.000,00 a 80.000,00
Tomada de Preços	R\$ 150.000,00 a 1.500.000,00	R\$ 80.000,00 a 650.000,00
Concorrência	Acima de R\$ 1.500.000,00	Acima de R\$ 650.000,00
Concurso	Não há limite de Valor	Não há limite de valor
Pregão	Não há limite de Valor	Não há limite de valor

**Fonte:** Lei nº 8.666/93 e Lei nº 10.520/02.

Outrossim, não incluso na tabela 1, Pinto (2020) ressalta ainda que são permitidas a dispensa em função do valor previsto na compra de bens e contratação de serviços até R\$17.600,00, e para obras e serviços de engenharia no valor de até R\$33.000,00; emergências ou de calamidade pública; e, quando o processo licitatório levar a resultados antieconômicos.

Dos limites iniciais previstos na tabela 1, percebia-se uma defasagem no reajuste dos valores que os gestores sempre reivindicaram. Com a promulgação do Decreto nº 9.412, de 19 de junho de 2018, os valores foram atualizados em 120% em comparação aos anteriormente definidos. Pinto (2020) ressalta que os valores estavam congelados há 20 anos, sendo isso uma das maiores reclamações da Lei Geral de Licitações.

A Modalidade de licitação é a forma específica de conduzir o procedimento licitatório, a partir de critérios definidos (TRIBUNAL DE CONTAS, 2010). Inicialmente, encontravam-se previstas na Lei nº 8.666/93 as seguintes modalidades: concorrência, tomada de preços,



convite, concurso e leilão. Portanto, o valor estimado para a licitação é o que o gestor público deve pautar-se para a escolha da modalidade pretendida. Na tabela 2 encontram-se as modalidades originalmente previstas na Lei nº 8.666/93.

**Tabela 2** - Modalidades Licitatórias previstas na Lei nº 8.666/93

<b>Concorrência</b>	Modalidade realizada entre interessados do ramo de que trata o objeto da licitação que na fase de habilitação preliminar comprovem possuir os requisitos mínimos de qualificação exigidos no edital. É cabível em qualquer dos casos de licitação e valor estimado do objeto da contratação.
<b>Tomada De Preços</b>	Modalidade realizada entre interessados do ramo de que trata o objeto da licitação, devidamente cadastrados ou que atenderem a todas as condições exigidas para cadastramento até o terceiro dia anterior à data do recebimento das propostas, que comprovem possuir os requisitos mínimos de qualificação exigidos no edital.
<b>Convite</b>	Modalidade realizada entre interessados do ramo de que trata o objeto da licitação, escolhidos e convidados em número mínimo de três pela Administração. Convite é modalidade de licitação mais simples. A Administração escolhe entre os possíveis interessados quem quer convidar, cadastrados ou não. A divulgação deve ser feita mediante afixação de cópia do convite em quadro de avisos do órgão ou entidade, localizado em lugar de ampla divulgação, conforme a Lei de Licitações.
<b>Leilão</b>	Modalidade de licitação entre quaisquer interessados para a venda de bens móveis inservíveis para a administração ou de produtos legalmente apreendidos ou penhorados, ou para a alienação de bens imóveis prevista no art. 19, a quem oferecer o maior lance, igual ou superior ao valor da avaliação.
<b>Concurso</b>	Modalidade de licitação entre quaisquer interessados para escolha de trabalho técnico, científico ou artístico, mediante a instituição de prêmios ou remuneração aos vencedores, conforme critérios constantes de edital publicado na imprensa oficial com antecedência mínima de 45 (quarenta e cinco) dias.

**Fonte:** Adaptado da Lei nº 8.666/93 e TCU (2010).

Posteriormente, o Decreto nº 3.555, de 08 de agosto de 2000, aprovou o regulamento para a modalidade de licitação denominada pregão, para aquisição de bens e serviços comuns. Em seguida, foi instituída a Lei nº 10.520, de 17 de julho de 2002, no âmbito da União, Estados, Distrito Federal e Municípios, nos termos do art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, modalidade de licitação denominada pregão, para aquisição de bens e serviços comuns. Soma-se à Tabela 2 esta nova modalidade de licitação.

Para Shakya (2012) os problemas inerentes aos processos de aquisição tradicionais baseados em papel, pregão presencial, incluem, além da falta de informações gerenciais, ineficientes procedimentos, altos custos de conformidade para fornecedores e departamentos, metodologias de aquisição simplistas e ineficazes, e uma profunda falta de transparência. Nessa toada, o Decreto nº 5.450, de 31 de maio de 2005, regulamentou o pregão, na sua forma eletrônica, para aquisição de bens e serviços comuns.

O Tribunal de Contas (2010) define pregão como a modalidade realizada entre interessados no objeto da licitação que comprovem possuir os requisitos mínimos de qualificação, em que a disputa pelo fornecimento de bens ou serviços comuns é feita em sessão pública. Tal modalidade destina-se à contratação de bens e serviços comuns, independentemente do valor referenciado, podendo ser presencial ou eletrônico. Contudo, a nova modalidade tem a possibilidade de deixar mais célere o procedimento licitatório, por conseguinte, acelerando as contratações públicas.

Dentre os benefícios trazidos pelo pregão, Motta (2010) identificou que a inversão da fase de habilitação proporcionou uma sensível redução do tempo das compras, especialmente para aquisições de bens e serviços comuns. Já em relação à celeridade, podendo chamar de tempo gasto com o procedimento licitatório, o pregão eletrônico e presencial se apresenta mais eficiente que as demais modalidades de licitações e possuem o mesmo tempo médio, visto que as fases do processo de ambos são iguais (FARIA et al., 2011). Dessa forma, infere-se que a nova modalidade tem um maior potencial de melhorar a governança das compras públicas.

Recentemente, em 20 de setembro de 2019, foi promulgada a Lei nº 10.024, que regulamentou a licitação, na modalidade pregão, na forma eletrônica, incluindo as seguintes inovações: os serviços comuns de engenharia e o uso da dispensa eletrônica, no âmbito da administração pública federal. Tais medidas contemplam a evolução das legislações citadas anteriormente. Até o momento, não existe plataforma digital para o funcionamento da dispensa eletrônica. Sendo assim, para o aprimoramento dos órgãos do governo, a estrutura de governança de compras públicas deve trabalhar em consonância com as legislações em vigor.

Diante de tal modalidade, surge um procedimento para o registro formal de preços relativos à prestação de serviços e aquisição de bens, oriundos dos pregões eletrônicos realizados pela administração pública. O importante avanço chama-se sistema de registro de registro de preços (SRP), cuja compreensão e funcionamento são relevantes para o entendimento das compras governamentais, razão pela qual o sistema será apresentado a seguir.

### 2.1.5 O Sistema de Registro de Preços

Com a promulgação do Decreto nº 3.931, de 19 de setembro de 2001, foi regulamentado o Sistema de Registro de Preços (SRP) previsto no art. 15, da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, e deu outras providências. Este foi revogado pelo atual Decreto nº 7.892, de 23 de janeiro de 2013. Com a vigência do atual, que não deve ser entendido como uma modalidade de licitação, mais sim como uma ferramenta que visa auxiliar nas compras de materiais e contratações de serviços, consolidou-se o previsto no art. 15, da Lei nº 8.666/93.

O SRP é o conjunto de procedimentos para registro formal de preços relativos à prestação de serviços e aquisição de bens, para contratações futuras, por no máximo um ano de vigência ou até o esgotamento das quantidades, e é realizado por intermédio de pregão eletrônico, operado do *comprasnet* (BRASIL, 2013). Para Justen Filho (2014) o SRP é uma espécie de cadastro de produtos e fornecedores, selecionados por meio de licitação eletrônica, para contratações sucessivas de bens e serviços, respeitados os lotes mínimos e outras condições previstas no edital, configurando-se como um contrato normativo.

No art. 3º, do Decreto nº 7.892/2013, estão configuradas as hipóteses na qual o SRP poderá ser adotado, são elas: i) quando, pelas características do bem ou serviço, houver necessidade de contratações frequentes; ii) quando for conveniente a aquisição de bens com previsão de entregas parceladas ou contratação de serviços remunerados por unidade de medida ou em regime de tarefa; iii) quando for conveniente a aquisição de bens ou a contratação de serviços para atendimento a mais de um órgão ou entidade, ou a programas de governo; ou iv) quando, pela natureza do objeto, não for possível definir previamente o quantitativo a ser demandado pela Administração. Sendo assim, não existem dúvidas quanto a sua aplicação, pois o legislador foi taxativo na formulação das hipóteses.

Bittencourt (2015) ratifica o entendimento e diz que é extremamente importante atentar que a utilização do SRP não se enquadra como ato discricionário da administração pública, ou seja, o agente público não está autorizado a optar por sua utilização ou não. A princípio, o uso da sistemática é obrigatório, só podendo ser descartado quando houver comprovada inviabilidade.

Consoante os autores Oliveira e Carvalho (2013), o SRP representa poderoso instrumento para a gestão dos recursos públicos, contribuindo sobremaneira para a eficiência das contratações, sobretudo por possibilitar economia de recursos materiais e humanos a partir

da realização de um procedimento licitatório composto por diversos órgãos, o que implica a redução da quantidade de licitações e a otimização do controle dos suprimentos, com o implemento de estoques virtuais.

Bittencourt (2015) dispõe que:

[...] pode-se concluir, em síntese, que o SRP destina-se às licitações para as compras e contratos frequentes da Administração Pública, o que, inquestionavelmente, agiliza e simplifica, afastando entraves burocráticos que ocorrem nas licitações comuns. Além disso, também é uma ótima ferramenta nas compras de demandas incertas ou de difícil mensuração. (BITTENCOURT, 2015, p. 21).

Um processo licitatório realizado pelo Sistema de Registro de Preços pode resultar em inúmeros contratos, uma vez que a administração pública pode deixar de realizar novas licitações a cada contratação, trazendo maior eficiência ao processo de compra, já que pode se beneficiar de uma maior economia de escala além de ter seus custos operacionais reduzidos (PINTO, 2020). Ao conceituar o SRP Meirelles (2011) afirma que se trata de um sistema de compras pelo qual interessados em fornecer determinados bens à administração pública concordam em manter os preços registrados junto ao órgão gerenciador, corrigidos ou não, por um determinado período, bem como a fornecer as quantidades solicitadas durante um período previamente estabelecido.

A Ata de Registro de Preços (ARP), fruto do término do procedimento licitatório, serve para formalizar a fixação desses preços ao longo do tempo. Todavia, ao comentar sobre a ARP, Bittencourt (2015) afirma que é o documento que registrará os preços das propostas classificadas na licitação, de acordo com os critérios estabelecidos no edital, bem como as condições para os contratos que poderão ser celebrados futuramente entre os que registram os preços e o poder público. Segundo o Decreto vigente que versa sobre o SRP, não é compulsória a aquisição da totalidade dos itens previstos na ARP. Além disso, sua contratação pode ocorrer, somente quando houver necessidade de obtenção dos itens de consumo.

Ademais, todas as organizações públicas integrantes da administração pública federal têm que se adequar a nova realidade de contratação, a qual facilitará o desempenho do gestor público, além de dar mais transparência e celeridade para as aquisições públicas. Com isso, a adoção do SRP garante agilidade e segurança, bem como economia (BITTENCOURT, 2015).

Em um relatório encomendado pelo Brasil, o Banco Mundial (2017) ao analisar dados de compras recomendou que as ofertas de registros de preços necessitam ser enfaticamente

melhoradas. O registro de preços não só resultou em maiores preços, contrário ao objetivo original do instrumento, mas também grande parte dos órgãos preferiram compras individuais a menos que a proximidade do final do ano não permitisse tempo suficiente. Mais de sete mil produtos foram oferecidos por registro de preços, um número exponencialmente superior ao encontrado em organizações onde o instrumento traz resultados positivos. Com isso, infere-se que o registro de preços foi usado para compras em que o instrumento não seria a melhor opção.

Sem dúvidas, que o SRP traz vantagens que podem ser encontradas com a sua adoção, destacam-se a simplicidade atribuída ao processo de compras, com a consequente redução do número de processos licitatórios. Entretanto, uma reformulação do registro de preços com o objetivo de melhorar os resultados e as ofertas de produtos será um elemento fundamental para aumentar a eficiência das compras públicas (BANCO MUNDIAL, 2017).

#### 2.1.6 Compras Públicas eletrônicas

A legislação de licitações tem seu marco na promulgação da Lei Geral de Licitações em 1993, que ao longo de tempo foi sendo modificada e complementada de acordo com os anseios dos cidadãos e com o desenvolvimento das Tecnologia da Informação e Comunicação, fazendo com que muitas inovações fossem sendo implementadas (PINTO, 2020). O advento da Internet tem consequências para o governo muito além de uma nova forma de prestação de serviços públicos. Em 2004, a OCDE concluiu uma análise aprofundada de como o *E-government* (governo eletrônico) pode apoiar um governo mais eficiente, eficaz e focado no usuário. Assim, a integração do governo eletrônico com a governança em compras públicas pode ajudar na redução de custos e na melhoria dos serviços públicos (OCDE, 2004).

De acordo com Moon (2002) a funcionalidade e utilidade das tecnologias da *Web* na gestão pública podem ser dividida em duas categorias: interna e externa. Internamente, a *Web* e outras tecnologias prometem potencial tão eficaz e ferramentas gerenciais eficientes que coletam, armazenam, organizam e gerenciam um enorme volume de dados e informações. Externamente, usando a função de *upload* e *download*, as informações e dados mais atualizados podem ser exibidos na internet em tempo real. Desse modo, um sistema de intranet ou internet auxiliam consideravelmente os governos na gestão dos recursos públicos.

Um dos esforços mais promissores é o chamado e-GP (*e-Government Procurement*), chamado de “aquisições governamentais eletrônica”, que consiste em disponibilizar serviços governamentais, sejam eles internos ou externos, utilizando-se os modernos instrumentos de TI,

mais especificamente a internet (TRIDAPALLI; FERNANDES; MACHADO, 2011). Todavia, o e-GP traz benefícios para os gestores públicos que incluem: custos mais baixos, melhoria na qualidade das compras e aumento da produtividade. Além disso, o e-GP incentiva a transformação dos procedimentos de aquisição, facilita tomada de decisão pública transparente e é um impedimento à falta de conformidade e corrupção (SHAKYA, 2012).

A implementação do e-GP tem sido considerada na literatura como uma das mais promissoras ferramentas para melhoria da transparência e eficiência na aquisição de bens e serviços para o setor público (TRIDAPALLI; FERNANDES; MACHADO, 2011). Para Shakya (2012) as implementações de e-GP devem ser baseadas nos princípios básicos de aquisição e construídos em torno da estrutura de governança aquisição, que fornece um plano claro de orientação de compras para seu desenho e implementação. Entretanto, é preciso ter claro que a melhoria na gestão de suprimentos não dependerá somente da implantação dos sistemas computadorizados, que servirão apenas como ferramenta de execução (TRIDAPALLI; FERNANDES; MACHADO, 2011).

O *e-commerce* (comércio eletrônico) tem se constituído num modelo de negócios que tem crescido vigorosamente desde os anos 1990 com a difusão do uso da internet. Neste aspecto o governo tem se utilizado do potencial das ferramentas de governo eletrônico (TRIDAPALLI; FERNANDES; MACHADO, 2011). Com isso, os gestores públicos de todo o mundo terão de estar atentos e incorporar todos os conceitos e novidades que, normalmente, são originados da iniciativa privada.

Nos últimos 40 anos, enquanto organizações do setor público e privado têm utilizado sistemas de Tecnologia da Informação (TI) para agilizar e automatizar seus processos de compra e outros, apenas na década passada em que os sistemas de *e-Procurement* (compras eletrônicas) chamaram a atenção. Nesse sentido, uma série de agências do setor público em todo mundo apontaram o *e-Procurement* como uma prioridade de agenda para o governo eletrônico e implementaram ou estão em processo de implementação de sistemas de *e-Procurement* comercial (VAIDYA, SAJEEV; CALLENDER, 2006).

A maioria dos governos de países em desenvolvimento e desenvolvidos gostaria de implementar a tecnologia de compras eletrônicas públicas de forma a aumentar a transparência e a responsabilidade nos processos de compras governamentais (NEUPANE et al., 2012). A implementação de iniciativas de *e-Procurement* deve ser vista como um esforço para melhorar as metas de aquisição, que normalmente incluem qualidade, oportunidade, custo, diminuição

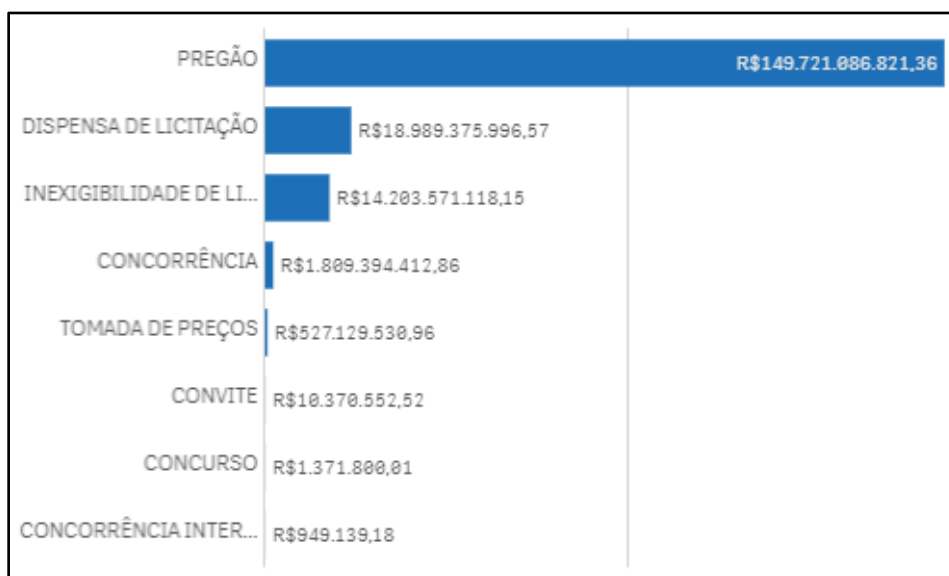
de riscos do negócio, técnicos e financeiros, a maximização da competição e a manutenção da integridade (VAIDYA; SAJEEV; CALLENDER, 2006).

Motta (2010) cita a colaboração das organizações privadas, principalmente, a área de compras se presta, especialmente com os significativos avanços conceituais dos últimos anos no campo da gestão empresarial, à compreensão da relevância de ideias como planejamento, inovação, cooperação, parceria, foco no cliente, proatividade, para citar alguns dos conceitos tidos na atualidade como parâmetros básicos para a sobrevivência da empresa moderna em meio à competição global, e que possuem potencial de adaptação pelo setor público.

O Decreto nº 1.094, de 23 de março de 1994, que regulamentou os arts. 30 e 31, do Decreto-Lei nº 200, de 25 de fevereiro de 1967, instituiu o Sistema de Serviços Gerais (SISG) na administração federal direta do poder executivo federal, das autarquias federais e fundações públicas e possuem sua estrutura de compras pautadas pelo SISG. O surgimento do SISG englobou um esforço de coordenação das atividades logísticas em prol da eficiência.

Do ponto de vista do volume de recursos gastos em aquisições públicas, na administração federal direta brasileira são modestas, porém representam entre 12 e 15% do PIB, segundo consta do estudo de Silva e Barki (2012). Muito significativas no contexto nacional, como se pode verificar a relevância e alcance das compras públicas, elas alcançaram no ano de 2020 um total de R\$ 185.263.249.371,61, em todas as modalidades de licitação previstas na Lei Geral de Licitações, de acordo com a Figura 3.

**Figura 3** – Painel de Compras Públicas Federais por modalidade de licitação

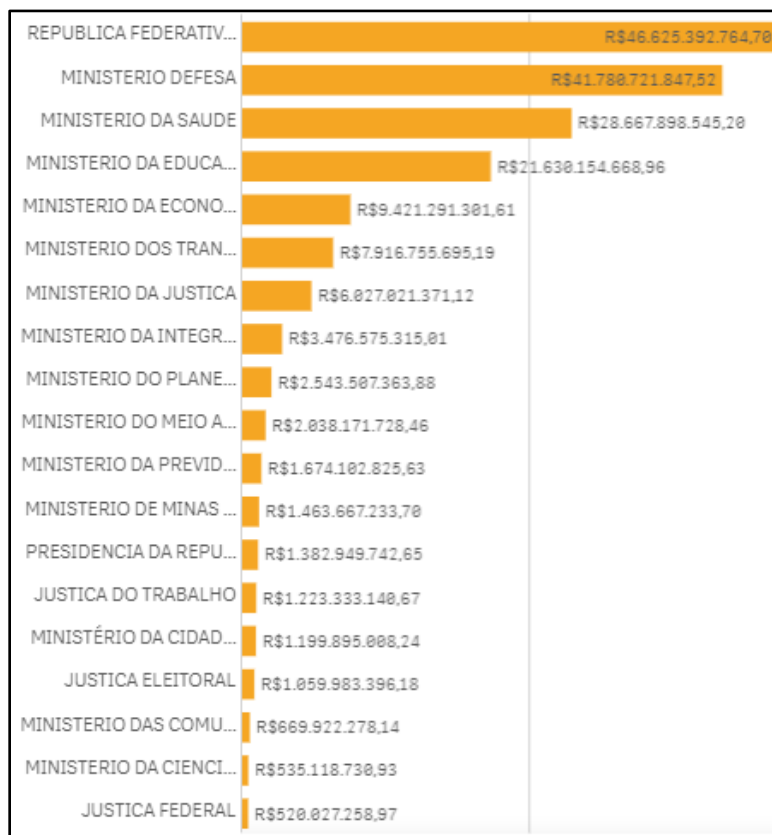


**Fonte:** Ministério da Economia (2020).

Dentre as atribuições do SISG estão atividades de: administração de edifícios públicos e imóveis residenciais, material (aqui previstas as atividades atinentes às compras públicas), transporte e comunicações administrativas e documentação. Por meio do art. 7º do mesmo Decreto, criou-se o Sistema Integrado de Administração de Serviços Gerais (SIASG), com objetivo de auxiliar o SISG, destinado à sua informatização e operacionalização, cuja finalidade precípua é integrar os órgãos da administração pública federal direta, autárquica e fundacional. O SIASG é o sistema onde são realizadas as operações das compras governamentais dos órgãos integrantes do SISG. Contudo, todas as operações pautam-se na Lei Geral de Licitações.

Dentre os 15 principais compradores públicos da administração pública federal do ano de 2020, conforme explicita a figura 4, destaca-se o Ministério da Saúde. Por tratar-se de um ano de enfrentamento ao Covid-19, desta maneira, atípico, ele foi o terceiro maior comprador, o que não se figurava em 2018 e 2019. Assim, em 2020, figura-se entre os maiores compradores públicos do país, precedidos apenas pelo Ministério da Defesa e pela República Federativa do Brasil, respectivamente.

**Figura 4** – Gastos dos 15 principais órgãos da Administração Pública Federal em 2020



**Fonte:** Painel de compras públicas (2020).



Para o funcionamento e operacionalização do SIASG, em 1998, foi criado o portal COMPRASNET, na internet, facilitando o acesso às diversas funcionalidades do sistema. Para Fernandes (2003) o portal de compras do governo federal na internet, no endereço eletrônico [www.gov.br/compras/pt-br](http://www.gov.br/compras/pt-br), oferece os serviços de cadastramento de fornecedores (SICAF), de consulta aos catálogos (CATMAT e CATSER) e aos preços praticados (SISPP), de publicação de avisos, editais, resultados de licitações, extratos de contratos, cotação eletrônica, além dos programas de acesso ao pregão e consultas estatísticas do SIASG.

O Portal de Compras tem sido bastante difundido tendo em vista a grande visibilidade que ele dá aos processos de compras e licitações públicas, estimulando a participação de fornecedores, oferecendo ferramentas que os auxiliam a acessar os processos de compras, através de anúncios de extrato do aviso de editais, contribuindo para a redução de custos e aumentando a transparência dos certames. Além disso, os fornecedores podem aumentar suas participações nos processos realizados integralmente pelo COMPRASNET, como os pregões eletrônicos (FERNANDES, 2019).

Nesse sistema, são operadas várias transações cotidianamente pelos milhares de servidores públicos dedicados às funções de compras e gestão de contratos. Entender como se constituem e interagem estes elementos, é parte do caminho necessário à compreensão dos mecanismos de gestão da qualidade do gasto público federal (MOTTA, 2010). Dessa forma, todos os processos de compras e contratações obrigatoriamente passaram a transitar pelo SIASG. Contudo, na literatura, a implementação do *e-government procurement* tem sido considerada uma ferramenta promissora para melhoria da transparência e eficiência nas contratações do setor público.

#### 2.1.7 *E-Governance*

Deve-se destacar que, quanto maior for a capacidade de governança de uma determinada instituição pública, maior será a possibilidade de que sejam bem aplicados os recursos públicos em favor da sociedade (NETO; JUNIOR, 2020). Assim como na iniciativa privada, é importante ter no setor público um sistema de gestão logística, construído a partir da utilização das ferramentas de governança eletrônica com incorporação de técnicas, processos e princípios extraídos da iniciativa privada. Aliados a estes conceitos de gestão eletrônica, tem que incorporar ainda conceitos de gestão da iniciativa privada, pois a capacidade de inovação deste

segmento é muito maior que a do setor público (TRIDAPALLI; FERNANDES; MACHADO, 2011).

Consoante Shakya (2012), o potencial da tecnologia para melhorar a governança e transparência tem sido amplamente divulgada nos últimos dez anos. A tecnologia aprimora muito o acesso às informações de gerenciamento, para fins de planejamento, pesquisa de mercado, solicitação de mercado, administração de contratos, bem como auditoria. Sendo assim, para a implementação de um sistema robusto de compras eletrônicas é necessária uma excelente estrutura de governança.

Tridapalli, Fernandes e Machado (2011) afirma que as atividades de compras públicas e de gestão da cadeia de suprimentos, em sua grande maioria, podem ser realizadas através da internet: na perspectiva do cidadão, visando oferecer serviços de utilidade pública ao cidadão contribuinte, na perspectiva de processo, visando repensar o *modus operandi* dos processos produtivos, na perspectiva da cooperação, visando integrar os vários órgãos governamentais - e estes com outras organizações privadas e não governamentais, de modo que o processo decisório possa ser agilizado, sem perda de qualidade, assim como se evita fragmentação e redundâncias hoje existentes nas relações entre esses vários atores - ou na perspectiva da gestão do conhecimento, visando permitir ao governo, em suas várias esferas, criar, gerenciar e disponibilizar em repositórios adequados ao conhecimento tanto gerado quanto acumulado por seus vários órgãos.

A governança em compras públicas com seus instrumentos como atos, regras e regulamentos de licitações públicas, também influenciam a governança na comunidade de licitações. Os decisores políticos devem levar a transparência do setor público em consideração ao projetar a implementação de reformas de aquisições públicas voltadas para o setor de compras mantendo o relacionamento entre as partes interessadas incluindo licitantes e compradores, ignorando tais inter-relações entre a governança do setor público e privado pode reduzir a relevância das reformas políticas (SHAKYA, 2012).

A necessidade de prevenir o favoritismo e a corrupção levou legisladores no mundo todo garantir que leilões abertos e transparentes onde os licitantes tenham tratamento igual (mesmo quando em algumas dimensões eles têm registros de rastreamento muito diferentes). A competição aberta não é vista apenas como um instrumento para alcançar eficiência e valor para dinheiro do contribuinte, mas também para manter os compradores públicos responsáveis, limitando seu arbítrio na atribuição de fundos públicos (SPAGNOLO, 2012).

Em um estudo conduzido por Wu, Yan e Vyas (2020) em dois países pertencentes ao BRICS, China e Índia, os autores mostraram que, no geral, os funcionários públicos pensam positivamente sobre transparência e tecnologia na redução da corrupção. Adotam informações e tecnologias de comunicação para facilitar a abertura e transparência em seus governos e, portanto, reduzir a corrupção. Por mais que a tecnologia da informação tenha impactado o setor, reduzindo o trabalho burocrático e facilitado o fluxo de informações, as decisões chaves do processo de aquisição ainda são tomadas por seres humanos, que necessitam de habilidades e conhecimentos específicos. Mas tais habilidades e conhecimentos estão intrinsecamente ligados às tarefas que desempenham e às expectativas a que estão submetidos (MOTTA, 2010).

Devido à importância da contratação pública (em termos de tamanho dos bens, serviços e ativos de capital adquiridos pelos governos; e o uso da contratação pública para atingir objetivos sociais, econômicos e outros), ela deve ser administrada por uma força de trabalho profissional equipada com as habilidades e conhecimentos necessários por meio de treinamento e educação (THAI, 2001). Para formalizar essa contratação pública o autor afirma que o profissional de compras deverá possuir habilidades e conhecimentos interdisciplinares, incluindo economia, ciência política, administração pública, contabilidade, marketing, direito, pesquisa operacional, engenharia, arquitetura, entre outros. Para Gnoffo (2021) o aprimoramento da tecnologia e do treinamento de pessoal pode promover o desempenho organizacional em termos de melhor expertise, responsabilidade e comunicação interna contra riscos de corrupção em aquisições.

De acordo com Tridapalli, Fernandes e Machado (2011), os subsistemas praticados hoje e defendidos por pesquisadores e gestores, são os seguintes: cadastramento dos materiais e serviços, engenharia de padronização de materiais, cadastramento de fornecedores, processo de aquisição governamental, estratégias de compras, planejamento estratégico de compras, gestão das compras sustentáveis, gestão do custo total de propriedade, gestão da aquisição pública de pequenos fornecedores, sistemas de compras referenciais, gestão dos estoques no serviço público, diligenciamento das compras, gestão de banco de preços referenciais, gestão das alianças estratégicas, gestão financeira e orçamentária, gestão de recursos humanos, homologação de marcas e produtos, gerenciamento do armazenamento e movimentação física dos estoques, gestão técnica da redução de gastos, aqui incluindo a gestão da frota de veículos, gestão de bens patrimoniais, gestão das diárias e passagens, gestão de contratos, gestão estratégica por indicadores da cadeia de suprimento, gestão de protocolo e trâmite de processos,

gestão jurídica, gestão de atas de registro de preços, gestão da transparência e da ética, gestão da distribuição logística, gestão da assinatura digital, gestão de suprimento de fundos para pequenas compras, gestão da auditoria interna, entre outras.

De acordo com os sistemas supracitados, percebe-se que existe uma ampla gama de gestões que compreendem uma estrutura de governança em compras públicas. No geral, as organizações públicas e o governo trabalham para tornar o seu capital humano voltado às compras públicas cada vez mais especializado. A partir desta especialização, Thai (2001) enxerga que os profissionais de compras públicas, por meio de sua experiência com o sistema de regulamentação de compras, tornam-se uma importante fonte de *feedback* para ajustes, melhorias ou reformas nas compras.

De acordo com Tridapalli, Fernandes e Machado (2011), sem um sistema de compras e de gestão da cadeia de suprimento, com um conjunto de funcionalidades bem definidas, parece impossível apresentar o estado de progresso e avaliação do sucesso de iniciativas de um sistema de compras implantado no setor público. Para a operacionalização e cumprimento dos objetivos de aquisição, Shakya (2012) diz que uma boa estrutura de governança, por meio do sistema e-GP, é necessária e deve incluir:

- Estrutura de Aquisições - Estabelecimento de uma estrutura de objetivos, princípios, procedimentos, responsabilidades, legislação e diretrizes;
- Planejamento de Aquisições - Uma metodologia de plano de aquisições;
- Gestão de Riscos - Estabelecimento de uma estrutura de gestão de riscos;
- Avaliação de Aquisições - Monitoramento e avaliação da estrutura de desempenho; e
- Funções institucionais e competência individual - profissionalização e credenciamento para governança e desempenho.

O sistema de aquisições, normalmente, tem a necessidade de ajustes ou melhorias e, em alguns casos, o *feedback* pode indicar que os regulamentos ou políticas de aquisição e/ou padrões de aquisição da agência não são mais atuais ou adequados, e ajustes ou reformas são necessários. Este *feedback* vem de profissionais de compras que podem se sentir frustrados com todo o sistema, incluindo regulamentos e processos de compras inadequados e falta de integridade de compras devido às inferências dos formuladores de políticas (THAI, 2001). Em

suma, com a ausência do *feedback* os formuladores de políticas e profissionais de administração não ficam sabendo de problemas existentes no sistema de compras públicas.

Thai (2001) compara o sistema de compras públicas a um carro depois de montado. Seu desempenho depende de muitos fatores, incluindo a qualidade de suas peças, projeto de engenharia, condições da estrada, do tráfego e do motorista. Da mesma forma, o desempenho veicular de um sistema de compras públicas depende de seus elementos. Como esses elementos variam entre as entidades governamentais, é impossível chegar a um sistema de compras públicas de tamanho único e o desempenho de um sistema depende não apenas de seus elementos, mas também de sua química.

Portanto, diante da evolução das compras eletrônicas governamentais conclui-se que é fundamental ter um sistema estruturado e consolidado de compras públicas, com profissionais qualificados e preparados para a realização das compras. E para o sucesso do das compras públicas, os setores devem, ainda, trabalhar de forma integrada com os diversos profissionais envolvidos indiretamente nas aquisições. Ademais, acrescenta Thai (2001) que a profissionalização de práticas de aquisição pode impactar positivamente em todos os países. Diante disso, talvez com o apoio de uma estrutura de governança de aquisições eletrônicas governamentais ajude a aprimorar a gestão da despesa pública.

## **2.2 Governança em Compras Públicas**

Um dos conceitos de governança, bem resumido, utilizados por Bresser-Pereira (1998, p. 83) “é a capacidade financeira e administrativa em sentido amplo de uma organização de implementar suas políticas”. Porém, para Guedes e Da Silva Júnior (2021) não há um consenso em torno do conceito de governança pública, pois este possui diversas formas que dependem do aspecto em que será analisado. Para ampliar o conceito em torno do tema, o capítulo buscará trazer o conceito de governança, bem como a evolução histórica nas legislações em torno do tema.

Para Neto e Junior (2020) é comum ouvir que o país gasta mal os seus recursos e na maioria dos casos a população desconhece como foi empregado esse gasto. Essa falta de transparência nos traz a necessidade de governança pública como promotora da eficiência e eficácia da gestão desses recursos. Segundo Matias-Pereira (2010), ainda que o surgimento do termo governança tenha se dado no contexto do setor privado, resguardadas as devidas especificidades, a aplicação de seus princípios básicos, como transparência, equidade,

cumprimento de leis, prestação de contas e conduta ética, podem ser aplicados em organizações do setor público.

A expressão “governança”, muito utilizada atualmente, não é encontrada apenas uma definição, de fato é a imprecisão dos conceitos que implica em dificuldades da análise científica. Como a palavra está em um grande momento de sua utilização, seus conceitos variam de autor para autor, sem que se tenha um cuidado em analisar a expressão (Matias-Pereira, 2012). Não obstante, atualmente, existem alguns princípios da governança pública organizacional que o Tribunal de Contas da União considera importantes, são eles: 1) capacidade de resposta; 2) integridade; 3) transparência; 4) equidade e participação; 5) *accountability*; 6) confiabilidade; e 7) melhoria regulatória (TCU, 2021b). Tais princípios servem para que o gestor público se balize nas ações tomadas quando agindo em nome da administração pública.

O Tribunal de Contas da União, em seu Referencial de Básico de Governança, afirma que a governança no setor público compreende um conjunto de mecanismos de liderança, estratégia e controle postos em prática para avaliar, direcionar e monitorar a gestão, com vistas à condução de políticas públicas e à prestação de serviços de interesse da sociedade (TCU, 2014). Na mesma linha, Bittencourt et al. (2018) conceituam que a governança aplicada ao setor público pode ser vista como um conjunto de mecanismos que visa coibir decisões dos agentes públicos que não maximizem o interesse público.

Contudo o conceito mais utilizado se aproxima ao que o Banco Mundial (2017) definiu e diz que a governança é a maneira pela qual o poder é exercido na gestão dos recursos econômicos e sociais para o desenvolvimento de um país. Governança é sinônimo de boa gestão do desenvolvimento. Uma gestão eficiente, competente, que busque mecanismos para garantir os resultados esperados pela sociedade traduz uma boa governança que contribui para a governabilidade do país (NETO; JUNIOR, 2020).

Cabe destacar a diversidade de abordagens sobre governança que o TCU oferece em seus levantamentos, como: Governança em Centro de Governo, Governança em Políticas Públicas, Governança em Organizações Públicas, Governança e Gestão de Pessoas, Governança e Gestão em TI, Governança e Gestão em Contratações, Governança e Gestão em Saúde e Governança e Gestão em Segurança Pública. Assim, destacam-se as inúmeras possibilidades de abordagens para estudos sobre governança. Guedes e Da Silva Júnior (2021) afirmam que a agenda da governança vem conquistando cada vez mais importância na

administração pública, sendo possível constatar recentemente o surgimento de diversos normativos que tratam sobre o tema analisado.

De forma gradativa, instituições internacionais como o Banco Mundial, a Organização das Nações Unidas (ONU) e a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), tiveram papel crucial na adaptação de seus princípios e recomendações a entidades do setor público na definição dos princípios de "boa governança" (GUEDES; DA SILVA JÚNIOR, 2021).

No momento do levantamento da literatura para o estudo, Guedes e Da Silva Júnior (2021) identificaram que entre os anos de 2009 e 2019, existiu uma tendência das publicações se relacionarem em três direcionamentos:

- 1) Estudos que se propuseram a verificar os níveis de aderências por parte dos órgãos investigados às práticas e princípios de governança pública;
- 2) Estudos que se propuseram a criar modelos ou índices de governança a serem utilizados pelos órgãos estudados; e
- 3) Estudos voltados à Governança de Tecnologia da Informação.

Notou-se que os estudos se moldaram em três perspectivas, sendo que os estudos que se propuseram a verificar aderências dos órgãos investigados às práticas e princípios de governança pública apresentaram maior volume, 14 no total; já os estudos que se propuseram a criar modelos ou índices de governança a serem utilizados pelos órgãos estudados foram 8; e, por fim, os estudos voltados à Governança de Tecnologia da Informação totalizaram 4 pesquisas (GUEDES; DA SILVA JÚNIOR, 2021).

No geral, dentro das três perspectivas, de 2009 a 2019, a primeira perspectiva sobre a aderência dos órgãos investigados às práticas e princípios de governança pública tem focado na análise de Instituições Federais de Ensino Superior (IFES), sendo notados indícios empíricos que sinalizam pelo estudo do planejamento estratégico e controles internos dos órgãos analisados. Na segunda, os estudos que propuseram modelos ou índices de governança tiveram como foco as IFES e as pesquisas voltadas para as compras públicas, e a criação de instrumentos de avaliação da governança organizacional. Por último, os estudos sobre governança de tecnologia da informação partiram dos levantamentos realizados pelo TCU em âmbito nacional sobre as práticas de governança nas organizações públicas investigando os portais eletrônicos

de compras públicas, os comitês de governança de Tecnologia da Informação (TI) e o gerenciamento de projetos de TI (GUEDES; DA SILVA JÚNIOR, 2021).

No tocante as compras públicas, há o dever de continuamente melhorar os sistemas de aquisições e de governança no setor público, pois há uma relação com a geração de resultados para a sociedade, devido à elevada dimensão dos gastos associados (NETO; JUNIOR, 2020). E para o aperfeiçoamento da governança é necessário, no mínimo salutar para as organizações, que as instituições se balizem nos princípios da “boa governança” sugeridos pelo Banco Mundial, são eles: a legitimidade a equidade, a responsabilidade, a eficiência, a probidade, a transparência e a *accountability* (TCU, 2014). Na mesma linha Gaetani e Henriques (2020) dizem que as arquiteturas de governança distribuídas, combinadas com o intenso uso de tecnologia, transparência e coprodução de serviços públicos, podem mudar a paisagem da Administração Pública Federal.

### 2.2.1 *Compliance*

Inicialmente, cabe ressaltar a origem do termo *compliance*, do verbo em inglês *to comply*, o qual significa agir de acordo com as regras, um conjunto de normas, ou apenas uma solicitação. Ou seja, em outras palavras, para Edwards e Wolfe (2005) significa a aderência a regras e regulamentações estabelecidas por autoridades competentes. Logo, o cumprimento de regras, normas e legislação envolve a relação dos membros da organização com o controle interno, o que aumenta e promove a conformidade (FRANCO; MARTINS; GONÇALVES, 2019).

Apesar da natureza complexa e desafiadora da prestação de serviços ao público espera-se que as organizações públicas satisfaçam uma ampla e variada gama de valores públicos, como eficácia, eficiência, equidade e capacidade de resposta. A importância de um desempenho público satisfatório é talvez mais bem demonstrada em sua ausência: falha na prestação de serviços por organizações públicas estimula a atenção da mídia, escrutínio por princípios políticos e dissatisfação entre os cidadãos (BEKEROM; VOET; CHRISTENSEN, 2021). Para se mitigar estas falhas é necessário o cumprimento das normas e regulamentos, bem como da conformidade por parte dos colaboradores da organização.

Para Saad (2016) os regulamentos simples são caracterizados pela simplicidade de aplicação, procedimentos, estruturas e configurações institucionais. Também inclui a simplicidade dos documentos-padrão prescritos no regulamento. No âmbito das licitações



públicas os documentos-padrão se tornarão mais simples e formas de contrato padronizadas e diretas. A aplicação de regulamentações mais simples deve ser mais rápida, eficaz e eficiente. Regulamentos simples são naturalmente mais flexíveis do que complicados; regulamentando aspectos menores do ciclo de aquisição e permitindo que profissionais e tomadores de decisão tenham espaço suficiente para usar suas discricionariedades dentro dos limites da lei.

O resultado deste enxugamento do número de normas e flexibilidade dá ao gestor público a autonomia para a eficiência de sua gestão. Mas há de se ter o cuidado, pois de acordo com que apontam Fernando e Bandara (2020) existe um número crescente de violações éticas relatadas em todo o setor público, e, cada vez mais, a ênfase na ética e nos valores de governança estão aumento.

Alguns estudiosos argumentam que a corrupção ocorre devido ao indivíduo e por causa de determinantes dentro da organização, como cultura organizacional, clima ético e liderança - o "barril ruim". Uma extensão dessa visão, a visão da "despensa ruim" mantém que a corrupção pode se estender além dos fatores individuais e organizacionais para incluir práticas entre empresas e outros fatores de nível macro, como cultura da indústria ou normas sociais (FERNANDO; BANDARA, 2020). Para coibir tais ocorrências, em muitos países, existe legislação para encorajar a denúncia de atos ilegais ou práticas antiéticas para proteger as pessoas que relatam tais práticas, garantindo assim, que os relatórios sejam tratados com confidencialidade e que os denunciantes sejam protegidos de represálias ou retaliação (WILLIAMS-ELEGBE, 2018).

Fernando e Bandara (2020) enxergam que a corrupção na administração pública tende a se misturar com padrões culturais e formais legais como um amplo processo dentro de um contexto político. A corrupção não é apenas uma atividade motivada por autointeresse, violando as regras vinculativas de distribuição, a aplicação das quais está dentro da responsabilidade. Gorsira, Denkers e Huisman (2018) percebem que as transações corruptas entre funcionários públicos e empresas distorcem a concorrência leal, prejudicam a igualdade de acesso aos bens e serviços públicos e, talvez o mais prejudicial, minam a legitimidade governamental.

Examinando a virtuosidade em relação à ética nas iniciativas organizacionais como um desenvolvimento de projeto, neste caso, tem dois benefícios principais. O primeiro é a incapacidade dos códigos regulatórios de prever todos os possíveis dilemas éticos em iniciar e gerenciar a ação das partes interessadas. O segundo benefício de examinar a virtuosidade em

oposição à ética é que a ausência de comportamento antiético não garante a presença de um comportamento altamente baseado em princípios (FERNANDO; BANDARA, 2020).

Para Saad (2016) todos os sistemas de Compras públicas de hoje são frágeis. O ato de corrupção diminui a reputação do sistema. As regras rígidas se escondem em benefícios que poderiam ser alcançados de outra forma, benefícios invisíveis desaparecem facilmente. Ressalta ainda, que os monopólios e oligopólios ditam os caminhos de uma de um processo de aquisição que leva profissionais de compras incompetentes a cometerem erros (principalmente despercebido) que acabam deteriorando os resultados e benefícios associados. Tal fragilidade chamou a atenção dos países da OCDE, que reconheceram a importância do engajamento da sociedade civil, da mídia e do público em geral no exame das aquisições públicas.

Como exemplo de como a falta de supervisão afeta a governança em compras públicas, na Tanzânia, a questão de compras públicas permaneceu tão obscura a ponto de o governo dos Estados Unidos, por meio da Agência dos Estados Unidos para o Desenvolvimento Internacional (USAID), entrar em acordo com o Governo da Tanzânia para fornecer assistência à Autoridade Reguladora de Aquisições Públicas (ARAP), uma das principais instituições da responsabilidade na Tanzânia, para aumentar sua capacidade de realizar sua função de supervisão (PAMOJA, 2013).

Segundo Schiele (2020) treinar os funcionários de compras é extremamente importante. No entanto, não é uma solução de longo prazo em um contexto em que os funcionários de compras têm uma alta rotatividade e, às vezes, não são colaboradores de quadros permanentes das instituições e as nomeações são baseadas em contrato. Lima (2016) afirma que é notória a prática de ilícitos praticados pelos próprios agentes públicos, aliando-se a empresas no intuito de burlar o procedimento licitatório. A prevenção e combate exigem a presença de controles internos, auditorias internas e controle externo eficiente.

Um sistema complexo, como o de Compras Públicas, requer que praticantes permaneçam constantemente céticos sobre regras, processos, procedimentos e ocorrências com que se deparam. Muitas vezes ser praticante cumpre perfeitamente com os regulamentos e regras, mas acha que está errado. Em vez de buscar um processo enganoso neste caso, o praticante deve fazer uma pausa e se questionar, buscando uma medida corretiva antes que seja tarde demais (SAAD, 2016).

O termo "auditoria" é frequentemente aplicado a vários estilos de iniciativas de iniciativas. Como as metodologias de auditoria se expandiram além da auditoria financeira e

creceu dramaticamente no setor público, o significado de auditoria foi conceitualmente ampliado. Em sua forma mais ampla, a auditoria é simplesmente uma avaliação sistemática, mas há desacordo sobre a primazia de vários fatores na definição de auditoria no setor público (SCHIELE, 2020).

Uma boa prática de governança das Compras públicas é a utilização do *benchmarking*. Kajimbwa (2018) a autoridade de compras e as entidades de compras não podem se esquivar de aprender da aplicação de modelos de melhor ajuste que utilizam resultados de desempenho como *benchmarking*. Indiscutivelmente, a importância do *benchmarking* é vista a partir das perspectivas de alcançar responsabilidade e conformidade nas práticas de contratação pública. Complementando, o autor enxerga que este processo permite que as autoridades de aquisição pública e as entidades reguladoras concordam sobre o que constitui normas de conformidade e o que constituem indicadores de desempenho em compras públicas.

No geral, o histórico de *benchmarking* em contratos públicos é escasso, particularmente em países em desenvolvimento, com apenas desenvolvimentos recentes que acabam em nível estadual ou federal. Esforços deliberados são necessários para fortalecer a capacidade de desenvolvimento dos países que implementem políticas e reformas que abram caminho para o *benchmarking* de processos aquisição pública (KAJIMBWA, 2018).

Todavia, na literatura, bem como nas regulamentações de Compras Públicas prevalentes destacam-se os seguintes princípios éticos exigidos durante a operação de um sistema de compras públicas: transparência, justiça, igualdade de oportunidades, liberdade de conflito de interesse, igualdade de tratamento/não discriminação e integridade. Tudo, exceto integridade, pode ser observado e medido e a integridade continua a ser a menos verificável de todos (SAAD, 2016).

### 2.2.2 Transparência

O Decreto nº 9.203, de 22 de novembro de 2017, dispõe sobre a política de governança da administração pública federal direta, autárquica e fundacional e, em seu artigo 3º, traz os princípios da integridade, da confiabilidade, da melhoria regulatória, da prestação de contas e responsabilidade, bem como o da transparência (BRASIL, 2017). Para Girardi e Oliveira (2019) o instituto normativo possui grande potencial de sucesso, pois contempla uma especificidade da governança, cuja ênfase está na prevenção e não na repressão de condutas desviantes. Isso

explica o destaque dado a procedimentos e mecanismos de integridade como gestão de riscos, *accountability*, transparência e instâncias de auditoria.

A prevenção não é só mais eficiente na preservação do recurso público, mas também confere efetividade ao benefício social que se pretenda alcançar com esses recursos. Com isso em mente, o mecanismo da prevenção é composto por três componentes: gestão da ética, controles preventivos, transparência e *accountability*. Por meio da transparência e *accountability*, aumenta-se a capacidade de observação dos atos e fatos na gestão pública pelas partes interessadas (*stakeholders*) da organização e aferição dos resultados obtidos (TCU, 2017).

Se a organização se esforça para ter um ambiente correto e ético e atua para que a fraude e corrupção não ocorram, não há motivos para que ela não demonstre isso à sociedade. Permitir que terceiros observem as decisões da alta administração e acompanhem os resultados da gestão contribuirá para que a própria organização reveja os seus processos antifraude e anticorrupção, identificando os aspectos que precisam ser melhorados. Mas isso só é possível se a organização instrumentalizar a sociedade com dados e fatos, promovendo a transparência e o *accountability*. (TCU, 2017). Os funcionários públicos que apreendem os efeitos que as políticas de divulgação terão sobre sua capacidade de fazer seu trabalho é presumivelmente mais provável de tentar minimizar os riscos que a divulgação envolve para eles e suas organizações (LISTON-HEYES; JUILLET, 2020).

Com o número crescente de violações éticas relatadas no setor público, a ênfase na ética e nos valores da governança está aumentando. A corrupção é amplamente aceita como uma forma de comportamento antiético que pode ter efeitos prejudiciais para as organizações, bem como a sociedade em geral (FERNANDO; BANDARA, 2020). Nesse sentido, é cada vez mais premente a participação colaborativa dos agentes públicos e da sociedade na participação com a fiscalização e transparência.

Vários estudiosos argumentaram que os cidadãos avaliam a prestação de serviços por organizações públicas mais negativamente do que as organizações privadas (BEKEROM; VOET; CHRISTENSEN, 2021). Para mitigar essa percepção negativa, a transparência desde a sua origem na administração pública serviu para diminuir a corrupção. No mesmo sentido, para Chen e Neshkova (2020) a transparência é o que mais importa para coibir a corrupção nas fases finais do processo orçamentário, quando as informações divulgadas refletem os gastos reais dos governos, e não suas intenções.

Dentro do contexto dos países em desenvolvimento que compõe o BRICS com o Brasil, Wu, Yan e Vyas (2020) estudaram dois destes países, a China e a Índia. Dos entrevistados chineses, 73% concordaram que a transparência seria útil na redução da corrupção, com potencial no qual pode ser alcançado pela “redução do negócio por baixo da mesa”, simplificando os procedimentos e aumentando o custo da corrupção. Fundamentalmente, os respondentes acreditavam que isso aumentaria o papel de supervisão do público. Por outro lado, 43% dos entrevistados indianos não têm comentários a fazer e mais da metade dos entrevistados restantes acham que a transparência desempenha um papel positivo.

Em termos de informações fiscais, a transparência implica que os governos reportem aos cidadãos tanto os gastos planejados quanto a real execução orçamentária para que o público (e seus vigilantes - cidadãos) acompanhe todo o processo. Isso melhora a supervisão pública sobre a alocação e gasto dos escassos recursos e deixa menos espaço para agentes - políticos e burocratas - fazer mau uso de fundos públicos para ganhos privados (CHEN; NESHKOVA, 2020). No entanto, a divulgação de informações também gera consequências não intencionais que podem ser prejudiciais para o funcionamento de alguns processos de responsabilização (LISTON-HEYES; JUILLET, 2020).

Em um estudo conduzido por Chen e Neshkova (2020) os resultados forneceram evidências fortes que uma maior transparência fiscal geral está associada a uma corrupção governamental menos percebida em um país. Também mostram que maior transparência na fase de formulação do orçamento (proposta de orçamento do executivo), a fase final da execução do orçamento (relatórios de final de ano) e o estágio de auditoria (relatório de auditoria) têm o efeito mais significativo na redução da percepção da corrupção.

Paradoxalmente, mas divulgação pode reduzir a eficácia dos mecanismos de responsabilização das organizações públicas, além da transparência criar riscos para organizações públicas, gerando não intencionais e, às vezes, inesperados custos e consequências (LISTON-HEYES; JUILLET, 2020). Dado que tal potencial negativo que a transparência pode criar, espera-se que a preocupação com a transparência desperte nos funcionários públicos o senso de responsabilidade.

Dentro das organizações, os relatórios de auditoria interna têm como objetivo apoiar a administração na prestação de contas e ajudar na melhoria contínua das organizações. Com relação à auditoria interna do setor público, os requisitos de divulgação pública significam que os resultados apresentados em relatórios de auditoria são, em circunstâncias normais, acessíveis

ao público. Portanto, os relatórios de auditoria interna contêm informações críticas às organizações públicas e não destinadas à divulgação pública (LISTON-HEYES; JUILLET, 2020). Os relatórios servem para subsidiar os tomadores de decisão, com base em dados, a enxergar gerencialmente como andam a gestão e as finanças da organização. Cuidados devem ser tomados para que uma divulgação irregular não prejudique as organizações.

Em seu estudo, Liston-Heyes e Juillet (2020) descobriram que uma porcentagem significativa de auditores internos (ou seja, cerca de 40 %) considera que na sua organização as políticas de divulgação de informações sejam um obstáculo à sua capacidade de comunicar suas descobertas de auditoria com eficácia. Isso sugeriu avaliar que as políticas de transparência podem estar tendo um efeito adverso na eficácia da auditoria interna como um mecanismo de responsabilização. Além disso, eles também descobriram que os auditores que veem a transparência como uma barreira à sua eficácia são mais prováveis de serem e/ou perceber que sua organização é avessa ao risco, sentir-se profissionalmente isolada e favorecer um papel maior para a análise de dados e tecnologias líticas em auditoria interna.

As organizações públicas são punidas mais severamente por força dos maus resultados do que os das organizações privadas, mas principalmente por cidadãos que preferem a prestação de serviços privados (BEKEROM; VOET; CHRISTENSEN, 2021). Assim, para a desconstrução de tal percepção é necessário demonstrar para a sociedade que as organizações públicas buscam uma melhor governança e eficiência, e entrega como resultado um processo mais transparente. Para Schiele (2020) o futuro irá requerer uma habilidade no funcionamento de mecanismos de responsabilidade horizontal e vertical apoiados por uma metodologia de acompanhamento sistemático, uma divulgação pública e uso pela mídia e pela sociedade civil para pressionar por prestação de contas.

### 2.2.3 *Accountability*

Os aspectos negativos da fraude e da corrupção têm chamado à atenção de pesquisadores de diferentes áreas. Parte da literatura relata exploração intensiva do *modus operandi* da função de auditoria no contexto de organizações que entraram em colapso no rescaldo de casos de corrupção graves e de amplo alcance (DA VEIGA; MAJOR, 2019). Nesse sentido, controlar é influir nas pessoas do mundo público: o controle equilibrado afasta maus agentes (públicos ou privados), o que é correto; entretanto, o controle voluntarista é pouco previsível e aumenta demais os riscos dos bons agentes, desestimulando-os – e até paralisando-os – e acaba por

comprometer a qualidade da ação administrativa. Os controladores tendem a minimizar esses riscos, argumentando com a máxima: “quem não deve não teme” (SUNDFELD, 2020).

A principal descoberta do estudo conduzido por Bekerom, Voet e Christensen (2021) foi que as organizações públicas são punidas mais severamente por cidadãos por informações de desempenho negativo do que organizações privadas, mas essa tendência é centrada entre os cidadãos que têm preferência pela prestação de serviços privados e varia entre áreas de serviço. Nessa perspectiva, em relação aos gastos exorbitantes com as compras públicas em nível mundial é necessário ter responsabilidade no gasto e no trato com a coisa pública. Todavia, para Kajimbwa (2018), infelizmente, as compras são uma das funções do governo mais propensas à corrupção.

A responsabilidade pública pode ser vista a partir de duas escolas de pensamento. A primeira, o público, refere-se à abertura, isto é, ser acessível aos cidadãos. Já a segunda escola pode referir-se ao setor público, que foca principalmente nos gestores públicos, que são os funcionários que gastam o dinheiro público, exercendo autoridade pública ou administrando uma pessoa jurídica de direito público (BOVENS, 2003).

Por exemplo, o *Auditor-General's Office*, de Singapura, está em consonância com a segunda abordagem de responsabilidade pública citada por Bovens e argumenta que quando uma pessoa recebe a responsabilidade de manter ou usar recursos que não pertencem a ele, deve ser totalmente responsável perante o proprietário dos recursos pelo que ele faz com eles. Este é, em essência, o princípio da responsabilidade (AGO, 2018). Por conseguinte, os cidadãos são os que financiam os gastos de um país e devem compreender e salvaguardar esses recursos, acompanhando de perto as aquisições públicas.

A AGO (2018) possui um sistema de auditoria de regularidade financeira, que envolve:

- a) um exame independente de contas com o objetivo de emitir uma opinião sobre as demonstrações financeiras (**auditoria das demonstrações financeiras**);
- b) uma verificação do cumprimento de leis, políticas, contratos e acordos, e, normas ou instruções administrativas, envolvendo ou que possam afetar as receitas, despesas, ativos e passivos (**auditoria de conformidade**); e
- c) uma verificação da adequação do sistema de controle interno (por exemplo, controles de TI, aprovação de autoridades etc.) que a administração implementou para proteger seus recursos contra desperdícios, perdas e mau uso (**auditoria de controles internos**).

Para Schiele (2020) o impacto das auditorias depende da força dos mecanismos de responsabilização horizontal e vertical existentes num determinado contexto do país. A responsabilidade vertical requer um mecanismo para superar os problemas de ação coletiva, e ambos requerem independência e um meio para combater o potencial comportamento estratégico por parte dos auditados. Em contraste, a falta de “independência” em apoiar os mecanismos de supervisão interna sempre foi uma fraqueza fundamental na vanguarda dos fatores apontados como causadores da deficiência dos mecanismos de controle interno (DA VEIGA; MAJOR, 2019).

Neste contexto, os cidadãos são os donos dos recursos financeiros do país e devem compreender e trabalhar em favor dos processos e mecanismos que salvaguardam a responsabilidade pública. A aquisição pública usa os recursos financeiros do país e é importante que seja contabilizada (KAJIMBWA, 2018). Na mesma linha o TCU (2021b) considera que as organizações que gerenciam recursos públicos devem prestar contas aos cidadãos, demonstrando que administraram os recursos a elas confiados em conformidade com os princípios éticos, diretrizes estabelecidas pelo governo e normas aplicáveis.

No campo da contabilidade, com o passar dos anos tem emergido um conceito que, mormente, está sendo chamado de “Contabilidade Criativa”. Para Tamagno et al. (2017), o termo contabilidade criativa é um tema emergente na área contábil e vem sendo utilizado em vários estudos para a compreensão e delimitação do que realmente é a contabilidade criativa. O autor acrescenta que ao utilizá-la a organização tende a infringir algumas regras fiscais, acabando por beneficiar parte de sua organização com valores reduzidos de impostos, e por isso a governança corporativa é de fato um instrumento real e que deve ser feito dentro de cada organização para que haja mais transparência e que todas as normas de contabilidade sejam cumpridas, sejam elas com lacunas a serem preenchidas ou não.

Uma das primeiras definições de contabilidade criativa pode ser vista no posicionamento de Naser (1993) que a define como sendo a manipulação das contas da organização, utilizando-se das lacunas existentes nas normas contábeis, com o intuito de transformar demonstrações financeiras reais em demonstrações desejáveis. Ele a considera como um processo pelo qual as operações são estruturadas de modo a se obter os resultados contábeis desejados, ao invés de promover a informação de modo imparcial e consistente. Para Liston-Heyes e Juillet (2020) a rastreabilidade das informações atua como um antídoto para a



contabilidade “criativa” e limita o potencial de transferência de culpa e reduz as divulgações enganosas (LISTON-HEYES; JUILLET, 2020).

É possível perceber que há uma lacuna não preenchida sobre o que é de fato a contabilidade criativa. Existem autores que escrevem sobre o tema, mas nenhum com um conceito sólido e único. Parte deles refere-se à contabilidade criativa como manipulação das demonstrações e até mesmo fraude (TAMAGNO et al., 2017). As razões para a utilização da Contabilidade Criativa são distintas e, paulatinamente, tais razões, antes duvidosas, agora soam como uma colaboração positiva para as atuais organizações. Kraemer (2008), afirma que as fronteiras da contabilidade criativa, ainda, não se apresentam claramente definidas, envolvendo aspectos como a ética, a fraude e a responsabilidade social.

O elo entre sinceridade e confiança é fundamental. Sinceridade (com base em boa fé e levando à confiança) no planejamento, condução e gestão de compras públicas, licitações e contratos criam um ambiente saudável, livre de oportunismo, fraude e ineficiência, e construção de um clima propício de confiança. Simultaneamente, a sinceridade e integridade não podem ser regulamentadas. São características inerentes às pessoas, sejam elas profissionais de compras públicas ou operadores do setor privado (SAAD, 2016). Mesmo sabendo que a corrupção se refere a intencional perversão da ordem, ideais e, talvez o mais importante, a confiança (ASHFORTH et al., 2008).

Para Kajimbwa (2018) a magnitude dos gastos públicos com aquisições é superável e espera-se que proporcione maior impacto sobre a economia, caso seja bem gerida. Gorsira et al. (2018) afirmam que a substância da pesquisa sobre corrupção nas organizações públicas também é cada vez mais reconhecida. Portanto, a governança em compras públicas sem a colaboração da governança nas demais funções do governo é uma causa perdida. Compras Públicas é um sistema complexo que faz parte de um sistema, ainda, mais complexo de operações governamentais (SAAD, 2016).

De acordo com Neto e Junior (2020), após a exposição dos conceitos, fundamentos e princípios de governança, governabilidade e dos procedimentos licitatórios adotados no Brasil, verifica-se que as normas e legislações vigentes no país para as compras públicas trazem princípios aderentes a uma boa governança, resta claro que existe uma íntima relação entre eles. Por isso, foram estabelecidos de tal forma que há uma completa fusão entre eles, não podendo pensar em um sem pensar em outro.

## 2.3 Fraudes nas Compras Públicas e o Modelo Contabilométrico de Newcomb-Benford

A sociedade vê a aquisição de bens, serviços e obras civis, especialmente, como um processo que tem falta de transparência, sendo os métodos tradicionais a principal área de ineficiência nos gastos públicos (TRIDAPALLI; FERNANDES; MACHADO, 2011). É por isso que este capítulo propõe um avanço nos conceitos de fraudes e suas dimensões, além de apresentar a lei criada por um estudioso que propõe por meio de uma análise dos números a existência de indícios de irregularidades ou fraudes, um modo de identificar possíveis falhas nas compras públicas.

Para Becker (1968), os criminosos são como qualquer outra pessoa e comportam-se como maximizadores racionais da utilidade. Assim, uma pessoa torna-se “criminosa” quando a função entre custo e benefício de atividades ilícitas for superior às demais atividades ditas como alternativas legais. Wells (2011) identifica que a fraude, em seu sentido amplo, pode abranger qualquer ganho obtido pelo crime, o qual usa o erro como seu principal *modus operandi*. Contudo, embora todas as fraudes envolvam algum tipo de erro, nem todos os erros são necessariamente fraudes.

Coenen (2008) observa que a definição legal sobre fraude é geralmente apresentada como representação falsa intencional sobre um ponto material e que causa um prejuízo a uma vítima. Ele que argumenta que a fraude constitui uma negligência proposital a um sistema e uma tentativa deliberada de violar esse sistema para auferir ganhos pessoais, e que a maioria dos sistemas das companhias não é criada para detectar e impedir a fraude. Para melhor entendimento, o capítulo traz algumas definições, o comportamento da fraude e como a Lei de Newcomb ajuda a identificar falhas.

### 2.3.1 A evolução do triângulo das fraudes: a hipótese de Cressey

A contratação pública é uma área de alto risco para fraude (corrupção), principalmente nas instituições do governo (RUSTIARINI; NURKHOLIS; ANDAYANI, 2019). Não é surpreendente que a função de aquisição sempre foi a “área-alvo” dos autores de fraude (PLAVSIC, 2004). Sendo assim, o intuito deste capítulo foi de mostrar como os elementos que compõe o famoso triângulo da fraude evoluíram ao longo dos anos, perpassando pelo diamante da fraude, de Wolfe e Hermanson (2004), e chegando até o pentágono da fraude, de Santos (2016).

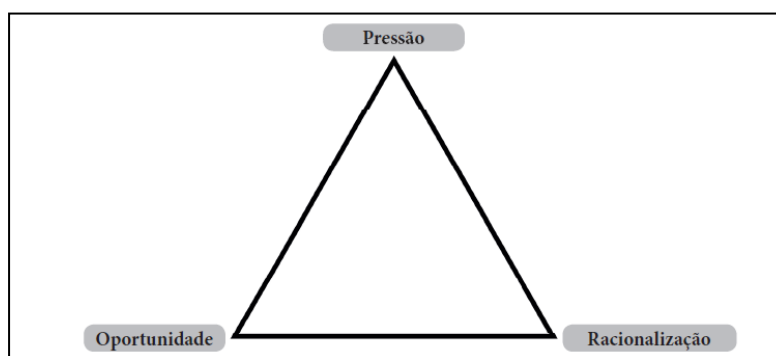
Um dos alunos mais brilhantes de *Sutherland*, Donald R. Cressey estudou na Universidade de Indiana durante os anos de 1940 (Wells, 2011). Em 1950, por meio do seu artigo denominado “*The Criminal Violation of Financial Trust*”, Cressey (1950) apresentou elementos observados em 200 casos de violação de confiança, de fraude, que hoje são popularmente conhecidos como o Triângulo da Fraude (LIMA, 2019). Nessa instituição de ensino, cursou o doutorado em criminologia e interessou-se pelo comportamento de fraudadores (MACHADO; GARTNER, 2018).

Cressey (1953), de posse dos resultados da pesquisa, formulou a hipótese final do Triângulo das Fraudes. O pressuposto desta hipótese é que:

Pessoas confiáveis se tornam violadores da confiança financeira, quando elas consideram que têm um problema financeiro, que não pode ser compartilhado, e estão cientes de que este problema pode ser resolvido secretamente pela violação de contabilidade e conseguem aplicar, à sua própria conduta, verbalizações que lhes possibilitem ajustar seus conceitos de si mesmas como pessoas confiáveis e como usuários de fundos e propriedades que a elas foram confiados (CRESSEY, 1953, p. 30).

Conforme será visto na Figura 5, a hipótese de Cressey (1953) contempla três dimensões do comportamento fraudulento do indivíduo: a pressão, a oportunidade e a racionalização.

**Figura 5 - Triângulo da Fraude**



**Fonte:** Adaptado de (Coenen, 2008, p. 10)

- **PRESSÃO:** A pressão ou “necessidade”, que é um componente da motivação da fraude, refere-se a algo que aconteceu na vida pessoal do fraudador (qualquer pressão nos negócios ou na vida pessoal pode motivar alguém a se comprometer com a fraude) e que criou uma necessidade estressante, motivando-o a fraudar (COENEN, 2008).

- **OPORTUNIDADE:** Nesta dimensão, se pressupõe que os fraudadores já possuem o conhecimento e tiveram a chance para cometer a fraude. De acordo com Coenen (2008) a oportunidade de cometer fraude inclui o acesso a ativos, pessoas, informações e sistemas de computador, que permitem ao indivíduo não apenas cometer a fraude, mas também ocultá-la. Para evitar isso, é muito importante limitar o acesso dos funcionários apenas aos que ele necessite para o bom desempenho da sua função.
- **RACIONALIZAÇÃO:** Cressey apontou que a racionalização não é um meio de justificar um furto já ocorrido. A racionalização é um componente necessário do crime antes dele acontecer. Na verdade, é a parte da motivação do crime (SUJEEWA et al., 2018). Cressey (1953) percebeu que os fraudadores racionalizam sua conduta de violação da confiança como comportamento aceitável e justificável pela pretensão de solucionar um dado problema classificado como não compartilhável.

Nesse sentido destaca-se a hipótese criada por Cressey (1953), que permite analisar o comportamento fraudulento de gestores em corporações por intermédio da análise de três dimensões: pressão, oportunidade e racionalização (MACHADO; GARTNER, 2018). Assim, em sua hipótese, Cressey (1953) relata que indivíduos que ocupam cargos de confiança na área financeira (confiança financeira) podem violar tal confiança caso possuam algum problema financeiro particular que não possa ser compartilhado. Esses, na figura de agentes da corporação, acreditam que este problema particular pode ser resolvido secretamente, mesmo que para isso tenham de violar a confiança recebida. Eles justificam a quebra de confiança como meio para resolução de seus problemas financeiros, tais indivíduos passam a usar os recursos financeiros em benefício próprio, ainda que autoalimentem uma falsa sensação de seriedade em suas ações.

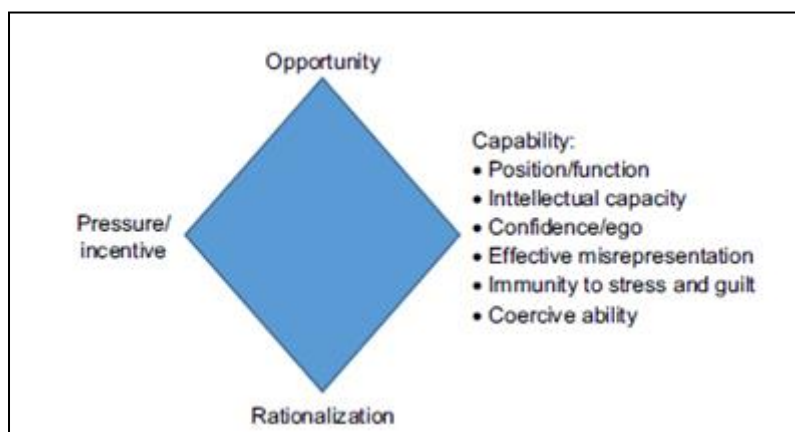
O estudo de Cressey (1953) mostrou que em todos os casos encontrados nas entrevistas, os problemas não compartilhados precedem a violação criminal da confiança financeira. Para o autor, o violador considera várias situações diferentes para produzir problemas que são estruturados como não compartilháveis. Para Machado e Gartner (2018) esses problemas estão relacionados com o status requerido ou com a manutenção do status do comportamento dos infratores.

A racionalização usada pelos violadores é necessária e essencial à violação criminal da confiança financeira, pois é por seu intermédio que os indivíduos encontram razões pertinentes e reais para agir, ou seja, se autoconvencerão de que a execução da violação da confiança financeira é um ato justificável e aceitável (CRESSEY, 1953). Para Machado e Gartner (2018), a análise efetuada por Cressey (1953) corrobora com a literatura sobre fraudes ao apontar que as condições relacionadas à imoralidade, emergências, aumento de necessidades, reversões no ambiente de negócios e alto padrão de vida são importantes para as violações de confiança.

Todavia, a pressão, também conhecida como motivação, preceitua a existência de problemas financeiros que não podem ser compartilhados; a oportunidade de resolver secretamente esses problemas, pela violação da confiança financeira; e a racionalização do ato fraudulento, como necessário e justificável para resolução dos problemas financeiros (MACHADO; GARTNER, 2018). Segundo Cressey (1953), a ocorrência de fraudes é condicionada pela existência conjunta das três dimensões: pressão, oportunidade e racionalização.

O conceito de diamante é uma extensão do Triângulo de Fraude, que é a estrutura inicial que explica os determinantes do comportamento fraudulento do indivíduo nas organizações (RUSTIARINI; NURKHOLIS; ANDAYANI, 2019). Alguns autores consideram que o triângulo das fraudes não explica totalmente o fenômeno da fraude. Rustiarini, Nurkholis e Andayani (2019) identificaram que fora adicionado o elemento “Capacidade” ao triângulo, por isso ficou conhecido como o Diamante da Fraude, demonstrado na Figura 6. No entanto, um indivíduo deve ter a capacidade de explorar a oportunidade existente e ocultar a fraude.

**Figura 6:** *The Fraude Diamond*, tradução livre, o Diamante da Fraude.



**Fonte:** Wolfe e Hermanson (2004).

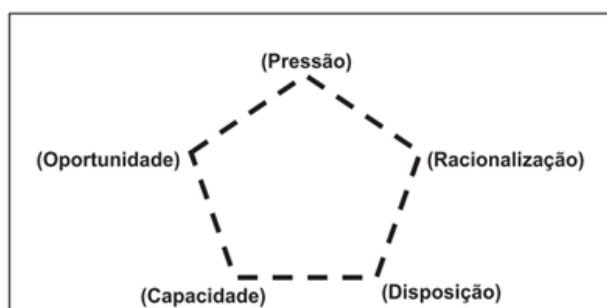
Wolfe e Hermanson (2004), precursores do diamante da fraude, investigaram casos de fraude nos últimos 15 anos e apontaram que a fraude (especialmente aquelas com um grande valor nominal) não ocorre se o perpetrador não tiver as habilidades corretas. Esta condição pode ser comparada à oportunidade de “abrir a porta” para fraudes, enquanto a pressão e a racionalização levarão o autor do crime a passar pela porta. Neste caso, o perpetrador que tem a capacidade de reconhecer as oportunidades entrará pela porta para realizar e ocultar suas ações fraudulentas. Para o autor a capacidade é o elemento fundamental que se soma aos elementos pertencentes ao triângulo das fraudes.

Além das observações de Wolfe e Hermanson, que resultaram no Diamante da Fraude, Santos (2016) observou durante 15 anos investigando crimes corporativos, que um quinto elemento se fazia presente no que diz respeito às circunstâncias que antecedem a materialização das fraudes: o elemento “Disposição ao Risco”, que trata da avaliação de custo-benefício feita pelo indivíduo a fim de decidir se cometerá ou não a fraude (LIMA, 2019).

De forma a validar o modelo proposto, e considerando que o fenômeno fraude apresentava certos padrões como mencionados e observados anteriormente por Cressey, Wolfe e Hermanson, Santos realizou entrevistas semiestruturadas em profundidade com 46 indivíduos de 10 empresas localizadas no Brasil, e que haviam confessado durante as entrevistas terem cometido fraudes no ambiente corporativo (LIMA, 2019).

Durante as entrevistas para aprofundamento do tema, Santos (2016) observou 35 causas que foram organizadas em 15 categorias e correlacionadas com os 5 elementos do Pentágono da Fraude (Figura 7). Além disso, ele percebeu que os elementos se repetiam independentemente do tipo de fraude que havia sido cometida por diferentes pessoas e, que caso as empresas atuassem de forma a mensurar os elementos, casos de fraude poderiam ser mitigados.

**Figura 07:** Pentágono da Fraude



**Fonte:** Santos (2016).

Em um estudo conduzido por Williams-Elegbe (2018) em um país subdesenvolvido, ele realizou entrevistas com ex-funcionários de uma das agências de combate à corrupção, os quais revelaram que as investigações de corrupção envolveram políticos de alto escalão. Desse modo, as agências eram frequentemente obrigadas a abandonar essas investigações e o não cumprimento delas levavam a uma transferência, rescisão do contrato de trabalho ou uma aposentadoria forçada.

Os contratos públicos fraudulentos podem ameaçar a legitimidade e reduzir a confiança pública. Contudo, não é fácil detectar e provar a contratação desta fraude. O governo deveria criar estratégias para coibir quaisquer atividades fraudulentas possíveis (RUSTIARINI; NURKHOLIS; ANDAYANI, 2019). Sendo assim, para uma melhor compreensão das aquisições públicas é necessário entender como alguns países regulam, controlam, gerenciam suas aquisições e contratos, e divulgam seus dados de compras.

### 2.3.2 Fraudes em compras eletrônicas em outros países

Tradicionalmente, o foco na contratação pública tem sido limitado, ficando muito atrás do setor privado em termos de pesquisa e conhecimento acumulado, resultando em trabalhos acadêmicos que geralmente são em forma de documentário (explicando a situação em um determinado país, por exemplo, a seção internacional do *Journal of Public Procurement - JoPP*) ou limitada a um aspecto específico (jurídico, por exemplo, Revisão da Lei de Contratação Pública); ou administrativo, por exemplo, *Journal of Public Budgeting, Accounting and Financial Management* (PATRUCCO; LUZZINI; RONCHI, 2017).

No mundo, existem diversas maneiras de manipular os contratos para fins ilícitos, seja em organizações públicas ou privadas, quando o assunto é compras públicas. Esquemas de corrupção, geralmente, em alguns países são muitos semelhantes. Para Ware et al. (2007), a forma, o formato, a natureza e a estrutura anatômica são parecidas em todo o mundo. No tocante aos países em desenvolvimento, Williams-Elegbe (2018) afirma que a corrupção nas aquisições é abundante devido às fraquezas institucionais, falta de mecanismos de responsabilização e a cultura do silêncio em relação à má conduta no setor público.

Destarte, o aumento em medidas anticorrupção em todo o mundo reflete um consenso de que a corrupção é generalizada e cara. As compras públicas é uma área em que a corrupção se manifesta por causa das somas de dinheiro envolvidas; a assimetria de informação; e a

natureza burocrática da tomada de decisão, que apresenta oportunidades para cometer o abuso (WILLIAMS-ELEGBE, 2018).

Para Basheka (2011), abordar a corrupção sistêmica em compras públicas nos países em desenvolvimento é uma tarefa complexa, com questões multifacetadas, exigindo abordagens de vários níveis, que levam em consideração o aspecto econômico, a natureza social, cultural e política desta corrupção. Pode-se notar que esses esquemas podem ser perpetuados por qualquer um dos participantes do setor público ou privado, agindo sozinhos ou com a colaboração dos participantes, para se efetivar o esquema corrupto (WILLIAMS-ELEGBE, 2018).

Em que pese o fato de que em alguns países as legislações serem diferentes, na grande maioria, elas seguem os exemplos de países desenvolvidos, porém os resultados nem sempre são os mesmos. Para Williams-Elegbe (2018) um esquema de manipulação de licitações predominante nas aquisições públicas na Nigéria, é a prática em que um contratante, com ou sem o conhecimento dos funcionários de compras, apresenta mais de uma licitação para o mesmo lote, aumentando assim suas chances de garantir o contrato. Nesses casos, é muito difícil decifrar quando isso ocorreu já que os funcionários de compras não são obrigados a investigar as propriedades da empresa.

Segundo Parafina (2015), na Mongólia, a lei de aquisições prevê co-avaliadores da sociedade civil no processo licitatório. Williams-Elegbe (2018) diz que o México exige testemunhas sociais em todas as aquisições importantes. Percebe-se que alguns países implementam soluções para dar transparência às contratações. Porém, um dos problemas com o combate à corrupção em países onde a corrupção é sistêmica é a ausência de “Princípios de princípio” dedicados à aplicação de mecanismos anticorrupção. As tradicionais organizações de anticorrupção centradas no estado não conseguiram fazer quaisquer mudanças significativas na luta contra a corrupção, especialmente na área de compras (WILLIAMS-ELEGBE, 2018).

Na Nigéria, a natureza secreta de esquemas de suborno em compras públicas e a publicação de informações inadequadas pelo governo tornam difícil descobrir esquemas de suborno. No entanto, as investigações e processos pelo governo dos EUA fornecem uma indicação da escala de suborno em compras federais da Nigéria (WILLIAMS-ELEGBE, 2018).

Detectar fraudes não é uma tarefa fácil. A maioria das fraudes foi detectada por “acaso” uma vez que as instituições de auditoria externa e interna não conseguiram provar o ato fraudulento (EVANS, 1987). A existência de assistência de auditoria de uma parte independente pode revelar uma série de “pontos cegos” que podem escapar da atenção dos



auditores internos. Um dos especialistas recomendados na área de contabilidade e investigação é o auditor forense (RUSTIARINI; NURKHOLIS; ANDAYANI, 2019).

O resultado é que onde há corrupção sistêmica, há poucas pessoas ou mesmo instituições comprometidas com a integridade e a conseqüente falta de uma massa crítica de aplicadores e aplicação. Além disso, os interesses que são representados no governo são provavelmente desinteressados em dismantelar um sistema corrupto do qual se contentam em lucrar. E assim, torna-se necessário basear os esforços anticorrupção em um sistema que, tanto quanto possível, não é totalmente dependente dos princípios ou interesses tradicionais - setor público (WILLIAMS-ELEGBE, 2018).

No estudo conduzido por Schiele (2020) em Honduras, a Oficina Normativa de Aquisições Contratações (ONCAE), estabeleceu uma unidade de avaliação e contratou profissionais de curadoria experientes, para amostrar e avaliar sistematicamente as conformidades dos processos de aquisição em instituições do governo selecionadas. Entre 2016 e 2018, a unidade avaliou amostras de aquisições em 20 instituições. Verificou-se que a ONCAE não possuía nenhum mecanismo para aplicar às instituições. Na verdade, a maioria dos problemas identificados nas auditorias não eram específicos para as agências individuais, mas comuns em todo o governo, sugerindo a necessidade de soluções mais amplas.

A despeito da ausência de ferramentas de avaliação e fruto dos problemas identificados, esforços foram envidados para a melhoria dos processos de aquisições, destacando-se: um curso de treinamento de 180 horas para funcionários de compras, modificações nas regras de aquisição e a criação de Compradores Públicos Certificados (CPCs). Assim, as auditorias nas aquisições levaram a vários processos e mudanças de políticas em nível nacional e as ações de instituições como a ONCAE são melhores vistas como parte de um processo de mudança incremental (SCHIELE, 2020).

As auditorias de entidades governamentais oferecem uma ferramenta potencial para manter funcionários para prestar contas e melhorar o funcionamento da administração pública (SCHIELE, 2020). Os especialistas recomendam que as investigações sejam realizadas por uma equipe sólida, experiente e capaz de trabalhar com especialistas não judiciais. Alguns países têm colaborado com especialistas não judiciais, que se especializam em certas técnicas ou campos comerciais relacionados com compras. Esses especialistas podem fornecer informações relevantes ao realizar uma avaliação de especificação de item ou testar os padrões de qualidade de bens/serviços (RUSTIARINI; NURKHOLIS; ANDAYANI, 2019).

Para Rustiarini, Nurkholis e Andayani (2019), nos países em desenvolvimento, se os salários dos funcionários públicos forem baixos, eles estarão mais suscetíveis à corrupção. Nas licitações para compras/serviços, eles não hesitarão em aceitar “subornos” ou “presentes” para fornecer informações confidenciais (tais como: o procedimento de licitação, os critérios de avaliação e o processo de fiscalização). Em diversos casos, ainda, auxiliando os licitantes a vencer o certame licitatório, fornecendo informações privilegiadas.

Portanto, com o objetivo de aperfeiçoar as compras públicas, especialistas sugerem que exista uma harmonização das atividades licitatórias em âmbito mundial, pois países com diferentes legislações podem criar situações que incentivam a corrupção. Embora possa ser harmonizado, tem certamente disposições jurídicas diferentes. Dadas essas limitações, os especialistas veem a necessidade de um acordo internacional relacionando à relação entre corrupção e contratação pública (RUSTIARINI; NURKHOLIS; ANDAYANI, 2019).

### 2.3.3 Fraudes em licitações no Brasil

A análise das publicações JoPP certamente confirma a afirmação: a contratação pública está atraindo cada vez mais a atenção de estudiosos de todo o mundo, com potencial para se tornar um verdadeiro tópico “*hot spot*” para pesquisas futuras como resultado de seus fundamentos e implicações práticas (PATRUCCO; LUZZINI; RONCHI, 2017). De modo geral, os governos têm sido submetidos às restrições orçamentárias e pressões fiscais, por um lado, e a sociedade, por outro, vem exigindo cada vez mais transparência nas ações governamentais e fazendo demandas crescentes por serviços públicos mais complexos e de qualidade (PINTO, 2020).

Com efeito, verifica-se que as principais falhas nos processos de contratação decorrem de planejamento inadequado ou mesmo ausente, resultando em diversos incidentes indesejáveis, como obras inacabadas, aditamentos contratuais desnecessários, contratações emergenciais decorrentes de desídia ou má gestão, prazos de vigência contratual prorrogados de forma excepcional, dentre várias outras problemáticas que podem acarretar a responsabilização dos agentes públicos envolvidos (MEDEIROS, 2017).

Em 2019, a Controladoria Geral da União (CGU) promoveu iniciativas importantes para a prevenção, detecção e combate à corrupção. Para consolidar as ações preventivas, algumas medidas foram tomadas com relação ao desenvolvimento das Ouvidorias e Corregedorias, nos âmbitos federal, estadual e municipal. Somado a isso, houve também esforços para se garantir

a proteção aos *whistleblowers* (denunciantes de irregularidades) e para o maior desenvolvimento de plataformas digitais, como o Fala.BR, possibilitando uma resposta mais efetiva para as denúncias de corrupção. Além disso, a CGU ofereceu programas de fortalecimento de capacidades, com o intuito de promover a integridade nos setores público e privado. Ademais, visando aumentar sua capacidade de detectar a corrupção, a agência aprimorou o seu sistema de avaliação de licitações e sua ferramenta de análise de risco para parcerias que envolverem outras esferas do governo (TRANSPARÊNCIA INTERNACIONAL, 2020).

A corrupção ainda é um dos maiores obstáculos ao desenvolvimento econômico e social no Brasil. Com 35 pontos, o país segue estagnado, com sua menor pontuação no índice de Percepção de Corrupção (IPC), desde 2012 (Transparência Internacional, 2020). Em 2021, foi divulgado pela Transparência Internacional (2021) o relatório do IPC do ano de 2020, onde o Brasil atingiu a pontuação de 38 pontos em 2020, três pontos a mais do que o ano de 2019, ficando dentro da margem de erro da pesquisa (4,1 pontos para mais ou para menos).

Isto significa que a percepção da corrupção no Brasil permanece estagnada em patamar muito ruim, abaixo da média dos países Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul (BRICS) (39 pontos), da média regional para a América Latina e o Caribe (41 pontos) e mundial (43 pontos) e ainda mais distante da média dos países do G20 (54 pontos) e da OCDE (64 pontos) (TRANSPARÊNCIA INTERNACIONAL, 2021). Ressalta-se que o Brasil passou a ocupar a 106ª posição, que antes era a 94ª, num ranking de 180 países. Ademais, o IPC avalia 180 países e territórios com base nos níveis percebidos de corrupção no setor público por especialistas e empresários. Aliás, 100 pontos significam que o país ou território é muito íntegro e zero ponto significa que é altamente corrupto (TRANSPARÊNCIA INTERNACIONAL, 2021). Portanto, de acordo com a escala do IPC o Brasil mostrou-se estagnado de acordo com o relatório.

O risco de fraude e corrupção é reduzido se a organização conhece bem os terceiros com quem está lidando, especialmente nas compras mais significantes, em que o risco de recebimento de propina e comissões secretas é alto (TCU, 2018). Segundo a OCDE (2008), a contratação eletrônica desempenha um papel importante para minimizar o risco de corrupção nestes contratos públicos.

Para Pinto (2020) o pregão eletrônico tem sido cada vez mais utilizado, não só por essa possibilidade de maior participação, mas também pela evolução continuada das TIC, trazendo maior economia, eficiência, agilidade e transparência aos processos licitatórios. Lima (2016)

corroborar e diz que o pregão eletrônico é tido como instrumento de eficiência nas compras e contratações públicas, economicidade e celeridade são as principais marcas, porém não está livre de fraudes, sendo as principais: uso de programas de informática que automatizam o envio de lances, a combinação de preços entre fornecedores, o uso de empresas constituídas com o fim de frustrar a concorrência nas disputas e favorecer determinados participantes e associação entre agentes públicos e fornecedores com o fim de burlar o procedimento legal. Contudo, mesmo com as facilidades que todo novo sistema pode proporcionar, ainda possuem falhas que precisam ser minimizadas.

Para Medeiros (2017) a expressão “contratação pública” possui sentido abrangente, sendo equivocado considerá-la como o contrato administrativo celebrado entre a administração e o particular, ou, ainda, como o procedimento licitatório realizado pela instituição. Patrucco, Luzzini e Ronchi (2017) reiteram que o processo de contratação pública é o “coração” da contratação sistema nas instituições públicas, visto que suas atividades são os principais determinantes de desempenho final e podem apoiar ou dificultar decisões em nível de política. Embora semelhantes em alguns aspectos as atividades realizadas nas empresas privadas, as instituições públicas estão sujeitas à legislação de contratação pública, o que necessita que algumas atividades sejam aplicadas em uma extensão muito limitada.

A fim de prevenir a ocorrência de falhas e assegurar efetividade dos resultados nos processos de contratação, torna-se imprescindível o conhecimento e adoção das regras e melhores práticas relativas à fase de planejamento, principalmente por parte da área demandante da contratação, que deve sempre contar com o apoio das áreas técnica, jurídica, e de compras da instituição (MEDEIROS, 2017).

Uma grande unanimidade em compras governamentais é a existência de mecanismos que possam garantir transparência nos processos, controle social e combate à corrupção, pois só assim serão criadas as condições para alcance de resultados máximos (TRIDAPALLI; FERNANDES; MACHADO, 2011). Mesmo assim, as estratégias anticorrupção só podem ser implementadas de forma eficaz se envolver todas as partes essenciais interessadas, incluindo governo, sociedade civil, organizações não governamentais, setor privado, mídia e outros atores importantes que participam do processo de contratação pública (RUSTIARINI; NURKHOLIS; ANDAYANI, 2019).

#### 2.3.4 A Lei de Newcomb-Benford

O astrônomo e matemático Simon Newcomb, em 1881, ao consultar tabelas logarítmicas em bibliotecas observou que as primeiras páginas eram mais sujas e desgastadas em relação às demais páginas, inferindo, assim, que elas eram as mais utilizadas. Uma vez que as primeiras páginas continham os números que começavam com dígitos menores, Newcomb constatou que números iniciados com o dígito “1” eram mais consultados do que os começados pelo dígito “2”, seguindo uma escala decrescente de uso até o dígito “9”. Ou seja, números que iniciavam com dígitos menores apareciam com mais frequência do que os com dígitos maiores (LEONI et al., 2020).

O físico Frank Benford, em 1938, comprovou o mesmo fato que Newcomb havia observado há 57 anos. Porém, Benford aprofundou-se mais no tema, estudou um conjunto de dados de 20.229 observações sobre áreas de rios, números de casas de uma rua, tabelas de constantes físicas, cálculos científicos, dentre outros (CORRAR et al., 2011). Tendo em vista o fato de Benford e Newcomb serem os precursores, na literatura se conhece como Lei de Newcom-Benford (LNB), Lei de Benford ou Lei-NB. Menezes (2021) acrescenta outros nomes da LNB, chamada também de Lei do Primeiro Dígito ou Lei dos Números Anômalos.

A lei de Benford ou Lei-NB foi desenvolvida por Newcomb (1881) e Benford (1938), autores que evidenciaram que as probabilidades de ocorrência de números iniciados por dígitos menores são superiores às probabilidades de ocorrência de números iniciados por dígitos mais elevados. Para Sampaio e Figueiredo (2019), essa lei propõe que as frequências dos primeiros dígitos em uma infinidade de bancos de dados são decrescentes do 1 ao 9, conforme descrito na Tabela 3, o dígito 1 aparece em cerca de 30% dos dados, enquanto o dígito 9 não atinge 5% desses valores.

Newcomb (1881) percebeu que os dez dígitos não ocorrem com a mesma frequência deve ser evidente para quem faz muito uso de tabelas logarítmicas e como as primeiras páginas se desgastam mais rápido do que as últimas. O primeiro algarismo significativo é geralmente mais 1 do que qualquer outro dígito, e a frequência diminui até 9. Da Silva Azevedo et al. (2021) ratifica o entendimento de Newcomb quando fala que esta lei estabelece que os primeiros dígitos significativos mais baixos, também conhecidos como dígitos iniciais, ocorrem com mais frequência do que os dígitos mais altos aqueles em fenômenos naturais. Sendo assim, contradiz

o senso comum de que todos os dígitos ocorrem com a mesma frequência de forma uniforme na distribuição.

**Tabela 3:** Probabilidade de ocorrência do primeiro e segundo dígito

Dígitos	Primeiros Dígitos	Segundos dígitos
0	-	0,1197
1	0,3010	0,1139
2	0,1761	0,1038
3	0,1249	0,1043
4	0,0969	0,1003
5	0,0792	0,0967
6	0,0669	0,0934
7	0,0580	0,0904
8	0,0512	0,0876
9	0,0458	0,0850

**Fonte:** Adaptado de Simon Newcomb (1881), American Journal of Mathematics, pp. 39-40.

A Lei de Newcomb-Benford estabelece que as frequências esperadas para os primeiros dígitos dos valores que compõem determinados conjuntos de dados não seguem uma distribuição uniforme. Satisfeitos os pressupostos da LNB, a probabilidade de ocorrência dos dígitos de 1 a 9 é decrescente, sendo igual a 30,1% para o dígito 1, 17,6% para o dígito 2 e de apenas 4,6% para o dígito 9, por exemplo (LEONI et al., 2020).

Por lidar com os primeiros dígitos dos números, um dos requisitos da LNB é a de que o primeiro dígito possa assumir qualquer valor inteiro entre 1 e 9. Dessa forma, uma tabela de dados de alturas de uma população em metros, por exemplo, não seguirá uma distribuição de Benford, pois não existem pessoas com 3 metros ou mais. A segunda, e mais importante, limitação, consiste no fato da LNB não se aplicar a números gerados de maneira aleatória, como os números de loterias ou lançamentos de dados. Aqui reside o potencial preditivo e a aplicabilidade forense da técnica: números inventados ou alterados por seres humanos não seguem a distribuição da LNB, mas sim uma tendência a uma distribuição aleatória. Isso implica que números fabricados ou alterados irão fugir da distribuição esperada da LNB, podendo esta ser utilizada como indicativo de alterações ou anomalias que exijam maiores investigações (CAVALCANTI, 2015).

Para Nigrini (2000), uma vez conhecida a distribuição da probabilidade esperada de conjuntos de dados financeiros submetidos às condições da Lei de Benford, desconformidades

identificadas a ela sugeririam interferência humana ou algum tipo de manipulação dos dados, sendo usado como uma forma de filtro para sinalizar eventuais fraudes financeiras. De acordo como mesmo autor, o tamanho do conjunto de dados, conforme a regra geral da LNB deve ser de no mínimo 1000 registros. Os testes até podem ser executados com menos de 100, porém é provável que tenha um maior desvio da LNB. Em sua pesquisa o autor mostra que cada valor numérico deve ter quatro ou mais dígitos para um bom ajuste. Quando o teste é feito com números que possuem menos de quatro dígitos, os dígitos mais baixos podem ser levemente enviesados (NIGRINI, 2011).

Fraudes contábeis são comuns tanto na iniciativa privada como nos órgãos públicos, elas ocorrem em balanços de empresas, declarações de imposto de renda, licitações etc. Essas fraudes causam prejuízos financeiros e diminuem a confiança de investidores, credores e órgãos reguladores, entre outros. Na tentativa de detectar possíveis manipulações financeiras são empregadas técnicas de auditoria que envolvem modelos quantitativos, cujos procedimentos, em grande parte, utilizam tópicos de inferência estatística, como, por exemplo, os testes de hipóteses (LEONI et al., 2020).

Importante frisar que desvios em relação ao modelo da LNB que ora se propõe não configuram comprovação de irregularidades ou manipulações, da mesma forma que conformidade com o mesmo não implica fidedignidade dos dados. O modelo da LNB serve como um instrumento auxiliar às demais técnicas de auditoria e investigação, quiçá como um exame apriorístico dos dados que se pretendam auditar. No caso particular da CGU, vislumbra-se a possibilidade de otimização da alocação dos seus recursos de auditoria e fiscalização, discricionariedade que lhe é própria para o cumprimento de suas funções legais (CAVALCANTI, 2015).

Benford (1938) ainda demonstrou que a Lei dos Números Anômalos também faz previsões sobre a distribuição de segundos dígitos, terceiros dígitos, combinações de dígitos e assim por diante, concluindo que a Lei dos Números Anômalos é uma lei geral de probabilidade de ampla aplicação. Leoni et al. (2020) dizem que devido à grande contribuição de *Benford* no desenvolvimento desse assunto, atualmente a literatura se refere à lei de Benford, mas fazendo justiça à Newcomb, por isso chama-se Lei Newcomb-Benford, ou simplesmente Lei-NB.

## 2.4 Principais Estudos Relacionados

Sampaio e Correia (2019) realizaram um levantamento de estudos que utilizaram como metodologia para verificação de indícios de irregularidades ou fraudes a Lei de Newcomb-Benford, a lei foi aplicada em diversas áreas de investigação, com diferentes contribuições e achados. A Tabela 4 sintetiza alguns autores importantes, cronologicamente, desde seu precursor.

**Tabela 4** - Síntese da utilização da Lei de Benford por diversos autores

<b>Autor/Ano</b>	<b>Título do trabalho</b>	<b>Área</b>	<b>Contribuições</b>
NEWCOMB 1881	<i>Note on the frequency of use of the different digits in natural numbers</i>	Astronomia	Primeiras observações a respeito deste fenômeno.
BENFORD 1938	<i>The law of anomalous numbers</i>	Física	O fenômeno foi redescoberto.
PINKHAN 1961	<i>On the distribution of first significant digits</i>	Estatística	Mostraram que a Lei-NB se aplica em dados de natureza numérica
RAIMI 1969	<i>The peculiar distribution of first significant digits</i>	Estatística	
VARIAN 1972	<i>Benford's Law</i>	Ciências Sociais	Concluiu favoravelmente sobre a utilização da Lei-NB no auxílio à detecção de irregularidades financeiras.
CARSLAW 1988	<i>Anomalies in income numbers: evidence of goal oriented behavior</i>	Finanças	Analisou demonstrações de 220 companhias na Nova Zelândia.
THOMAS 1989	<i>Unusual patterns in reported earnings</i>	Estatística	Estudou padrões da Lei-NB em informações de lucro de empresas norte-americanas
HILL 1995/1996	<i>Base-invariance implies Benford's Law</i>	Auditoria	Comprovou matematicamente que a Lei-NB se aplica em dados de natureza numérica que apresentem invariância com respeito à escala e que advenham de natureza aleatória.
	<i>A Statistical derivation of Benford's law</i>		
NIGRINI 1996/1999	<i>Taxpayer compliance application of Benford's law</i>	Auditoria	Observou que a Lei-NB pode ser usada para se detectar indícios de manipulação humana de dados. Mostrou que a lei de Benford poderia ser usada em contabilidade de auditoria forense como um indicador de fraude.
	<i>I've got your number</i>		
VELLEZ 2011	<i>Auctions versus Negotiations: Evidence from Public Procurement in Italian Healthcare Sector</i>	Saúde Pública	Realizou um teste baseado na Lei-NB para descartar o conluio entre participantes de um processo de compras.
COSTA, SANTOS e TRAVASSOS 2012	Análise de conformidade nos gastos públicos dos entes federativos: estudo de caso de uma aplicação da Lei de Newcomb-Benford para o	Gestão Pública	Verificaram a existência de desvios significativos na distribuição do 1º e 2º dígitos dos estados analisados.



	primeiro e segundo dígito em dois estados brasileiros		
CUNHA e BUGARIN 2014/2017	Lei de Benford e auditoria de obras públicas: uma análise de sobrepreço na reforma do maracanã	Auditoria	Fizeram análise de sobrepreço em obras públicas.
	Lei de Benford aplicada à auditoria da reforma do aeroporto internacional de Minas Gerais		
KIRA e TEIXEIRA 2016	Lei de Benford e aplicações	Matemática	Resumiram de forma intuitiva, o que se conhece como a Lei de Benford para a distribuição de probabilidade do primeiro dígito de números de um conjunto de dados.
TÓTH e HADJU 2017	<i>Intensity of Competition, Corruption Risks and Price Distortion in the Hungarian Public Procurement- 2009-2016</i>	Gestão Pública	Fizeram uma análise da corrupção no recebimento de recursos de aquisições do governo húngaro.

Fonte: Adaptado de Sampaio e Figueiredo (2019).

Cabe ressaltar que na tabela supracitada o trabalho de Carslaw (1988) foi o primeiro a aplicar a Lei de Benford para análise de dados financeiros, introduzindo testes estatísticos Z e o Qui-Quadrado para detectar desconformidades entre as probabilidades esperadas e observadas para os dígitos. Alguns autores que não foram citados na tabela 4 também se utilizaram da LNB para verificarem se houve indícios de irregularidades ou fraudes.

Christian e Gupta (1993) analisaram dados de contribuintes na busca por indícios de evasão tributária. Ettredge e Srivastaval (1999) mostram que se um conjunto de dados contábeis não estiver em conformidade com a distribuição da LNB não significa que há fraude, apenas servirá de alerta. Nos anos 2000, no Brasil, no contexto da administração pública, Santos, Diniz e Ribeiro Filho (2003) realizaram o primeiro trabalho elaborado com base na Lei de Benford, com aplicação de teste de hipótese visando analisar valores das notas de empenho das despesas emitidas por vinte municípios do Estado da Paraíba.

Durtschi, Hillison e Pacini (2004) realizaram análises em duas contas de um grande centro médico nos Estados Unidos. Os autores discutiram algumas particularidades para o emprego adequado da LNB, tais como: a quantidade de dados empregados na análise, o poder dos testes estatísticos e os tipos de fraudes. Diekmann (2007) aplicou a lei de Benford para detectar dados científicos falsificados ou manipulados, publicados em periódicos. O autor demonstrou que os dígitos dos coeficientes da regressão ou de outras estimativas estatísticas são, em regra, distribuídos de acordo com a LNB.

Mebane Jr. (2006, 2009) analisou dados das eleições iranianas de 2009 e descobriu que a contagem de votos tendia a seguir a Lei de Benford no segundo dígito, diferentemente de outras experiências, e não no primeiro, como normalmente utilizado, constatando anomalias que indicavam fortemente a ocorrência de fraude na vitória de Ahmadinejad no Iran. Rauch et al. (2011) ao utilizarem a LNB nos dados macroeconômicos dos países membros da União Europeia, construíram um ranking dos 27 países membros, conforme a extensão do desvio encontrado, indicando a Grécia como o país que teve maior desvio. Tal suspeita de manipulação dos dados em seguida confirmou-se pela própria Comissão Europeia.

No Brasil, Gamermann e Antunes (2018) usavam a LNB para analisar doações de dinheiro para campanhas eleitorais e resultados eleitorais. O intuito do trabalho era mostrar qualquer possível manipulação nas declarações ou em um número significativo de doações que podem não ter sido espontâneas dos doadores. Sá (2020) analisou a combinação entre a técnica da curva ABC e o modelo da Lei de Benford para selecionar amostras de fornecedores de bens e serviços para posterior aplicação de testes de auditoria com vistas a detectar fraudes ou impropriedades na execução financeira de contratos. Analisando as notas de empenho emitidas por um hospital no período de um ano.

Leoni et al. (2020), em uma aplicação prática, analisaram 589 valores de notas de empenho da Academia Militar das Agulhas Negras, no período de 01 de janeiro de 2017 a 30 de junho de 2017. Os autores concluíram que os dados apresentaram conformidade com o modelo proposto em relação aos dígitos líderes dos valores analisados e que o modelo contabilométrico pode ser usado por auditores na detecção de desvios contábeis.

Menezes (2021) aplicou a Lei de Benford nos números de casos confirmados de COVID-19 em diferentes países. Ao utilizar o teste de comparação de frequências nos números de casos confirmados de COVID-19 na China, Itália, Nova Zelândia, Brasil e nos EUA, comparou a discrepância entre as frequências relativas observadas e as esperadas. Deste modo, a hipótese foi aceita pelos números da China e da Nova Zelândia e rejeitadas pelos números da Itália, do Brasil e dos EUA. A China, em particular, foi o país com os números que apresentaram a menor discrepância, seguida da Nova Zelândia.

Da Silva Azevedo et al. (2021) utilizou demonstrações financeiras de pagamentos de benefícios do Programa Bolsa Família em suas contas e arquivos de saldo para examinar a confiabilidade dos números relatados usando a distribuição da Lei de Benford. O autor concluiu que a análise de Benford, quando usada corretamente, é uma ferramenta poderosa para

identificar contas suspeitas de fraude para análise e investigação mais aprofundadas em programas de bem-estar e de distribuição de dinheiro em todo o país, como o programa Bolsa Família no Brasil.

### 3 METODOLOGIA E BASE DE DADOS

Esse capítulo tem por objetivo expor a natureza da pesquisa, a estratégia metodológica a ser utilizada, abrangendo a descrição do método, com informações sobre como os dados serão coletados e tabulados, e o tratamento dos dados a serem empregados. Assim, a fim de responder o problema de pesquisa e alcançar os objetivos propostos pelo estudo, este trabalho foi desenvolvido por meio de uma abordagem quantitativa, além de utilizar a estratégia metodológica comparativa, visto que a pesquisa utilizou um modelo contabilométrico, conhecido como Lei de Newcomb-Benford, para investigar se existem indícios de irregularidades, anomalias ou fraudes.

De acordo com Gil (2017) a pesquisa é definida como o procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos. Nesse contexto, a fim de obter maiores informações para a resolução do problema pesquisado, o presente estudo foi realizado como uma pesquisa exploratória, pois foram investigadas as compras públicas realizadas em todos os Estados do Brasil durante a pandemia do Covid-19. De acordo com Gil (2002), as pesquisas exploratórias buscam proporcionar maior familiaridade com o problema analisado, o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições, tornando-o mais explícito.

Segundo Leavy (2017), os pesquisadores podem empregar métodos lineares de coleta e análise de dados que resultam em dados estatísticos. Os valores subjacentes à pesquisa quantitativa incluem neutralidade, objetividade e a aquisição de um escopo considerável de conhecimento. Logo, o estudo, após a aplicação dos testes, avaliou os resultados obtidos com o objetivo de explicar os fenômenos encontrados. Leavy (2017) diz que a abordagem quantitativa geralmente é apropriada quando seu objetivo principal é explicar ou avaliar.

De modo geral, Bahia (2021) considera a análise documental (físicos e virtuais) como uma técnica de coleta de dados tradicional. Nesse sentido, a análise documental ocorrerá por meio de acesso aos artigos, livros, leis, decretos, dissertações, sites etc. Os dados serão coletados de duas bases de dados secundárias, por meio do acesso aos sites: <https://www.gov.br/compras/pt-br/transparencia/painel-de-compras>, onde foi realizado o *download* dos dados brutos atinentes às compras realizadas durante a pandemia do Covid-19, e <https://compras.dados.gov.br/licitacoes/doc/licitacao>, onde foram acessados os processos licitatórios eletrônicos individuais, os quais para cada licitação poderá ter inúmeros itens

licitados armazenados nessa base de dados. A partir daí, os dados foram tabulados utilizando-se para a realização das análises estatísticas o software Eviews 10.

A escolha da amostra se deu pelo fato de que quase todos os dias são veiculados noticiários com escândalos de corrupção nas diversas mídias de informação, cujo dinheiro que era para ser destinado ao combate ao enfrentamento da pandemia foi desviado ou gasto de maneira irregular. Percebe-se que diversos são os Estados do país em que os órgãos de fiscalização já encontraram irregularidades. Portanto, todas as 27 unidades federativas, sendo 26 Estados e um Distrito Federal, que receberam repasses financeiros da União pertencerão à amostra estudada.

Os dados foram coletados de compras públicas realizadas de 16 de março de 2020, período considerado como início da pandemia para a pesquisa, a 16 setembro de 2021. Foram aplicados os seguintes filtros: modalidade de licitação Pregão Eletrônico e Pregão Eletrônico (SRP); apenas compra de material, neste caso não foram utilizadas contratações de serviços; e todas as aquisições foram baseadas nas Leis nº 8.666/1993 e 13.979/2020, esta última dispõe sobre as medidas para enfrentamento da emergência de saúde pública de importância internacional decorrente do coronavírus, responsável pelo surto de 2019.

As técnicas utilizadas para análise dos dados foram o teste do primeiro dígito, o teste do segundo dígito e o teste dos dois primeiros dígitos. Para a análise da conformidade foram aplicados os testes T para pareamento das amostras, o Teste *Qui-Square*, Teste Kolmogorov-Smirnoff (K-S). Para comparar as conformidades foram aplicados o Teste do Desvio Médio Absoluto, também conhecido como MAD. Portanto, para a aplicação da Lei de Benford os testes supracitados foram baseados na obra de Nigrini (2020).

### **3.1 Testes baseados na Lei de Benford**

Para este tópico, utilizou-se a classificação e os conceitos previstos em Nigrini (2020). Os testes básicos de dígitos serão compostos pelos testes dos primeiros dígitos, teste dos segundos dígitos e teste dos dois primeiros dígitos. Os referidos testes também são chamados de testes de Primeira Ordem.

#### **3.1.1 Teste do Primeiro Dígito**

O Teste do Primeiro Dígito, que é o assunto da maior parte das pesquisas teóricas e práticas existentes na literatura, é um teste de razoabilidade de alto nível que é de muita utilidade

(NIGRINI, 2020). Este teste identifica a frequência com que os números de 1 a 9 se repetem nos primeiros dígitos em cada entrada de itens e/ou valores de sua base de dados.

Cunha (2013) diz que por ser um teste de visão macro, não identifica certas anomalias nos dados, o que torna difícil se certificar de que existe uma boa aderência à Lei NB. Por trazer grandes amostras a serem auditadas, torna-se inviável uma investigação mais minuciosa do auditor. Ele pode ser útil em bancos de dados com poucos itens (talvez 300).

A regra geral é que um fraco ajuste para Benford é um sinal de que o conjunto de dados contém duplicações anormais e anomalias. Em um aplicativo de detecção de fraude, os primeiros dígitos são testados e fornecerá amostras de auditoria que são grandes e altamente ineficientes (NIGRINI, 2020). Para calcular o primeiro dígito utiliza-se a equação 1:

$$P(n) = \log_{10} \left( 1 + \frac{1}{n} \right), \text{ onde:}$$

Eq. (1)

$P$  = Probabilidade de ocorrência do primeiro dígito

$n$  = universo de números aleatórios

### 3.1.2 Teste do Segundo Dígito

O Teste do Segundo Dígito testa as frequências com que os números de 0 a 9 se repetem nos segundos dígitos dos itens de um banco de dados (CUNHA, 2013). Para Nigrini (2020) é considerado um teste de alto nível de razoabilidade que é, na verdade, é um nível muito alto para ser avaliado, porém muito útil, exceto quando queremos identificar vieses nos dados. Por exemplo, para dados de contas a pagar e outros conjuntos de dados onde os preços estão envolvidos, o teste do segundo dígito geralmente mostrará excesso de 0s e 5s por causa de números redondos (como 75, 100 e 250).

O excesso do segundo dígito 5 não é motivo para preocupação, pois caso se chegue a encontrar este excesso é sinal que se investigou e detalhou todos os registros do número 5 e novamente não se mostrou eficaz e foi pouco eficiente. Para ilustração é considerado o segundo dígito o número 7 do meu item (1.764). Segundo a Lei de Benford, a frequência esperada da ocorrência num banco de dados do segundo dígito é descrita pela equação 2:

$$P(D_2 = d_2) \sum_{d_1=1}^9 \log\left(1 + \frac{1}{d_1 d_2}\right), \quad d_2 = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 \text{ e } 9\}$$

Eq. (2)

Sendo:

$D_2 =$  Segundo dígito

$d_2 \in \{0, 1, \dots, 9\}$

### 3.1.3 Teste dos Primeiros e Segundos Dígitos

O Teste do Primeiro e Segundo Dígitos ou, também conhecido, como Teste dos Dois Primeiros Dígitos, averigua a distribuição dos dois primeiros dígitos dos números analisados com a distribuição esperada da Lei de Benford. Este teste fornece mais informações do que o Teste do Primeiro Dígito e o Teste do Segundo Dígito. Para Nigrini (2020) trata-se de um teste mais focado que detectará duplicações anormais de dígitos e possíveis vieses nos dados, assim, entregará um conjunto muito menor de itens notáveis. Com isso, o teste proporciona ao auditor reduzir o tamanho da amostra em investigação.

Para Cavalcanti (2015) este teste já traz um refinamento mais aprofundado dos dados e permite a identificação de alterações e manipulações nos números, como arredondamentos, reduções e aproximações, com maior confiança estatística, sendo esta a razão pela qual sugere-se que todos os valores do banco de dados sob análise inferiores a 10 sejam eliminados do exame, uma vez que não apresentam um segundo dígito inteiro. Este teste também é útil em detectar números inventados. Uma baixa conformidade com a Lei NB geralmente sugere alto risco de erro ou fraude (CUNHA, 2013). A frequência esperada da ocorrência de um número  $D_2=d_2$  como segundo dígito em um conjunto de valores, dado que o primeiro dígito é  $D_1=d_1$ , segundo a Lei NB é dada pela equação 3:

$$\text{Prob}(D_1 D_2 = d_1 d_2) = \log\left(1 + \frac{1}{d_1 d_2}\right)$$

Eq. (3)

## 3.2 Testes Estatísticos de Conformidade

Segundo Nigrini (2020), existem duas maneiras de verificar a conformidade dos dados, a primeira é testar se uma combinação específica dos dois primeiros dígitos se desvia significativamente de Benford, e o segundo modo é testar se as combinações de dígitos (10, 11, 12, ..., 99) tomados em conjunto estão de acordo com Benford.

Este estudo utiliza os valores homologados dos pregões eletrônicos de todos os Estados do país relacionados às compras realizadas de materiais comuns, durante o período da pandemia do Covid-19, de modo a examinar a confiabilidade usando a distribuição da Lei de Benford. Assim, as amostras são submetidas à um conjunto de testes estatísticos propostos por Nigrini (2020), ou seja, *Qui-Square*, estatística Z e Desvio Médio Absoluto (MAD) para validar sua distribuição de acordo com a Lei de Benford.

Para verificação da conformidade de uma distribuição com a Lei de Benford, podem ser aplicados diversos métodos estatísticos nos resultados obtidos nos Testes Primários (CUNHA, 2013). Nas subseções a seguir, serão apresentados os testes estatísticos mais comumente utilizados.

### 3.2.1 Teste Z

Para Nigrini (2020) a estatística Z é usada para testar se a proporção real para os primeiros dois dígitos específicos difere significativamente da expectativa de Benford. O teste busca identificar se a diferença entre a proporção real de um dígito em relação à distribuição esperada da LNB é estatisticamente significativa, dado um determinado nível de significância (CAVALCANTI, 2015).

O valor calculado de Z se refere a estatística de teste. Em um nível de significância de 5 por cento, rejeita-se a hipótese nula e conclui-se que existe uma diferença estatisticamente significativa entre a proporção real e a proporção de Benford, quando o teste estatístico excede o valor crítico de 1,96 (NIGRINI, 2020).

Segundo Nigrini (2020), infelizmente, a estatística Z sofre de um problema de excesso de energia. Para conjuntos de grandes dados, mesmo uma pequena diferença provavelmente será marcada como significativa. Deste modo, as estatísticas Z não podem ser usadas para se ter uma ideia da extensão geral de inconformidade. Para realizar o teste, usa-se a equação 4:



$$Teste z = \frac{|PR - PE| - (1/2n)}{\sqrt{\frac{PE(1 - PE)}{n}}}$$

Eq. (4)

Onde: PR é igual a proporção real, PE é igual a proporção esperada e n é o número de dados. O termo  $(1/2n)$  é um fator de correção estatístico utilizado somente quando for inferior ao primeiro termo do numerador.

### 3.2.2 Teste *Qui-Square*

O Teste *Qui-Square*, mais conhecido como Teste Qui-Quadrado, é frequentemente usado para comparar um conjunto real de resultados com um conjunto de resultados esperados, neste caso os resultados esperados são as proporções de Benford (NIGRINI, 2020).

A estatística do qui-quadrado também sofre com o problema de excesso de energia, quando o conjunto de dados se torna grande. O *qui-square* calculado quase sempre será maior do que o valor de corte, fazendo concluir que os dados não estão em conformidade com Benford. Tal problema começa a ser perceptível para conjuntos de dados com mais de 5.000 registros. Logo, pequenas diferenças sem significado prático induzem a conclusões equivocadas de que o conjunto de dados não está em conformidade com Benford (NIGRINI, 2020).

Esse teste parte da premissa de que se seleciona uma amostra aleatória de uma distribuição infinita de dados que segue a distribuição esperada. Se a amostra é pequena, por exemplo, inferior a 500 dados, o Teste Qui-Quadrado tolera bem os desvios. Porém, ele é muito sensível a pequenos desvios em extensos bancos de dados (CUNHA, 2013). O teste qui-quadrado é definido segundo a equação 5:

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

Eq. (5)

Onde: CR e CE representam, respectivamente, a contagem real e esperada dos dígitos. Dado um nível de significância de 5%, e considerando que  $k$  é cada categoria (variando de 9 a

10 dígitos, de acordo com o caso), 9 resulta em 8 graus de liberdade e em um valor crítico de 15,51.

### 3.2.3 Teste Kolmogorov-Smirnoff (K-S)

O teste que analisa todos os dígitos de uma vez é o Teste Kolmogorov-Smirnoff (K-S). Ele é baseado na função densidade cumulativa, que é a soma cumulativa das proporções esperadas. A soma cumulativa de todas as combinações dos dois primeiros dígitos em 99 é 1,00, porque todo valor numérico deve ter algum valor para seus primeiros dois dígitos. O teste K-S usa apenas a maior diferença entre a densidade cumulativa empírica (real) e a função densidade cumulativa esperada (NIGRINI, 2020).

Mais uma vez com este teste, Nigrini (2020) destaca o problema de excesso de energia, isso significa que embora as coisas possam parecer muito boas visualmente, apenas pequenas desvios são tolerados quando o número de registros se torna grande. Para Cavalcanti (2015), após o cálculo das diferenças acumuladas para cada dígito elege-se o maior valor dessa diferença – denominado supremo em estatística – e se o compara a um valor crítico, determinado por um nível de significância determinado (no caso, 5%).

De acordo com Cunha (2013) as diferenças entre as proporções acumuladas esperadas e as proporções acumuladas encontradas trazem 90 valores absolutos para os 90 dígitos, dentre os quais se seleciona o resultado mais alto, denominado supremo em termos estatísticos. Esse valor não pode superar o valor crítico, obtido pela equação 6:

$$\text{K-S crítico} = \frac{1,36}{\sqrt{n}}$$

Eq. (6)

Sendo 1,36 a constante para um nível de significância de 5% e  $n$  é o número de dados.

### 3.2.4 Teste do Desvio Médio Absoluto (MAD)

O Teste do Desvio Médio Absoluto é uma alternativa proposta por Nigrini (2011) para os testes *Qui-Square* e Kolmogorov-Smirnoff com extensos bancos de dados, pois independe do número de observações. O problema de excesso de energia é resolvido com o Teste de

Desvio Médio Absoluto (MAD), porque este teste ignora o número de registros (NIGRINI, 2020).

O desvio absoluto médio é uma métrica importante de dispersão de dados pois não sofre grande influência de casuais valores destoantes ou extremos na distribuição, diferentemente de outros indicadores como o da variância e o desvio-padrão (CAVALCANTI, 2015).

Quanto maior for o MAD, maior a diferença média entre as proporções reais e esperadas. Além de o MAD ser calculado para os primeiros dígitos, os segundos dígitos e os dois primeiros dígitos. O teste DAM tange pela mais estreita das margens e apenas qualifica como conformidade próxima. Os baixos MADs significam que as diferenças médias são pequenas e, portanto, as proporções reais estão próximas das proporções esperadas (NIGRINI, 2020). O referido teste é representado pela equação 7:

$$\text{Desvio Médio Absoluto} = \sum_{i=1}^K \left| \frac{PR-PA}{K} \right|$$

Eq. (7)

Sendo  $k$  o número de séries dos dígitos analisados (9 para o teste do primeiro dígito e 90 para o dos dois primeiros dígitos).

Com relação ao número de registros, a experiência mostra que o conjunto de dados deve ter pelo menos 1.000 registros, antes mesmo de se utilizar a Tabela 5 para avaliar a conformidade. Mas, em casos com menos de 1.000 registros, os testes relacionados a Benford ainda podem ser executados, mas os usuários devem estar dispostos a aceitar desvios maiores da linha Benford antes de concluir que os dados não estavam em conformidade para Benford (NIGRINI, 2020).

**Tabela 5** - Valores críticos para o Teste DAM

Dígitos	Variação	Conclusão
Primeiros	0,000 a 0,006	Estreita conformidade
	0,006 a 0,012	Conformidade aceitável
Dígitos	0,012 a 0,015	Marginalmente aceitável
	Acima de 0,015	Não-conformidade
	0,000 a 0,008	Estreita conformidade

Segundos	0,008 a 0,010	Conformidade aceitável
	0,010 a 0,012	Marginalmente aceitável
Dígitos	Acima de 0,012	Não-conformidade
Primeiro e Segundo Dígitos	0,000 a 0,0012	Estreita conformidade
	0,0012 a 0,0018	Conformidade aceitável
	0,0018 a 0,0022	Marginalmente aceitável
	Acima de 0,0022	Não-conformidade

**Fonte:** Adaptado de Nigrini (2020).

## 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A apresentação dos resultados foi realizada por Regiões apenas para facilitar as análises. Sendo as análises feitas individualmente sobre as compras públicas em todos os 26 Estados e no Distrito Federal. Lembra-se que as análises não fazem referência ao tamanho da população dos Estados nem a extensão do território. Logo, os resultados dizem respeito apenas as compras de materiais comuns realizadas durante o período da pandemia.

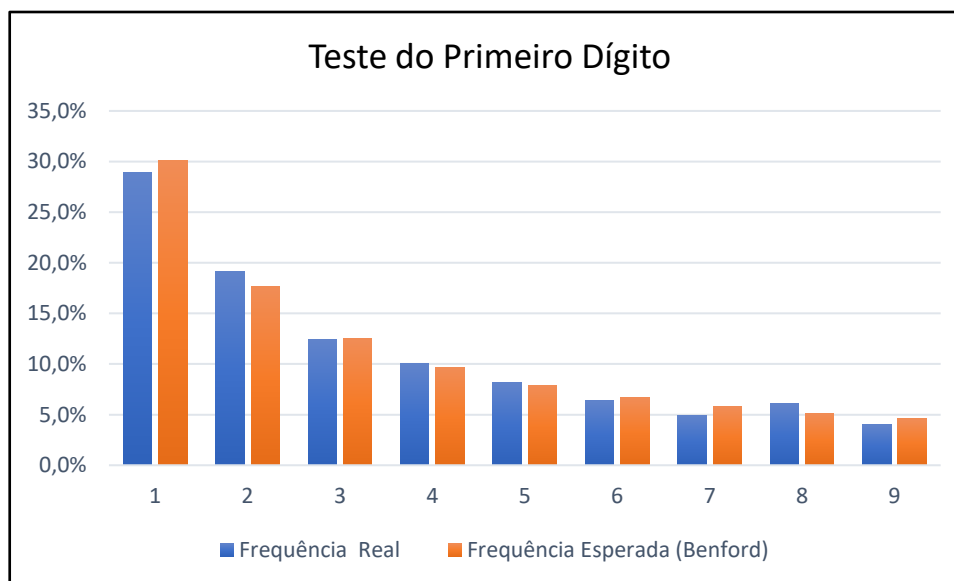
As diversas análises foram guiadas pelas seguintes premissas: para o teste do Primeiro Dígito foram considerados todos os valores maiores ou iguais a 1, uma vez que muitos valores dos itens dos pregões eletrônicos homologados foram descartados por terem valores abaixo de R\$1,00, considerados irrisórios por Nigrini (2020); mesmo Estados com menos de 300 itens comprados foram analisados e verificadas suas conformidades à Benford; a conformidade com Benford não é uma garantia de que os dados estejam livres de anomalias ou erros materiais (NIGRINI, 2020).

As análises a seguir estão divididas pelos Estados da Região Sudeste, Sul, Nordeste, Norte e Centro-Oeste, e virão acompanhadas do teste do Primeiro Dígito, teste do Segundo Dígito e Teste dos Dois Primeiros Dígitos. Nos testes do Primeiro e Segundo dígitos, as análises estão acompanhadas de gráficos e tabelas, já no teste dos Dois Primeiros dígitos as análises são apresentadas em apenas uma tabela.

### 4.1 Região Sudeste

#### 4.1.1 Rio de Janeiro

O Rio de Janeiro foi o Estado que mais realizou aquisições públicas na modalidade pregão eletrônico para compras de materiais em todo o país, totalizando 310 pregões eletrônicos. Dos pregões analisados resultaram em 3.548 itens distintos, sendo que só foi possível o acesso aos valores homologados de 2.701 itens, pois diversos itens haviam sido cancelados antes da disputa de lances ou logo após a fase de julgamento das propostas. Os pregões homologados totalizaram o montante de R\$ 105.147.118,60 milhões. Os dados foram comparados na forma gráfica:

**Gráfico 1** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para o Rio de Janeiro

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 1, não houve picos significativos nas frequências reais dos primeiros dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se visualmente que os dígitos 1, 2, 7 e 8 são os que mais se afastam da curva de Benford, ainda que suavemente.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

**Tabela 6** - Resultados dos Primeiros Dígitos para o Rio de Janeiro

1º Dígito	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste X <sup>2</sup>	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor X <sup>2</sup> Crítico	Valor K-S Crítico
1	732	28,9%	763	30,10%	1,297	1,221	0,076	0,0047	1,96	15,51	0,0034
2	485	19,1%	446	17,61%	2,005	3,403	1,398				
3	315	12,4%	316	12,49%	0,052	0,007	0,045				
4	254	10,0%	245	9,69%	0,541	0,296	0,245				
5	206	8,1%	201	7,92%	0,360	0,147	0,213				
6	161	6,4%	170	6,69%	0,633	0,434	0,199				
7	125	4,9%	147	5,80%	1,820	3,263	1,443				
8	154	6,1%	130	5,12%	2,146	4,606	2,460				
9	101	4,0%	116	4,58%	1,379	1,916	0,537				
<b>Total</b>	<b>2533</b>	<b>100%</b>	<b>2533</b>	<b>100%</b>		<b>15,294</b>					

Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos primeiros dígitos,

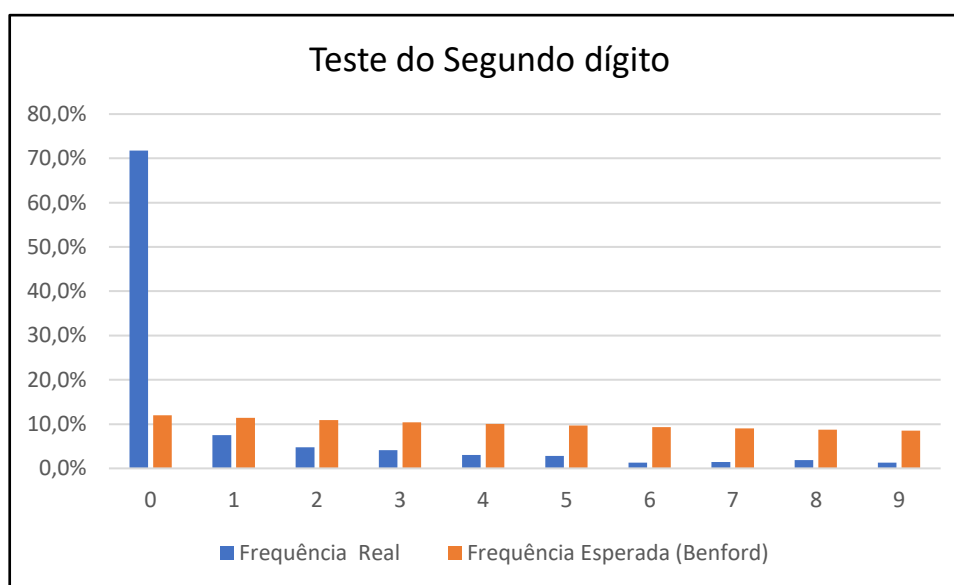
apenas os dígitos 2 e 8 mostraram-se destoantes em relação ao valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com estes dígitos estão em desconformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (15,29) é inferior ao  $\chi^2_c$  (15,51) para oito graus de liberdade e 0,05 de significância. No entanto, o teste DAM para o primeiro dígito foi calculado em 0,0047, o que denota, segundo a tabela 5, uma estreita conformidade com a Lei de Benford.

Destaca-se os pregões homologados com os primeiros dígitos 2 possuem uma frequência esperada de 485, enquanto a frequência observada foi de 446, indicando um excesso de 39 valores de pregões eletrônicos, o que pode representar manipulação intencional nesse dígito.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade para os valores que se iniciam com o dígito 2 e 8.

**Gráfico 2** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para o Rio de Janeiro



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 2, houve picos significativos para todos os dígitos nas frequências reais dos segundos dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se visualmente que apenas o dígito 1 a frequência real se aproxima de Benford.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

**Tabela 7 – Resultados dos Segundos Dígitos para o Rio de Janeiro**

2º Dígito	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste $\chi^2$	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor $\chi^2$ Crítico	Valor K-S Crítico
0	1345	71,7%	224	11,97%	79,680	5594,70	5515,02	0,8452	1,96	15,51	0,0034
1	141	7,5%	214	11,39%	5,238	24,655	19,417				
2	90	4,8%	204	10,88%	8,418	63,706	55,288				
3	77	4,1%	196	10,43%	8,920	71,880	62,960				
4	57	3,0%	188	10,03%	10,030	91,339	81,309				
5	53	2,8%	181	9,67%	9,987	90,805	80,818				
6	25	1,3%	175	9,34%	11,870	128,694	116,824				
7	27	1,4%	170	9,04%	11,436	119,801	108,365				
8	35	1,9%	164	8,76%	10,510	101,708	91,198				
9	25	1,3%	159	8,50%	11,080	113,297	102,217				
<b>Total</b>	<b>1875</b>	<b>100,0%</b>	<b>1875</b>	<b>100,00%</b>		<b>6400,583</b>					

Fonte: Elaborada pelo autor

Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos segundos dígitos, todos os dígitos mostraram-se destoantes em relação ao valor crítico (1,96), estando em desconformidade com a Lei de Benford. Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (6.400,58) é muito superior ao  $\chi^2_c$  (15,51), para oito graus de liberdade e 0,05. No entanto, o teste DAM para o segundo dígito foi calculado em 0,8452 o que denota, segundo a tabela 5, uma não-conformidade com a Lei de Benford.

Destaca-se os pregões homologados com os segundos dígitos sendo “zero” possuem uma frequência esperada de 224, enquanto a frequência observada foi de 1.345, indicando um excesso de 1.121 valores de pregões, o que pode representar manipulação intencional nesse dígito.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade para todos os segundos dígitos dos pregões do Estado do Rio de Janeiro.



Tabela 8 - Resultados dos Dois Primeiros Dígitos para o Rio de Janeiro

Dígitos	Contagem	Real	Benford	Diferença	Teste Z	Qui Quadrado	K-S	MAD
10	82	0,0410	0,0414	0,0004	0,0413	0,0091	0,0004	0,0003
11	67	0,0335	0,0378	0,0043	0,9556	0,9896	0,0043	0,0031
12	80	0,0400	0,0348	-0,0052	1,2087	1,5560	0,0052	0,0037
13	67	0,0335	0,0322	-0,0013	0,2617	0,1022	0,0013	0,0009
14	58	0,0290	0,0300	0,0010	0,1949	0,0658	0,0010	0,0007
15	54	0,0270	0,0280	0,0011	0,2185	0,0796	0,0011	0,0007
16	43	0,0215	0,0263	0,0049	1,2857	1,7889	0,0049	0,0034
17	43	0,0215	0,0248	0,0033	0,8901	0,9024	0,0033	0,0024
18	52	0,0260	0,0235	-0,0025	0,6628	0,5299	0,0025	0,0018
19	44	0,0220	0,0223	0,0003	0,0147	0,0080	0,0003	0,0002
20	68	0,0340	0,0212	-0,0128	3,8920	15,4237	0,0128	0,0090
21	43	0,0215	0,0202	-0,0013	0,3261	0,1611	0,0013	0,0009
22	51	0,0255	0,0193	-0,0062	1,9250	3,9470	0,0062	0,0044
23	36	0,0180	0,0185	0,0005	0,0836	0,0272	0,0005	0,0004
24	31	0,0155	0,0177	0,0022	0,6763	0,5688	0,0022	0,0016
25	48	0,0240	0,0170	-0,0069	2,3144	5,6653	0,0069	0,0049
26	29	0,0145	0,0164	0,0019	0,5833	0,4432	0,0019	0,0013
27	30	0,0150	0,0158	0,0008	0,2008	0,0830	0,0008	0,0006
28	25	0,0125	0,0152	0,0028	0,9141	0,9952	0,0028	0,0019
29	34	0,0170	0,0147	-0,0023	0,7467	0,6944	0,0023	0,0016
30	31	0,0155	0,0142	-0,0012	0,3755	0,2176	0,0012	0,0009
31	17	0,0085	0,0138	0,0053	1,9365	4,0736	0,0053	0,0037
32	38	0,0190	0,0134	-0,0056	2,0914	4,7266	0,0056	0,0040
33	13	0,0065	0,0130	0,0065	2,4609	6,4669	0,0065	0,0046
34	25	0,0125	0,0126	0,0001	-0,0594	0,0016	0,0001	0,0001
35	30	0,0150	0,0122	-0,0028	1,0179	1,2380	0,0028	0,0019
36	17	0,0085	0,0119	0,0034	1,3031	1,9538	0,0034	0,0024
37	19	0,0095	0,0116	0,0021	0,7701	0,7560	0,0021	0,0015
38	28	0,0140	0,0113	-0,0027	1,0402	1,2985	0,0027	0,0019
39	20	0,0100	0,0110	0,0010	0,3242	0,1840	0,0010	0,0007
40	38	0,0190	0,0107	-0,0083	3,4785	12,7284	0,0083	0,0058
41	12	0,0060	0,0105	0,0045	1,8562	3,8247	0,0045	0,0032
42	16	0,0080	0,0102	0,0022	0,8797	0,9717	0,0022	0,0016
43	10	0,0050	0,0100	0,0050	2,1330	4,9913	0,0050	0,0035
44	17	0,0085	0,0098	0,0013	0,4636	0,3300	0,0013	0,0009
45	19	0,0095	0,0095	0,0001	-0,0897	0,0006	0,0001	0,0000
46	11	0,0055	0,0093	0,0038	1,6726	3,1698	0,0038	0,0027
47	21	0,0105	0,0091	-0,0013	0,5154	0,3968	0,0013	0,0010
48	28	0,0140	0,0090	-0,0050	2,2710	5,6591	0,0050	0,0036
49	25	0,0125	0,0088	-0,0037	1,6619	3,1467	0,0037	0,0026
50	41	0,0205	0,0086	-0,0119	5,6353	32,8505	0,0119	0,0084

51	11	0,0055	0,0084	0,0029	1,3157	2,0501	0,0029	0,0021
52	10	0,0050	0,0083	0,0033	1,4957	2,5997	0,0033	0,0023
53	16	0,0080	0,0081	0,0001	-0,0618	0,0039	0,0001	0,0001
54	9	0,0045	0,0080	0,0035	1,6223	3,0310	0,0035	0,0025
55	9	0,0045	0,0078	0,0033	1,5640	2,8367	0,0033	0,0024
56	14	0,0070	0,0077	0,0007	0,2275	0,1254	0,0007	0,0005
57	14	0,0070	0,0076	0,0006	0,1604	0,0832	0,0006	0,0004
58	13	0,0065	0,0074	0,0009	0,3548	0,2335	0,0009	0,0007
59	16	0,0080	0,0073	-0,0007	0,2329	0,1316	0,0007	0,0005
60	30	0,0150	0,0072	-0,0078	4,0051	16,9954	0,0078	0,0055
61	5	0,0025	0,0071	0,0046	2,3054	5,9061	0,0046	0,0032
62	13	0,0065	0,0069	0,0005	0,1107	0,0597	0,0005	0,0003
63	19	0,0095	0,0068	-0,0027	1,3037	2,0573	0,0027	0,0019
64	19	0,0095	0,0067	-0,0028	1,3718	2,2602	0,0028	0,0019
65	11	0,0055	0,0066	0,0011	0,4886	0,3897	0,0011	0,0008
66	9	0,0045	0,0065	0,0020	0,9919	1,2699	0,0020	0,0014
67	6	0,0030	0,0064	0,0034	1,7837	3,6759	0,0034	0,0024
68	6	0,0030	0,0063	0,0033	1,7438	3,5292	0,0033	0,0024
69	18	0,0090	0,0062	-0,0027	1,4151	2,4089	0,0027	0,0019
70	15	0,0075	0,0062	-0,0013	0,6190	0,5768	0,0013	0,0009
71	9	0,0045	0,0061	0,0016	0,7652	0,8214	0,0016	0,0011
72	8	0,0040	0,0060	0,0020	1,0116	1,3293	0,0020	0,0014
73	4	0,0020	0,0059	0,0039	2,1374	5,1821	0,0039	0,0028
74	10	0,0050	0,0058	0,0008	0,3437	0,2392	0,0008	0,0006
75	11	0,0055	0,0058	0,0003	0,0048	0,0231	0,0003	0,0002
76	10	0,0050	0,0057	0,0007	0,2575	0,1641	0,0007	0,0005
77	5	0,0025	0,0056	0,0031	1,7122	3,4473	0,0031	0,0022
78	14	0,0070	0,0055	-0,0015	0,7304	0,7719	0,0015	0,0010
79	12	0,0060	0,0055	-0,0005	0,1708	0,1034	0,0005	0,0004
80	20	0,0100	0,0054	-0,0046	2,6541	7,8350	0,0046	0,0032
81	5	0,0025	0,0053	0,0028	1,5866	3,0117	0,0028	0,0020
82	12	0,0060	0,0053	-0,0007	0,2968	0,2025	0,0007	0,0005
83	16	0,0080	0,0052	-0,0028	1,5806	2,9979	0,0028	0,0020
84	17	0,0085	0,0051	-0,0034	1,9411	4,3763	0,0034	0,0024
85	10	0,0050	0,0051	0,0001	-0,1040	0,0028	0,0001	0,0001
86	3	0,0015	0,0050	0,0035	2,0717	4,9470	0,0035	0,0025
87	11	0,0055	0,0050	-0,0005	0,1791	0,1138	0,0005	0,0004
88	10	0,0050	0,0049	-0,0001	-0,1038	0,0031	0,0001	0,0001
89	15	0,0075	0,0049	-0,0026	1,5390	2,8755	0,0026	0,0019
90	19	0,0095	0,0048	-0,0047	2,8759	9,1827	0,0047	0,0033
91	8	0,0040	0,0047	0,0008	0,3259	0,2375	0,0008	0,0005
92	4	0,0020	0,0047	0,0027	1,6019	3,1018	0,0027	0,0019
93	7	0,0035	0,0046	0,0011	0,5914	0,5684	0,0011	0,0008
94	4	0,0020	0,0046	0,0026	1,5533	2,9397	0,0026	0,0018

95	7	0,0035	0,0045	0,0011	0,5329	0,4864	0,0011	0,0007
96	7	0,0035	0,0045	0,0010	0,5042	0,4484	0,0010	0,0007
97	6	0,0030	0,0045	0,0015	0,8114	0,9546	0,0015	0,0010
98	5	0,0025	0,0044	0,0019	1,1223	1,6593	0,0019	0,0014
99	9	0,0045	0,0044	-0,0001	-0,0808	0,0078	0,0001	0,0001

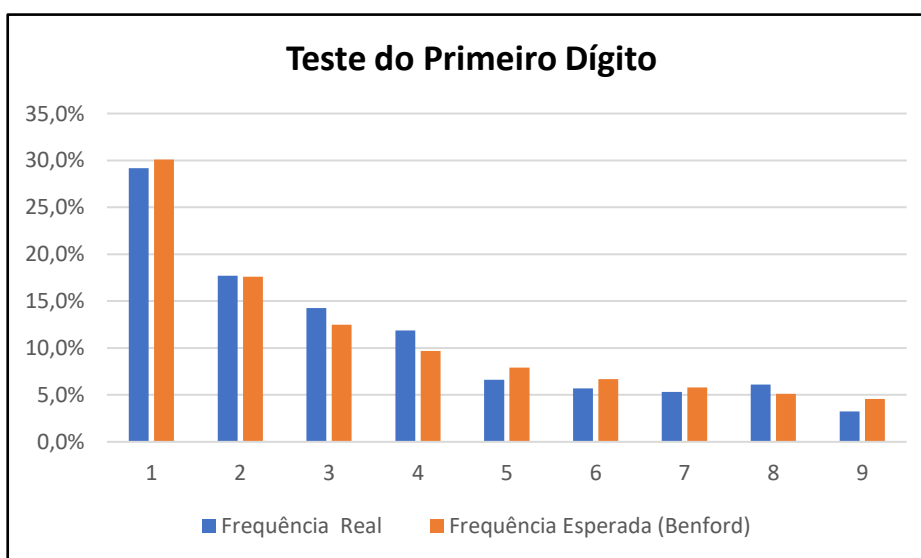
**Fonte:** Elaborada pelo autor.

O teste Z revelou 14 categorias cujas estatísticas foram maiores que 1,96. São elas: 20, 25, 27, 32, 33, 40, 43, 48, 50, 60, 61, 73, 86 e 90. Quanto aos testes de conformidade geral da base de dados, o Qui-Quadrado resultou em 231,28 e o DAM resultou em 0,0017. Sendo o valor crítico da estatística qui-quadrado para 5% de significância e 89 graus de liberdade é 112,02, o resultado mostrou desconformidade dos dados. De acordo com a tabela 5 sugerida por Nigrini (2020), o DAM encontra-se em conformidade aceitável.

#### 4.1.2 São Paulo

O Estado de São Paulo realizou 237 pregões eletrônicos. Dos pregões analisados, resultaram em 1.578 itens distintos, sendo que só foi possível o acesso aos valores homologados de 1.389 itens, pois 18 pregões haviam sido cancelados antes da disputa de lances ou logo após a fase de julgamento das propostas. Os pregões homologados totalizaram o montante de R\$ 77.065.724,55 milhões. Os dados foram comparados na forma gráfica:

**Gráfico 3** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para São Paulo



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 3, não houve picos significativos nas frequências reais dos primeiros dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se visualmente que os dígitos 2, 3, 4 e 9 são os que mais se afastam da curva de Benford. Mesmo que suavemente os demais dígitos também se afastam, com exceção do dígito 1.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

**Tabela 9** - Resultados dos Primeiros Dígitos para São Paulo

1º Dígito	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste $\chi^2$	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor $\chi^2$ Crítico	Valor K-S Crítico
1	405	29,2%	418	30,10%	0,074	0,412	0,339	0,0714	1,96	15,51	0,0034
2	246	17,7%	245	17,61%	0,063	0,008	0,055				
3	198	14,3%	174	12,49%	1,949	3,448	1,499				
4	165	11,9%	135	9,69%	2,713	6,862	4,149				
5	92	6,6%	110	7,92%	1,740	2,940	1,200				
6	79	5,7%	93	6,69%	1,442	2,104	0,662				
7	74	5,3%	81	5,80%	0,696	0,533	0,163				
8	85	6,1%	71	5,12%	1,629	2,739	1,110				
9	45	3,2%	64	4,58%	2,325	5,418	3,093				
<b>Total</b>	<b>1389</b>	<b>100%</b>	<b>1389</b>	<b>100%</b>		<b>24,464</b>					

Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos primeiros dígitos, apenas os dígitos 4 e 9 mostraram-se destoantes em relação ao valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com estes dígitos estão em desconformidade com a Lei de Benford.

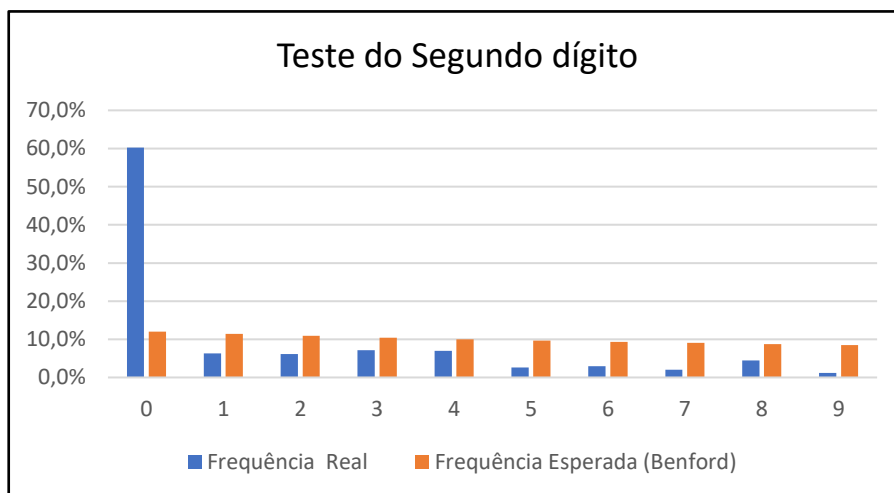
Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (24,46) é superior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o primeiro dígito foi calculado em 0,0714, o que denota, segundo a tabela 5, uma não-conformidade com a Lei de Benford.

Destaca-se os pregões homologados com os primeiros dígitos 4 possuem uma frequência esperada de 135, enquanto a frequência observada foi de 165, indicando um excesso de 30 valores de pregões, o que pode representar manipulação intencional nesse dígito.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19

devem ser investigados com maior profundidade para os valores que se iniciam com o dígito 4 e 9.

**Gráfico 4** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para São Paulo



Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 4, houve picos significativos nas frequências reais dos primeiros dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se visualmente que os dígitos 0, 1, 2, 3, 7, 8 e 9 são os que mais se afastam da curva de Benford, já nos dígitos 4, 5 e 6 os picos são menores.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

**Tabela 10** - Resultados dos Segundos Dígitos para São Paulo

2º Díg.	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste $\chi^2$	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor $\chi^2$ Crítico	Valor K-S Crítico
0	364	71,7%	72	11,97%	36,502	1176,92	1140,41	0,8452	1,96	15,51	0,0034
1	38	7,5%	69	11,39%	3,88	13,785	9,905				
2	37	4,8%	66	10,88%	3,687	12,548	8,861				
3	43	4,1%	63	10,43%	8,92	6,348	2,572				
4	42	3,0%	61	10,03%	2,449	5,699	3,250				
5	16	2,8%	58	9,67%	5,769	30,790	25,021				
6	18	1,3%	56	9,34%	5,301	26,157	20,856				
7	12	1,4%	55	9,04%	5,974	33,239	27,265				
8	27	1,9%	53	8,76%	3,657	12,688	9,031				
9	7	1,3%	51	8,50%	6,396	38,294	31,898				
<b>Total</b>	<b>604</b>	<b>100%</b>	<b>604</b>	<b>100%</b>		<b>1356,46</b>					

Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos segundos dígitos, todos os dígitos destoaram do valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com estes dígitos estão em desconformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (1.356,46) é superior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o primeiro dígito foi calculado em 0,8452, o que denota, segundo a tabela 5, uma não-conformidade com a Lei de Benford.

Destaca-se os pregões homologados com os primeiros dígitos 1 possuem uma frequência esperada de 72, enquanto a frequência observada foi de 364, indicando um excesso de 292 valores de pregões, o que pode representar manipulação intencional nesse dígito.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade em todos os pregões do Estado de São Paulo.

**Tabela 11** - Resultados dos Dois Primeiros Dígitos para o São Paulo

Dígitos	Contagem	Real	Benford	Diferença	Teste Z	Qui Quadrado	K-S	MAD
10	49	0,0426	0,0414	-0,0013	0,1392	0,0436	0,0013	0,0009
11	45	0,0392	0,0378	-0,0014	0,1672	0,0576	0,0014	0,0010
12	40	0,0348	0,0348	-0,0001	-0,0711	0,0001	0,0001	0,0000
13	40	0,0348	0,0322	-0,0026	0,4212	0,2466	0,0026	0,0019
14	33	0,0287	0,0300	0,0012	0,1605	0,0592	0,0012	0,0009
15	31	0,0270	0,0280	0,0010	0,1260	0,0451	0,0010	0,0007
16	37	0,0322	0,0263	-0,0059	1,1512	1,5052	0,0059	0,0042
17	27	0,0235	0,0248	0,0013	0,1938	0,0812	0,0013	0,0009
18	35	0,0305	0,0235	-0,0070	1,4651	2,3842	0,0070	0,0049
19	30	0,0261	0,0223	-0,0038	0,7805	0,7579	0,0038	0,0027
20	33	0,0287	0,0212	-0,0075	1,6702	3,0757	0,0075	0,0053
21	26	0,0226	0,0202	-0,0024	0,4794	0,3344	0,0024	0,0017
22	23	0,0200	0,0193	-0,0007	0,0683	0,0302	0,0007	0,0005
23	18	0,0157	0,0185	0,0028	0,5996	0,4935	0,0028	0,0020
24	15	0,0131	0,0177	0,0047	1,0888	1,4158	0,0047	0,0033
25	25	0,0218	0,0170	-0,0047	1,1237	1,5058	0,0047	0,0033
26	20	0,0174	0,0164	-0,0010	0,1551	0,0724	0,0010	0,0007
27	22	0,0191	0,0158	-0,0034	0,7932	0,8178	0,0034	0,0024

<b>28</b>	13	0,0113	0,0152	0,0039	0,9658	1,1620	0,0039	0,0028
<b>29</b>	14	0,0122	0,0147	0,0025	0,5920	0,5030	0,0025	0,0018
<b>30</b>	23	0,0200	0,0142	-0,0058	1,5283	2,6928	0,0058	0,0041
<b>31</b>	6	0,0052	0,0138	0,0086	2,3636	6,1151	0,0086	0,0061
<b>32</b>	10	0,0087	0,0134	0,0047	1,2474	1,8676	0,0047	0,0033
<b>33</b>	16	0,0139	0,0130	-0,0010	0,1573	0,0817	0,0010	0,0007
<b>34</b>	15	0,0131	0,0126	-0,0005	0,0093	0,0198	0,0005	0,0003
<b>35</b>	29	0,0252	0,0122	-0,0130	3,8758	15,8836	0,0130	0,0092
<b>36</b>	8	0,0070	0,0119	0,0049	1,4072	2,3532	0,0049	0,0035
<b>37</b>	11	0,0096	0,0116	0,0020	0,4984	0,4001	0,0020	0,0014
<b>38</b>	27	0,0235	0,0113	-0,0122	3,7817	15,2037	0,0122	0,0086
<b>39</b>	10	0,0087	0,0110	0,0023	0,6036	0,5490	0,0023	0,0016
<b>40</b>	16	0,0139	0,0107	-0,0032	0,9103	1,0980	0,0032	0,0023
<b>41</b>	14	0,0122	0,0105	-0,0017	0,4277	0,3245	0,0017	0,0012
<b>42</b>	14	0,0122	0,0102	-0,0020	0,5157	0,4343	0,0020	0,0014
<b>43</b>	6	0,0052	0,0100	0,0048	1,4753	2,6100	0,0048	0,0034
<b>44</b>	10	0,0087	0,0098	0,0011	0,2143	0,1314	0,0011	0,0007
<b>45</b>	14	0,0122	0,0095	-0,0026	0,7684	0,8384	0,0026	0,0019
<b>46</b>	12	0,0104	0,0093	-0,0011	0,2356	0,1499	0,0011	0,0008
<b>47</b>	9	0,0078	0,0091	0,0013	0,3117	0,2158	0,0013	0,0009
<b>48</b>	18	0,0157	0,0090	-0,0067	2,2582	5,7787	0,0067	0,0047
<b>49</b>	10	0,0087	0,0088	0,0001	-0,1325	0,0007	0,0001	0,0000
<b>50</b>	15	0,0131	0,0086	-0,0045	1,4755	2,6512	0,0045	0,0031
<b>51</b>	6	0,0052	0,0084	0,0032	1,0290	1,4050	0,0032	0,0023
<b>52</b>	10	0,0087	0,0083	-0,0004	-0,0017	0,0258	0,0004	0,0003
<b>53</b>	8	0,0070	0,0081	0,0012	0,2720	0,1889	0,0012	0,0008
<b>54</b>	8	0,0070	0,0080	0,0010	0,2178	0,1460	0,0010	0,0007
<b>55</b>	8	0,0070	0,0078	0,0009	0,1645	0,1093	0,0009	0,0006
<b>56</b>	2	0,0017	0,0077	0,0059	2,1389	5,2851	0,0059	0,0042
<b>57</b>	12	0,0104	0,0076	-0,0029	0,9614	1,2712	0,0029	0,0020
<b>58</b>	3	0,0026	0,0074	0,0048	1,7287	3,5853	0,0048	0,0034
<b>59</b>	4	0,0035	0,0073	0,0038	1,3471	2,2946	0,0038	0,0027
<b>60</b>	10	0,0087	0,0072	-0,0015	0,4374	0,3721	0,0015	0,0011
<b>61</b>	6	0,0052	0,0071	0,0018	0,5686	0,5508	0,0018	0,0013
<b>62</b>	5	0,0044	0,0069	0,0026	0,8822	1,1154	0,0026	0,0018
<b>63</b>	6	0,0052	0,0068	0,0016	0,4863	0,4395	0,0016	0,0011
<b>64</b>	5	0,0044	0,0067	0,0024	0,8068	0,9680	0,0024	0,0017
<b>65</b>	7	0,0061	0,0066	0,0005	0,0431	0,0502	0,0005	0,0004
<b>66</b>	5	0,0044	0,0065	0,0022	0,7340	0,8355	0,0022	0,0015
<b>67</b>	6	0,0052	0,0064	0,0012	0,3294	0,2624	0,0012	0,0009
<b>68</b>	3	0,0026	0,0063	0,0037	1,4068	2,5203	0,0037	0,0026
<b>69</b>	8	0,0070	0,0062	-0,0007	0,1198	0,0936	0,0007	0,0005
<b>70</b>	12	0,0104	0,0062	-0,0043	1,6672	3,4224	0,0043	0,0030
<b>71</b>	7	0,0061	0,0061	0,0000	-0,1819	0,0001	0,0000	0,0000

<b>72</b>	7	0,0061	0,0060	-0,0001	-0,1464	0,0020	0,0001	0,0001
<b>73</b>	2	0,0017	0,0059	0,0042	1,6510	3,3784	0,0042	0,0029
<b>74</b>	4	0,0035	0,0058	0,0023	0,8518	1,0869	0,0023	0,0017
<b>75</b>	5	0,0044	0,0058	0,0014	0,4328	0,3919	0,0014	0,0010
<b>76</b>	6	0,0052	0,0057	0,0005	0,0090	0,0419	0,0005	0,0003
<b>77</b>	5	0,0044	0,0056	0,0013	0,3710	0,3215	0,0013	0,0009
<b>78</b>	6	0,0052	0,0055	0,0003	-0,0569	0,0200	0,0003	0,0002
<b>79</b>	8	0,0070	0,0055	-0,0015	0,4895	0,4730	0,0015	0,0011
<b>80</b>	10	0,0087	0,0054	-0,0033	1,3295	2,3308	0,0033	0,0023
<b>81</b>	10	0,0087	0,0053	-0,0034	1,3685	2,4551	0,0034	0,0024
<b>82</b>	6	0,0052	0,0053	0,0000	-0,1840	0,0004	0,0000	0,0000
<b>83</b>	5	0,0044	0,0052	0,0008	0,1953	0,1595	0,0008	0,0006
<b>84</b>	2	0,0017	0,0051	0,0034	1,4050	2,5828	0,0034	0,0024
<b>85</b>	5	0,0044	0,0051	0,0007	0,1396	0,1199	0,0007	0,0005
<b>86</b>	2	0,0017	0,0050	0,0033	1,3644	2,4623	0,0033	0,0023
<b>87</b>	4	0,0035	0,0050	0,0015	0,5050	0,5085	0,0015	0,0010
<b>88</b>	10	0,0087	0,0049	-0,0038	1,6302	3,3737	0,0038	0,0027
<b>89</b>	4	0,0035	0,0049	0,0014	0,4566	0,4452	0,0014	0,0010
<b>90</b>	8	0,0070	0,0048	-0,0022	0,8478	1,1209	0,0022	0,0015
<b>91</b>	2	0,0017	0,0047	0,0030	1,2678	2,1871	0,0030	0,0021
<b>92</b>	1	0,0009	0,0047	0,0038	1,6808	3,5801	0,0038	0,0027
<b>93</b>	2	0,0017	0,0046	0,0029	1,2309	2,0865	0,0029	0,0021
<b>94</b>	4	0,0035	0,0046	0,0011	0,3404	0,3105	0,0011	0,0008
<b>95</b>	4	0,0035	0,0045	0,0011	0,3180	0,2873	0,0011	0,0008
<b>96</b>	2	0,0017	0,0045	0,0028	1,1773	1,9446	0,0028	0,0020
<b>97</b>	3	0,0026	0,0045	0,0018	0,7168	0,8765	0,0018	0,0013
<b>98</b>	5	0,0044	0,0044	0,0001	-0,1932	0,0009	0,0001	0,0000
<b>99</b>	7	0,0061	0,0044	-0,0017	0,6645	0,7855	0,0017	0,0012

Fonte: Elaborada pelo autor.

O teste Z revelou 5 categorias cujas estatísticas foram maiores que 1,96. São elas: 31, 35, 38, 48 e 56. Quanto aos testes de conformidade geral da base de dados, o Qui-Quadrado resultou em 132,26 e o DAM resultou em 0,0017. Sendo o valor crítico da estatística qui-quadrado para 5% de significância e 89 graus de liberdade é 112,02, o resultado mostrou desconformidade dos dados. De acordo com a tabela 5 sugerida por Nigrini (2020), o DAM encontra-se em conformidade aceitável.

#### 4.1.3 Minas Gerais

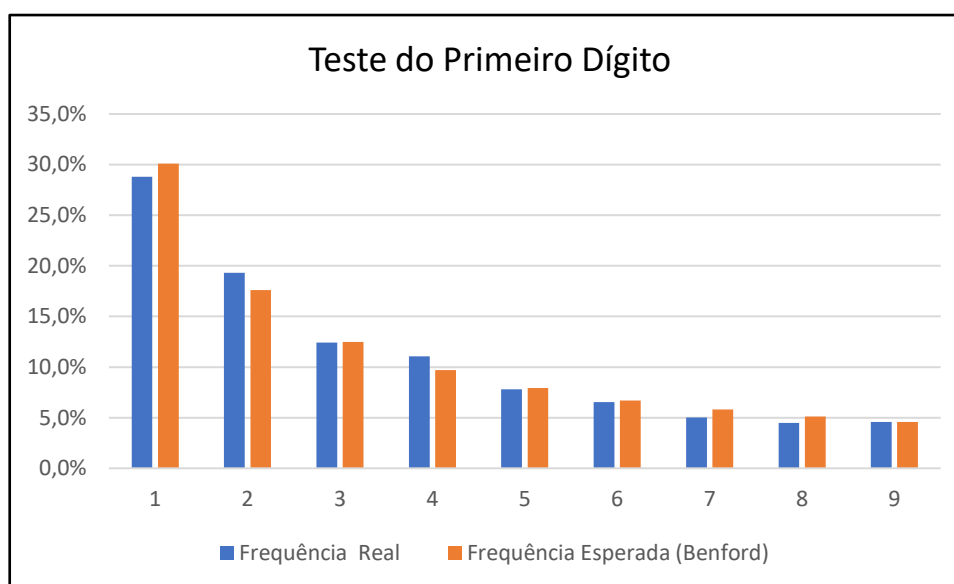
O Estado de Minas Gerais realizou 313 pregões eletrônicos. Dos pregões analisados, resultaram em 3.785 itens distintos, sendo que só foi possível o acesso aos valores homologados



de 1.100 itens, pois 18 pregões haviam sido cancelados antes da disputa de lances ou logo após a fase de julgamento das propostas. Os pregões homologados totalizaram o montante de R\$ 47.051.378,17 milhões.

Os resultados encontrados e demonstrados no gráfico 5, representam graficamente a comparação da frequência esperada por Benford com a frequência real para os primeiros dígitos dos pregões eletrônicos homologados. Os dados foram comparados na forma gráfica:

**Gráfico 5** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para Minas Gerais



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 5, não houve picos significativos nas frequências reais dos primeiros dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se visualmente que os dígitos 1, 2, 4 e 7 são os que mais se afastam da curva de Benford, ainda que suavemente.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

Tabela 12 - Resultados dos Primeiros Dígitos para Minas Gerais

1º Dígito	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste $\chi^2$	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor $\chi^2$ Crítico	Valor K-S Crítico				
1	809	30,1%	808	30,10%	0,013	0,001	0,012	0,0330	1,96	15,51	0,003				
2	476	17,7%	473	17,61%	0,135	0,022	0,113								
3	364	13,6%	335	12,49%	1,643	2,428	0,785								
4	281	10,5%	260	9,69%	1,326	1,662	0,336								
5	222	8,3%	213	7,92%	0,632	0,415	0,217								
6	173	6,4%	180	6,69%	0,473	0,254	0,219								
7	142	5,3%	156	5,80%	1,092	1,207	0,115								
8	104	3,9%	137	5,12%	2,887	8,095	5,208								
9	114	4,2%	123	4,58%	0,0782	0,639	0,561								
<b>Total</b>	<b>2685</b>	<b>100%</b>	<b>2685</b>	<b>100%</b>	<b>14,723</b>										

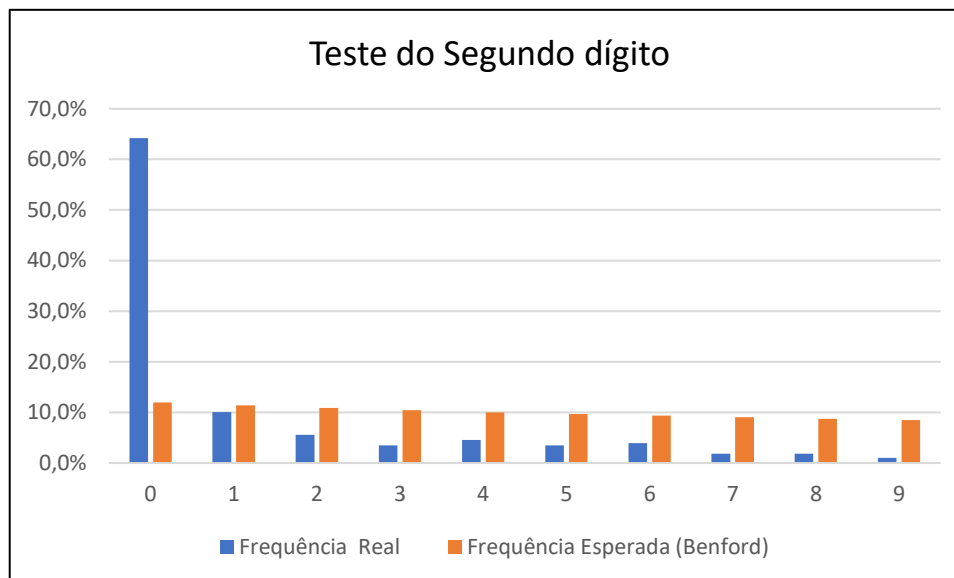
Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos primeiros dígitos, apenas o dígito 8 mostrou-se destoante em relação ao valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com estes dígitos estão em desconformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (14,72) é inferior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o primeiro dígito foi calculado em 0,0330, o que denota, segundo a tabela 5, uma não-conformidade com a Lei de Benford.

Destaca-se os pregões homologados com os primeiros dígitos 8 possuem uma frequência esperada de 137, enquanto a frequência observada foi de 104, indicando uma ausência de 33 valores de pregões, o que pode representar manipulação intencional nesse dígito.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade para os valores que se iniciam com o dígito 8.

**Gráfico 6** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para Minas Gerais

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 6, houve picos significativos nas frequências reais dos primeiros dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se visualmente que os dígitos 0, 1 e 2 são os que mais se afastam da frequência esperada por Benford.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

**Tabela 13** - Resultados dos Segundos Dígitos para Minas Gerais

2º Dígito	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste $\chi^2$	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor $\chi^2$ Crítico	Valor K-S Crítico
0	952	71,7%	178	11,97%	61,916	3379,02	3317,10	0,0845	1,96	15,51	0,0034
1	149	7,5%	169	11,39%	1,587	2,348	0,761				
2	83	4,8%	161	10,88%	6,492	38,046	31,554				
3	52	4,1%	155	10,43%	8,681	68,159	59,478				
4	68	3,0%	149	10,03%	6,937	43,832	36,895				
5	52	2,8%	143	9,67%	7,987	58,262	50,275				
6	58	1,3%	139	9,34%	7,14	46,799	39,659				
7	27	1,4%	134	9,04%	9,65	85,501	75,851				
8	27	1,9%	130	8,76%	9,407	81,522	72,115				
9	15	1,3%	126	8,50%	10,294	97,840	87,546				
<b>Total</b>	<b>1483</b>	<b>100,0%</b>	<b>1483</b>	<b>100,00%</b>		<b>3901,33</b>					

Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos primeiros dígitos, todos os dígitos encontram-se destoantes em relação ao valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com estes dígitos estão em desconformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (3.901,33) é superior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o primeiro dígito foi calculado em 0,0845, o que denota, segundo a tabela 5, uma não-conformidade com a Lei de Benford.

Destaca-se os pregões homologados com os primeiros dígitos zero possui uma frequência esperada de 178, enquanto a frequência observada foi de 952, indicando um excesso de 774 valores de pregões, o que pode representar manipulação intencional nesse dígito.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade para todos os segundos dígitos destes pregões.

**Tabela 14** - Resultados dos Dois Primeiros Dígitos para Minas Gerais

Dígitos	Contagem	Real	Benford	Diferença	Teste Z	Qui Quadrado	K-S	MAD
<b>10</b>	108	0,0502	0,0414	-0,0088	1,9887	4,0004	0,0088	0,0062
<b>11</b>	71	0,0330	0,0378	0,0048	1,1143	1,3189	0,0048	0,0034
<b>12</b>	84	0,0390	0,0348	-0,0043	1,0186	1,1204	0,0043	0,0030
<b>13</b>	63	0,0293	0,0322	0,0029	0,7075	0,5716	0,0029	0,0021
<b>14</b>	62	0,0288	0,0300	0,0012	0,2542	0,0977	0,0012	0,0008
<b>15</b>	65	0,0302	0,0280	-0,0022	0,5424	0,3590	0,0022	0,0015
<b>16</b>	59	0,0274	0,0263	-0,0011	0,2441	0,0944	0,0011	0,0008
<b>17</b>	43	0,0200	0,0248	0,0049	1,3776	2,0414	0,0049	0,0034
<b>18</b>	51	0,0237	0,0235	-0,0002	-0,0078	0,0039	0,0002	0,0001
<b>19</b>	54	0,0251	0,0223	-0,0028	0,8089	0,7604	0,0028	0,0020
<b>20</b>	59	0,0274	0,0212	-0,0062	1,9274	3,9239	0,0062	0,0044
<b>21</b>	32	0,0149	0,0202	0,0053	1,6846	3,0393	0,0053	0,0038
<b>22</b>	40	0,0186	0,0193	0,0007	0,1667	0,0589	0,0007	0,0005
<b>23</b>	34	0,0158	0,0185	0,0027	0,8472	0,8438	0,0027	0,0019
<b>24</b>	38	0,0176	0,0177	0,0001	-0,0539	0,0008	0,0001	0,0001
<b>25</b>	37	0,0172	0,0170	-0,0002	-0,0288	0,0029	0,0002	0,0001
<b>26</b>	46	0,0214	0,0164	-0,0050	1,7332	3,2513	0,0050	0,0035
<b>27</b>	34	0,0158	0,0158	0,0000	-0,0856	0,0000	0,0000	0,0000

28	39	0,0181	0,0152	-0,0029	1,0007	1,1671	0,0029	0,0020
29	34	0,0158	0,0147	-0,0011	0,3222	0,1670	0,0011	0,0008
30	49	0,0228	0,0142	-0,0085	3,2451	10,9710	0,0085	0,0060
31	28	0,0130	0,0138	0,0008	0,2192	0,0958	0,0008	0,0006
32	33	0,0153	0,0134	-0,0020	0,6996	0,6211	0,0020	0,0014
33	24	0,0111	0,0130	0,0018	0,6503	0,5487	0,0018	0,0013
34	27	0,0125	0,0126	0,0000	-0,0765	0,0004	0,0000	0,0000
35	44	0,0204	0,0122	-0,0082	3,3640	11,8390	0,0082	0,0058
36	32	0,0149	0,0119	-0,0030	1,1689	1,5893	0,0030	0,0021
37	21	0,0098	0,0116	0,0018	0,6921	0,6212	0,0018	0,0013
38	19	0,0088	0,0113	0,0025	0,9771	1,1513	0,0025	0,0017
39	35	0,0163	0,0110	-0,0053	2,2376	5,4196	0,0053	0,0037
40	40	0,0186	0,0107	-0,0079	3,4339	12,3871	0,0079	0,0056
41	19	0,0088	0,0105	0,0016	0,6421	0,5537	0,0016	0,0012
42	17	0,0079	0,0102	0,0023	0,9647	1,1371	0,0023	0,0016
43	14	0,0065	0,0100	0,0035	1,5165	2,6140	0,0035	0,0025
44	12	0,0056	0,0098	0,0042	1,8662	3,8659	0,0042	0,0030
45	29	0,0135	0,0095	-0,0039	1,7619	3,4735	0,0039	0,0028
46	16	0,0074	0,0093	0,0019	0,8086	0,8396	0,0019	0,0013
47	13	0,0060	0,0091	0,0031	1,4006	2,2706	0,0031	0,0022
48	27	0,0125	0,0090	-0,0036	1,6518	3,0914	0,0036	0,0025
49	25	0,0116	0,0088	-0,0028	1,2964	1,9761	0,0028	0,0020
50	31	0,0144	0,0086	-0,0058	2,7970	8,4168	0,0058	0,0041
51	11	0,0051	0,0084	0,0033	1,5688	2,8208	0,0033	0,0024
52	16	0,0074	0,0083	0,0008	0,3119	0,1841	0,0008	0,0006
53	17	0,0079	0,0081	0,0002	-0,0053	0,0131	0,0002	0,0002
54	22	0,0102	0,0080	-0,0022	1,0527	1,3670	0,0022	0,0016
55	14	0,0065	0,0078	0,0013	0,5743	0,4814	0,0013	0,0009
56	18	0,0084	0,0077	-0,0007	0,2345	0,1271	0,0007	0,0005
57	13	0,0060	0,0076	0,0015	0,6875	0,6543	0,0015	0,0011
58	14	0,0065	0,0074	0,0009	0,3725	0,2462	0,0009	0,0007
59	14	0,0065	0,0073	0,0008	0,3077	0,1872	0,0008	0,0006
60	26	0,0121	0,0072	-0,0049	2,5642	7,1940	0,0049	0,0035
61	9	0,0042	0,0071	0,0029	1,4681	2,5317	0,0029	0,0020
62	11	0,0051	0,0069	0,0018	0,8979	1,0486	0,0018	0,0013
63	8	0,0037	0,0068	0,0031	1,6279	3,0715	0,0031	0,0022
64	10	0,0046	0,0067	0,0021	1,0533	1,3950	0,0021	0,0015
65	10	0,0046	0,0066	0,0020	1,0026	1,2806	0,0020	0,0014
66	20	0,0093	0,0065	-0,0028	1,4553	2,5085	0,0028	0,0020
67	5	0,0023	0,0064	0,0041	2,2514	5,6573	0,0041	0,0029
68	8	0,0037	0,0063	0,0026	1,3985	2,3389	0,0026	0,0019
69	8	0,0037	0,0062	0,0025	1,3548	2,2109	0,0025	0,0018
70	12	0,0056	0,0062	0,0006	0,2102	0,1203	0,0006	0,0004
71	8	0,0037	0,0061	0,0024	1,2697	1,9715	0,0024	0,0017

<b>72</b>	15	0,0070	0,0060	-0,0010	0,4476	0,3428	0,0010	0,0007
<b>73</b>	9	0,0042	0,0059	0,0017	0,9060	1,0888	0,0017	0,0012
<b>74</b>	14	0,0065	0,0058	-0,0007	0,2687	0,1673	0,0007	0,0005
<b>75</b>	20	0,0093	0,0058	-0,0035	2,0277	4,6825	0,0035	0,0025
<b>76</b>	6	0,0028	0,0057	0,0029	1,6416	3,1682	0,0029	0,0020
<b>77</b>	5	0,0023	0,0056	0,0033	1,8954	4,1372	0,0033	0,0023
<b>78</b>	8	0,0037	0,0055	0,0018	0,9912	1,2844	0,0018	0,0013
<b>79</b>	18	0,0084	0,0055	-0,0029	1,6778	3,3089	0,0029	0,0020
<b>80</b>	16	0,0074	0,0054	-0,0020	1,1429	1,6550	0,0020	0,0014
<b>81</b>	6	0,0028	0,0053	0,0025	1,4721	2,6108	0,0025	0,0018
<b>82</b>	5	0,0023	0,0053	0,0029	1,7375	3,5397	0,0029	0,0021
<b>83</b>	4	0,0019	0,0052	0,0033	2,0069	4,6270	0,0033	0,0024
<b>84</b>	9	0,0042	0,0051	0,0010	0,4719	0,3856	0,0010	0,0007
<b>85</b>	15	0,0070	0,0051	-0,0019	1,0804	1,5101	0,0019	0,0013
<b>86</b>	4	0,0019	0,0050	0,0032	1,9240	4,2899	0,0032	0,0022
<b>87</b>	1	0,0005	0,0050	0,0045	2,8171	8,7798	0,0045	0,0032
<b>88</b>	4	0,0019	0,0049	0,0030	1,8706	4,0799	0,0030	0,0022
<b>89</b>	13	0,0060	0,0049	-0,0012	0,6366	0,6237	0,0012	0,0008
<b>90</b>	21	0,0098	0,0048	-0,0050	3,1709	11,0149	0,0050	0,0035
<b>91</b>	12	0,0056	0,0047	-0,0008	0,4017	0,3104	0,0008	0,0006
<b>92</b>	10	0,0046	0,0047	0,0001	-0,1234	0,0012	0,0001	0,0000
<b>93</b>	8	0,0037	0,0046	0,0009	0,4756	0,4002	0,0009	0,0007
<b>94</b>	8	0,0037	0,0046	0,0009	0,4444	0,3628	0,0009	0,0006
<b>95</b>	9	0,0042	0,0045	0,0004	0,0932	0,0639	0,0004	0,0003
<b>96</b>	7	0,0033	0,0045	0,0012	0,7050	0,7466	0,0012	0,0009
<b>97</b>	11	0,0051	0,0045	-0,0007	0,2944	0,2072	0,0007	0,0005
<b>98</b>	3	0,0014	0,0044	0,0030	1,9494	4,4409	0,0030	0,0021
<b>99</b>	10	0,0046	0,0044	-0,0003	0,0335	0,0386	0,0003	0,0002

**Fonte:** Elaborada pelo autor.

O teste Z revelou 12 categorias cujas estatísticas foram maiores que 1,96. São elas: 10, 30, 35, 39, 40, 50, 60, 67, 75, 83, 87 e 90. Quanto aos testes de conformidade geral da base de dados, o Qui-Quadrado resultou em 201,58 e o DAM resultou em 0,0014. Sendo o valor crítico da estatística qui-quadrado para 5% de significância e 89 graus de liberdade é 112,02, o resultado mostrou desconformidade dos dados. De acordo com a tabela 5 sugerida por Nigrini (2020), o DAM encontra-se em conformidade aceitável.

#### 4.1.4 Espírito Santo

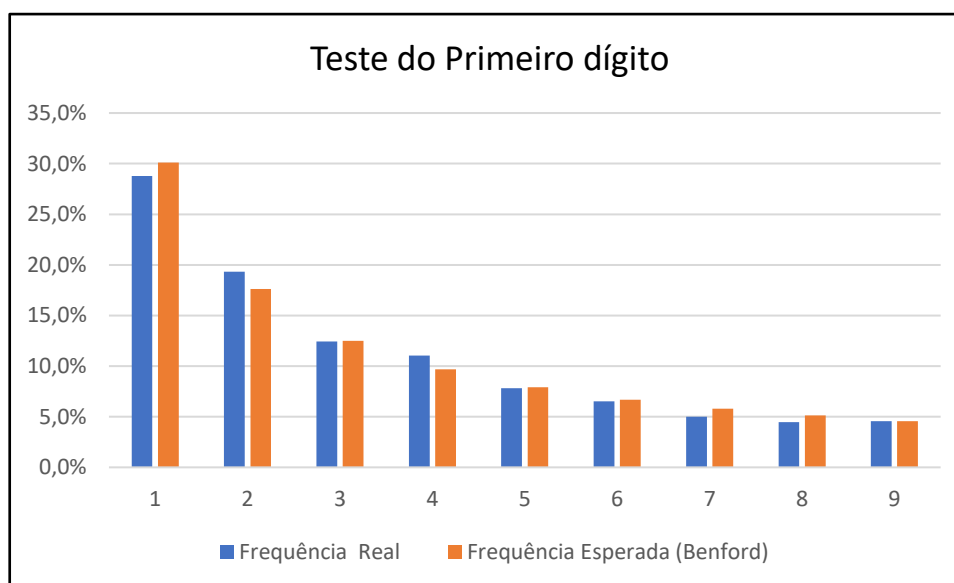
O Estado do Espírito Santo realizou 62 pregões eletrônicos. Dos pregões analisados, resultaram em 313 itens distintos, sendo que só foi possível o acesso aos valores homologados

de 304 itens, pois 9 itens haviam sido cancelados antes da disputa de lances ou logo após a fase de julgamento das propostas. Os pregões homologados totalizaram o montante de R\$ 9.302.616,61 milhões.

A quantidade considerada suficiente para Cunha (2013) é acima dos 300 valores ou entradas. No caso das compras do Estado do Espírito Santo a quantidade foi 304 itens, desse modo aceitável para o banco de dados.

Os resultados encontrados e demonstrados no gráfico 7, representam graficamente a comparação da frequência esperada por Benford com a frequência real para os primeiros dígitos dos pregões eletrônicos homologados. Ao analisar os valores dos primeiros dígitos encontrou-se 9 itens com valores que se iniciavam com o “zero”, para Nigrini (2020) os valores são considerados irrisórios para a aplicação da Lei de Benford e não foram utilizados na análise.

**Gráfico 7** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para o Espírito Santo



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 7, não houve picos significativos nas frequências reais dos primeiros dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se visualmente que os dígitos 1, 2, 4 e 7 são os que mais se afastam da curva de Benford, ainda que suavemente.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

**Tabela 15** - Resultados dos Primeiros Dígitos para o Espírito Santo

1º Dígito	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste $\chi^2$	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor $\chi^2$ Crítico	Valor K-S Crítico
1	70	23,0%	92	30,10%	2,626	5,057	2,431	0,019	1,96	15,51	0,003
2	44	14,5%	54	17,61%	1,360	1,697	0,337				
3	43	14,1%	38	12,49%	0,786	0,663	0,123				
4	52	17,1%	29	9,69%	4,274	17,244	12,970				
5	22	7,2%	24	7,92%	0,335	0,178	0,157				
6	21	6,9%	20	6,69%	0,037	0,021	0,016				
7	23	7,6%	18	5,80%	1,194	1,636	0,442				
8	14	4,6%	16	5,12%	0,277	0,155	0,122				
9	15	4,9%	14	4,58%	0,158	0,085	0,073				
<b>Total</b>	<b>304</b>	<b>100%</b>	<b>304</b>	<b>100%</b>		<b>26,737</b>					

Fonte: Elaborada pelo autor.

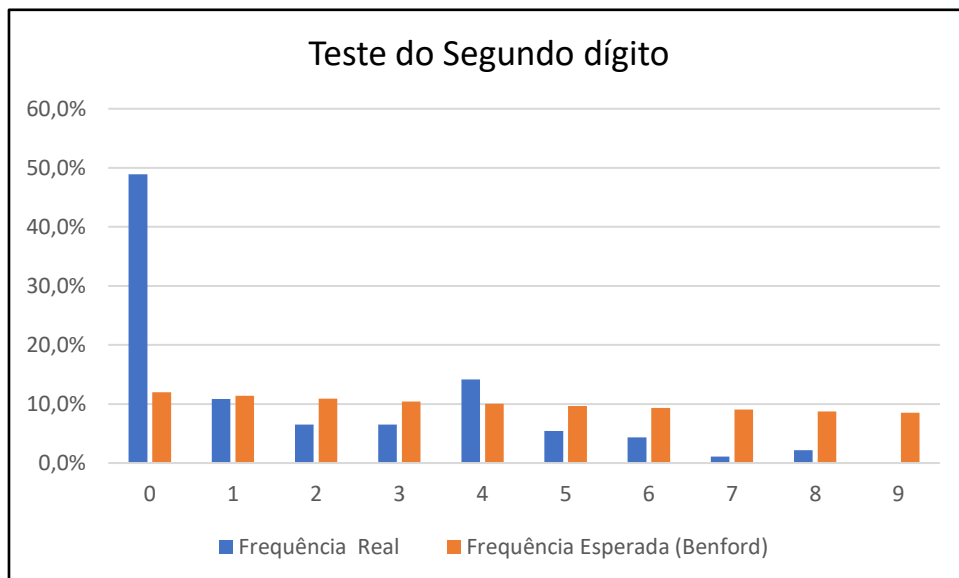
Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos primeiros dígitos, apenas os dígitos 1 e 4 mostraram-se destoantes em relação ao valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com estes dígitos estão em desconformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (26,73) é superior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o primeiro dígito foi calculado em 0,019, o que denota, segundo a tabela 5, uma não-conformidade com a Lei de Benford.

Destaca-se os pregões homologados com os primeiros dígitos 4 possuem uma frequência esperada de 29, enquanto a frequência observada foi de 52, indicando um excesso de 23 valores de pregões, o que pode representar manipulação intencional nesse dígito.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade para os valores que se iniciam com o dígito 1 e 4.



**Gráfico 8** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para o Espírito Santo

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 8, houve picos significativos nas frequências reais dos segundos dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se visualmente que os dígitos 0, 1 e 2 são os que mais se afastam da frequência de Benford.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

**Tabela 16** - Resultados dos Segundos Dígitos para o Espírito Santo

2º Dígito	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste X <sup>2</sup>	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor X <sup>2</sup> Crítico	Valor K-S Crítico
0	45	48,9%	11	11,97%	10,755	104,90	94,14	0,0731	1,96	15,51	0,003
1	10	10,9%	10	11,39%	-0,007	0,022	0,029				
2	6	6,5%	10	10,88%	1,175	1,606	0,431				
3	6	6,5%	10	10,43%	1,056	1,347	0,291				
4	13	14,1%	9	10,03%	1,136	1,542	0,406				
5	5	5,4%	9	9,67%	1,198	1,707	0,509				
6	4	4,3%	9	9,34%	1,466	2,455	0,989				
7	1	1,1%	8	9,04%	2,478	6,437	3,959				
8	2	2,2%	8	8,76%	2,050	4,556	2,506				
9	0	0,0%	8	8,50%	2,737	7,820	5,083				
<b>Total</b>	<b>92</b>	<b>100,0%</b>	<b>92</b>	<b>100,00%</b>		<b>132,39</b>					

Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos segundos dígitos,

apenas os dígitos 0, 7, 8 e 9 mostraram-se destoantes em relação ao valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com estes dígitos estão em desconformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (132,39) é superior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o primeiro dígito foi calculado em 0,0731, o que denota, segundo a tabela 5, uma não-conformidade com a Lei de Benford.

Destaca-se os pregões homologados com os primeiros dígitos zero possuem uma frequência esperada de 11, enquanto a frequência observada foi de 45, indicando um excesso de 34 valores de pregões, o que pode representar manipulação intencional nesse dígito.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade para os valores que se iniciam com os dígitos 0, 7, 8 e 9.

**Tabela 17 - Resultados dos Dois Primeiros Dígitos para o Espírito Santo**

Dígitos	Contagem	Real	Benford	Diferença	Teste Z	Qui Quadrado	K-S	MAD
10	14	0,0545	0,0414	-0,0131	0,8963	1,0626	0,0131	0,0093
11	6	0,0233	0,0378	0,0144	1,0506	1,4185	0,0144	0,0102
12	4	0,0156	0,0348	0,0192	1,5099	2,7248	0,0192	0,0136
13	9	0,0350	0,0322	-0,0028	0,0808	0,0642	0,0028	0,0020
14	9	0,0350	0,0300	-0,0051	0,2925	0,2193	0,0051	0,0036
15	6	0,0233	0,0280	0,0047	0,2658	0,2010	0,0047	0,0033
16	4	0,0156	0,0263	0,0108	0,8830	1,1311	0,0108	0,0076
17	3	0,0117	0,0248	0,0132	1,1545	1,7904	0,0132	0,0093
18	3	0,0117	0,0235	0,0118	1,0441	1,5260	0,0118	0,0083
19	2	0,0078	0,0223	0,0145	1,3631	2,4237	0,0145	0,0102
20	4	0,0156	0,0212	0,0056	0,4096	0,3838	0,0056	0,0040
21	9	0,0350	0,0202	-0,0148	1,4665	2,7924	0,0148	0,0105
22	5	0,0195	0,0193	-0,0002	-0,2092	0,0003	0,0002	0,0001
23	1	0,0039	0,0185	0,0146	1,5052	2,9608	0,0146	0,0103
24	3	0,0117	0,0177	0,0061	0,4993	0,5316	0,0061	0,0043
25	6	0,0233	0,0170	-0,0063	0,5411	0,6013	0,0063	0,0045
26	3	0,0117	0,0164	0,0047	0,3500	0,3489	0,0047	0,0033
27	1	0,0039	0,0158	0,0119	1,2804	2,3055	0,0119	0,0084
28	3	0,0117	0,0152	0,0036	0,2122	0,2145	0,0036	0,0025
29	3	0,0117	0,0147	0,0031	0,1470	0,1624	0,0031	0,0022
30	4	0,0156	0,0142	-0,0013	-0,0841	0,0316	0,0013	0,0009

31	2	0,0078	0,0138	0,0060	0,5582	0,6724	0,0060	0,0042
32	3	0,0117	0,0134	0,0017	-0,0356	0,0550	0,0017	0,0012
33	5	0,0195	0,0130	-0,0065	0,6441	0,8350	0,0065	0,0046
34	3	0,0117	0,0126	0,0009	-0,1480	0,0171	0,0009	0,0006
35	7	0,0272	0,0122	-0,0150	1,9042	4,7282	0,0150	0,0106
36	2	0,0078	0,0119	0,0041	0,3211	0,3661	0,0041	0,0029
37	1	0,0039	0,0116	0,0077	0,8608	1,3125	0,0077	0,0054
38	5	0,0195	0,0113	-0,0082	0,9455	1,5222	0,0082	0,0058
39	5	0,0195	0,0110	-0,0085	1,0015	1,6728	0,0085	0,0060
40	4	0,0156	0,0107	-0,0048	0,4506	0,5615	0,0048	0,0034
41	3	0,0117	0,0105	-0,0012	-0,1162	0,0358	0,0012	0,0009
42	2	0,0078	0,0102	0,0024	0,0784	0,1494	0,0024	0,0017
43	2	0,0078	0,0100	0,0022	0,0414	0,1248	0,0022	0,0016
44	4	0,0156	0,0098	-0,0058	0,6293	0,8872	0,0058	0,0041
45	5	0,0195	0,0095	-0,0099	1,3131	2,6441	0,0099	0,0070
46	4	0,0156	0,0093	-0,0062	0,7131	1,0660	0,0062	0,0044
47	7	0,0272	0,0091	-0,0181	2,7198	9,2023	0,0181	0,0128
48	2	0,0078	0,0090	0,0012	-0,1315	0,0395	0,0012	0,0008
49	6	0,0233	0,0088	-0,0146	2,1706	6,2201	0,0146	0,0103
50	5	0,0195	0,0086	-0,0109	1,5468	3,5212	0,0109	0,0077
51	2	0,0078	0,0084	0,0007	-0,2269	0,0129	0,0007	0,0005
52	0	0,0000	0,0083	0,0083	1,1198	2,1260	0,0083	0,0058
53	1	0,0039	0,0081	0,0042	0,4076	0,5656	0,0042	0,0030
54	0	0,0000	0,0080	0,0080	1,0860	2,0480	0,0080	0,0056
55	0	0,0000	0,0078	0,0078	1,0698	2,0111	0,0078	0,0055
56	2	0,0078	0,0077	-0,0001	-0,3396	0,0003	0,0001	0,0001
57	1	0,0039	0,0076	0,0037	0,3178	0,4563	0,0037	0,0026
58	2	0,0078	0,0074	-0,0004	-0,2965	0,0044	0,0004	0,0003
59	4	0,0156	0,0073	-0,0083	1,1901	2,4051	0,0083	0,0058
60	1	0,0039	0,0072	0,0033	0,2548	0,3869	0,0033	0,0023
61	1	0,0039	0,0071	0,0032	0,2346	0,3659	0,0032	0,0022
62	4	0,0156	0,0069	-0,0086	1,2872	2,7451	0,0086	0,0061
63	1	0,0039	0,0068	0,0029	0,1951	0,3266	0,0029	0,0021
64	0	0,0000	0,0067	0,0067	0,9386	1,7305	0,0067	0,0048
65	1	0,0039	0,0066	0,0027	0,1568	0,2909	0,0027	0,0019
66	2	0,0078	0,0065	-0,0013	-0,1382	0,0616	0,0013	0,0009
67	3	0,0117	0,0064	-0,0052	0,6604	1,0963	0,0052	0,0037
68	4	0,0156	0,0063	-0,0092	1,4701	3,4488	0,0092	0,0065
69	0	0,0000	0,0062	0,0062	0,8755	1,6060	0,0062	0,0044
70	3	0,0117	0,0062	-0,0055	0,7309	1,2679	0,0055	0,0039
71	0	0,0000	0,0061	0,0061	0,8518	1,5611	0,0061	0,0043
72	1	0,0039	0,0060	0,0021	0,0319	0,1891	0,0021	0,0015
73	3	0,0117	0,0059	-0,0058	0,7988	1,4452	0,0058	0,0041
74	0	0,0000	0,0058	0,0058	0,8179	1,4982	0,0058	0,0041

75	8	0,0311	0,0058	-0,0254	4,9668	28,7699	0,0254	0,0179
76	3	0,0117	0,0057	-0,0060	0,8643	1,6275	0,0060	0,0042
77	2	0,0078	0,0056	-0,0022	0,0500	0,2176	0,0022	0,0015
78	1	0,0039	0,0055	0,0016	-0,0657	0,1252	0,0016	0,0012
79	1	0,0039	0,0055	0,0016	-0,0813	0,1162	0,0016	0,0011
80	1	0,0039	0,0054	0,0015	-0,0966	0,1078	0,0015	0,0011
81	0	0,0000	0,0053	0,0053	0,7450	1,3695	0,0053	0,0038
82	2	0,0078	0,0053	-0,0025	0,1268	0,3095	0,0025	0,0018
83	1	0,0039	0,0052	0,0013	-0,1416	0,0848	0,0013	0,0009
84	1	0,0039	0,0051	0,0012	-0,1562	0,0780	0,0012	0,0009
85	1	0,0039	0,0051	0,0012	-0,1707	0,0715	0,0012	0,0008
86	1	0,0039	0,0050	0,0011	-0,1850	0,0653	0,0011	0,0008
87	2	0,0078	0,0050	-0,0028	0,1992	0,4114	0,0028	0,0020
88	1	0,0039	0,0049	0,0010	-0,2132	0,0541	0,0010	0,0007
89	2	0,0078	0,0049	-0,0029	0,2270	0,4546	0,0029	0,0021
90	1	0,0039	0,0048	0,0009	-0,2407	0,0441	0,0009	0,0006
91	1	0,0039	0,0047	0,0009	-0,2543	0,0396	0,0009	0,0006
92	1	0,0039	0,0047	0,0008	-0,2677	0,0354	0,0008	0,0006
93	2	0,0078	0,0046	-0,0031	0,2810	0,5446	0,0031	0,0022
94	4	0,0156	0,0046	-0,0110	2,1386	6,7277	0,0110	0,0078
95	3	0,0117	0,0045	-0,0071	1,2342	2,8693	0,0071	0,0050
96	1	0,0039	0,0045	0,0006	-0,3200	0,0212	0,0006	0,0004
97	1	0,0039	0,0045	0,0006	-0,3328	0,0183	0,0006	0,0004
98	1	0,0039	0,0044	0,0005	-0,3454	0,0156	0,0005	0,0004
99	0	0,0000	0,0044	0,0044	0,5883	1,1218	0,0044	0,0031

Fonte: Elaborada pelo autor.

O teste Z revelou 4 categorias cujas estatísticas foram maiores que 1,96. São elas: 47, 49, 75 e 94. Quanto aos testes de conformidade geral da base de dados, o Qui-Quadrado resultou em 131,47 e o DAM resultou em 0,0035. Sendo o valor crítico da estatística qui-quadrado para 5% de significância e 89 graus de liberdade é 112,02, o resultado mostrou desconformidade dos dados. De acordo com a tabela 5 sugerida por Nigrini (2020), o DAM encontra-se em não-conformidade.

## 4.2 Região Sul

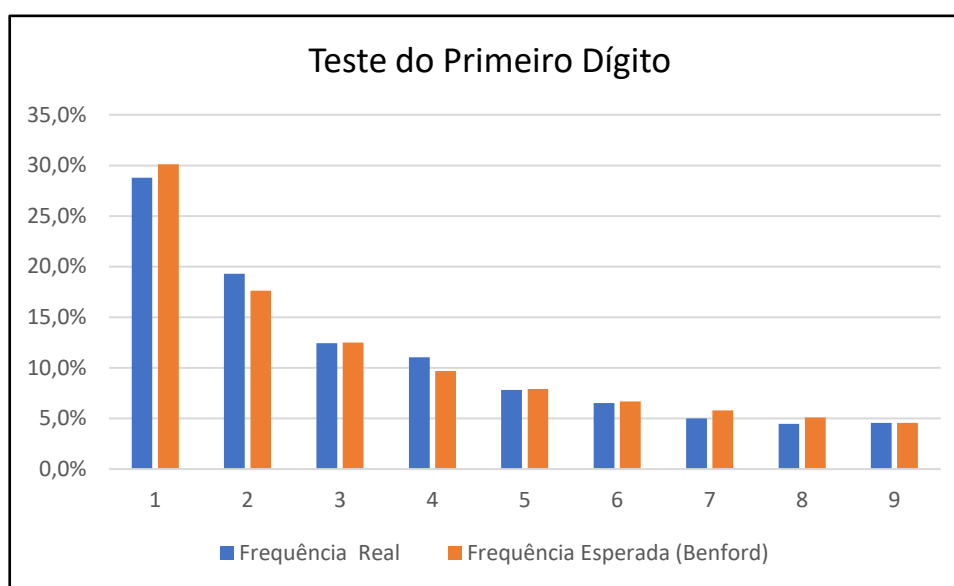
### 4.2.1 Paraná

O Estado do Paraná realizou 291 pregões eletrônicos. Dos pregões analisados, resultaram em 4.044 itens distintos, sendo que só foi possível o acesso aos valores homologados de 2.674 itens, pois 1.370 itens haviam sido cancelados antes da disputa de lances ou logo após

a fase de julgamento das propostas. Os pregões homologados totalizaram o montante de R\$ 16.067.500,72 milhões.

Os resultados encontrados e demonstrados no gráfico 9, representam graficamente a comparação da frequência esperada por Benford com a frequência real para os primeiros dígitos dos pregões eletrônicos homologados. Os dados foram comparados na forma gráfica:

**Gráfico 9** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para o Paraná



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 9, não houve picos significativos nas frequências reais dos primeiros dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se visualmente que os dígitos 2 e 4 são os que mais se afastam da curva de Benford, ainda que suavemente.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

**Tabela 18** - Resultados dos Primeiros Dígitos para o Paraná

1º Dígito	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste $\chi^2$	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor $\chi^2$ Crítico	Valor K-S Crítico
1	783	29,3%	805	30,10%	0,901	0,599	0,302	0,0028	1,96	15,51	0,003
2	503	18,8%	471	17,61%	1,605	2,193	0,588				
3	349	13,1%	334	12,49%	0,849	0,666	0,183				
4	268	10,0%	259	9,69%	0,548	0,303	0,245				
5	256	9,6%	212	7,92%	3,131	9,256	6,125				
6	154	5,8%	179	6,69%	1,888	3,496	1,608				
7	143	5,3%	155	5,80%	0,959	0,940	0,019				
8	117	4,4%	137	5,12%	1,703	2,861	1,158				
9	101	3,8%	122	4,58%	1,940	3,727	1,787				
<b>Total</b>	<b>2674</b>	<b>100%</b>	<b>2674</b>	<b>100%</b>		<b>24,040</b>					

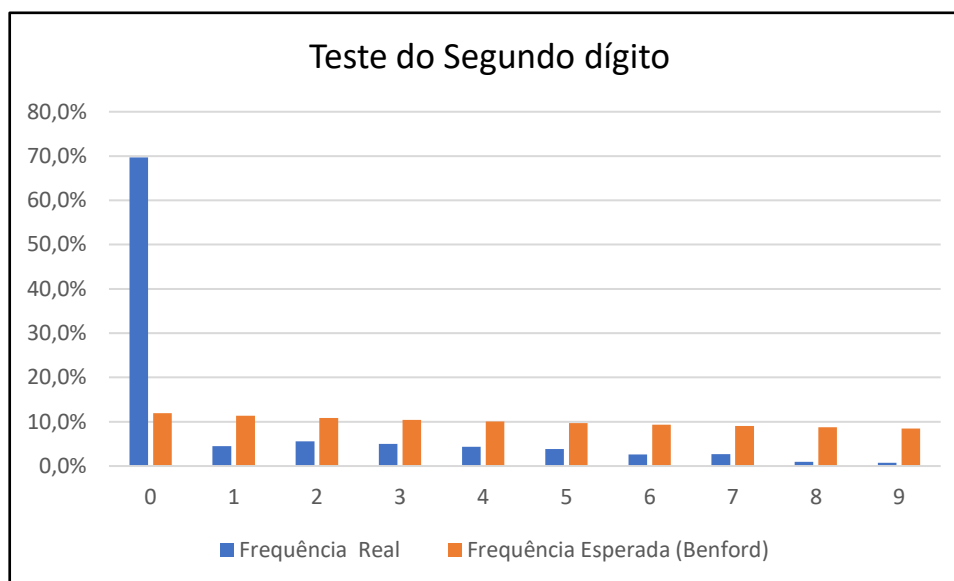
Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos primeiros dígitos, apenas o dígito 5 destoou em relação ao valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com este dígito está em desconformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (24,04) é superior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o primeiro dígito foi calculado em 0,0028, o que denota, segundo a tabela 5, uma estreita conformidade com a Lei de Benford.

Destaca-se os pregões homologados com os primeiros dígitos 5 possuem uma frequência esperada de 212, enquanto a frequência observada foi de 256, indicando um excesso de 44 valores de pregões, o que pode representar manipulação intencional nesse dígito.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade para os valores que se iniciam com o dígito 5.

**Gráfico 10** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para o Paraná

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 10, houve picos significativos nas frequências reais dos primeiros dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se visualmente que os dígitos 0, 1 e 2 são os que mais se afastam da curva de Benford.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

**Tabela 19** - Resultados dos Segundos Dígitos para o Paraná

2º Dígito	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste X <sup>2</sup>	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor X <sup>2</sup> Crítico	Valor K-S Crítico
0	1060	48,9%	182	11,97%	69,309	4233,53	4164,22	0,0580	1,96	15,5	0,003
1	68	10,9%	173	11,39%	8,454	63,933	55,479				
2	85	6,5%	165	10,88%	6,586	39,144	32,558				
3	76	6,5%	159	10,43%	6,891	43,050	36,159				
4	66	14,1%	153	10,03%	7,345	49,110	41,765				
5	59	5,4%	147	9,67%	7,598	52,748	45,150				
6	40	4,3%	142	9,34%	8,949	73,324	64,375				
7	41	1,1%	137	9,04%	8,584	67,724	59,140				
8	15	2,2%	133	8,76%	10,679	104,928	94,249				
9	11	0,0%	129	8,50%	10,829	108,221	97,392				
<b>Total</b>	<b>1521</b>	<b>100,0%</b>	<b>1521</b>	<b>100,00%</b>		<b>4835,71</b>					

Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos segundos dígitos, todos os dígitos destoaram em relação ao valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com estes dígitos estão em desconformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (4835,71) é superior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o primeiro dígito foi calculado em 0,0580, o que denota, segundo a tabela 5, uma não-conformidade com a Lei de Benford.

Destaca-se os pregões homologados com os primeiros dígitos zero possuem uma frequência esperada de 182, enquanto a frequência observada foi de 1.060, indicando um excesso de 878 valores de pregões, o que pode representar manipulação intencional nesse dígito.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade todos os dígitos.

**Tabela 20** - Resultados dos Dois Primeiros Dígitos para o Paraná

Dígitos	Contagem	Real	Benford	Diferença	Teste Z	Qui Quadrado	K-S	MAD
10	124	0,0561	0,0414	-0,0147	3,4092	11,4931	0,0147	0,0104
11	96	0,0434	0,0378	-0,0056	1,3282	1,8430	0,0056	0,0040
12	71	0,0321	0,0348	0,0027	0,6261	0,4517	0,0027	0,0019
13	78	0,0353	0,0322	-0,0031	0,7599	0,6509	0,0031	0,0022
14	63	0,0285	0,0300	0,0015	0,3465	0,1622	0,0015	0,0010
15	68	0,0307	0,0280	-0,0027	0,7086	0,5807	0,0027	0,0019
16	59	0,0267	0,0263	-0,0003	0,0346	0,0099	0,0003	0,0002
17	52	0,0235	0,0248	0,0013	0,3293	0,1542	0,0013	0,0009
18	49	0,0222	0,0235	0,0013	0,3426	0,1664	0,0013	0,0009
19	55	0,0249	0,0223	-0,0026	0,7527	0,6651	0,0026	0,0018
20	71	0,0321	0,0212	-0,0109	3,4886	12,4219	0,0109	0,0077
21	63	0,0285	0,0202	-0,0083	2,6915	7,5019	0,0083	0,0059
22	35	0,0158	0,0193	0,0035	1,1131	1,3895	0,0035	0,0025
23	45	0,0203	0,0185	-0,0019	0,5706	0,4141	0,0019	0,0013
24	34	0,0154	0,0177	0,0024	0,7599	0,6938	0,0024	0,0017
25	40	0,0181	0,0170	-0,0010	0,2994	0,1431	0,0010	0,0007
26	51	0,0231	0,0164	-0,0067	2,3853	5,9962	0,0067	0,0047
27	20	0,0090	0,0158	0,0068	2,4620	6,3861	0,0068	0,0048
28	26	0,0118	0,0152	0,0035	1,2515	1,7637	0,0035	0,0025



<b>29</b>	33	0,0149	0,0147	-0,0002	-0,0120	0,0057	0,0002	0,0001
<b>30</b>	43	0,0194	0,0142	-0,0052	1,9741	4,1985	0,0052	0,0037
<b>31</b>	22	0,0099	0,0138	0,0038	1,4586	2,3687	0,0038	0,0027
<b>32</b>	35	0,0158	0,0134	-0,0025	0,9145	1,0007	0,0025	0,0017
<b>33</b>	24	0,0108	0,0130	0,0021	0,7854	0,7632	0,0021	0,0015
<b>34</b>	25	0,0113	0,0126	0,0013	0,4476	0,2911	0,0013	0,0009
<b>35</b>	30	0,0136	0,0122	-0,0013	0,4714	0,3188	0,0013	0,0009
<b>36</b>	23	0,0104	0,0119	0,0015	0,5532	0,4190	0,0015	0,0011
<b>37</b>	29	0,0131	0,0116	-0,0015	0,5725	0,4462	0,0015	0,0011
<b>38</b>	19	0,0086	0,0113	0,0027	1,0979	1,4204	0,0027	0,0019
<b>39</b>	23	0,0104	0,0110	0,0006	0,1676	0,0718	0,0006	0,0004
<b>40</b>	42	0,0190	0,0107	-0,0083	3,6701	14,0851	0,0083	0,0058
<b>41</b>	14	0,0063	0,0105	0,0041	1,8072	3,6162	0,0041	0,0029
<b>42</b>	30	0,0136	0,0102	-0,0033	1,4577	2,4194	0,0033	0,0024
<b>43</b>	18	0,0081	0,0100	0,0018	0,7667	0,7556	0,0018	0,0013
<b>44</b>	16	0,0072	0,0098	0,0025	1,1006	1,4468	0,0025	0,0018
<b>45</b>	20	0,0090	0,0095	0,0005	0,1343	0,0588	0,0005	0,0004
<b>46</b>	13	0,0059	0,0093	0,0035	1,5827	2,8401	0,0035	0,0024
<b>47</b>	12	0,0054	0,0091	0,0037	1,7257	3,3450	0,0037	0,0026
<b>48</b>	19	0,0086	0,0090	0,0004	0,0695	0,0330	0,0004	0,0003
<b>49</b>	18	0,0081	0,0088	0,0006	0,2070	0,1021	0,0006	0,0005
<b>50</b>	35	0,0158	0,0086	-0,0072	3,5637	13,4173	0,0072	0,0051
<b>51</b>	14	0,0063	0,0084	0,0021	0,9659	1,1612	0,0021	0,0015
<b>52</b>	9	0,0041	0,0083	0,0042	2,0655	4,7253	0,0042	0,0030
<b>53</b>	42	0,0190	0,0081	-0,0109	5,5786	32,1927	0,0109	0,0077
<b>54</b>	20	0,0090	0,0080	-0,0011	0,4478	0,3194	0,0011	0,0008
<b>55</b>	21	0,0095	0,0078	-0,0017	0,7698	0,7868	0,0017	0,0012
<b>56</b>	8	0,0036	0,0077	0,0041	2,0701	4,7672	0,0041	0,0029
<b>57</b>	12	0,0054	0,0076	0,0021	1,0333	1,3264	0,0021	0,0015
<b>58</b>	15	0,0068	0,0074	0,0006	0,2284	0,1231	0,0006	0,0005
<b>59</b>	21	0,0095	0,0073	-0,0022	1,0876	1,4593	0,0022	0,0016
<b>60</b>	20	0,0090	0,0072	-0,0019	0,9120	1,0695	0,0019	0,0013
<b>61</b>	12	0,0054	0,0071	0,0016	0,7924	0,8393	0,0016	0,0012
<b>62</b>	13	0,0059	0,0069	0,0011	0,4789	0,3657	0,0011	0,0008
<b>63</b>	11	0,0050	0,0068	0,0019	0,9362	1,1268	0,0019	0,0013
<b>64</b>	10	0,0045	0,0067	0,0022	1,1425	1,6082	0,0022	0,0016
<b>65</b>	10	0,0045	0,0066	0,0021	1,0916	1,4849	0,0021	0,0015
<b>66</b>	6	0,0027	0,0065	0,0038	2,0975	4,9383	0,0038	0,0027
<b>67</b>	12	0,0054	0,0064	0,0010	0,4607	0,3501	0,0010	0,0007
<b>68</b>	12	0,0054	0,0063	0,0009	0,4084	0,2922	0,0009	0,0006
<b>69</b>	8	0,0036	0,0062	0,0026	1,4361	2,4527	0,0026	0,0019
<b>70</b>	19	0,0086	0,0062	-0,0024	1,3243	2,1189	0,0024	0,0017
<b>71</b>	8	0,0036	0,0061	0,0025	1,3507	2,1993	0,0025	0,0017
<b>72</b>	8	0,0036	0,0060	0,0024	1,3090	2,0806	0,0024	0,0017

73	7	0,0032	0,0059	0,0027	1,5454	2,8193	0,0027	0,0019
74	12	0,0054	0,0058	0,0004	0,1103	0,0621	0,0004	0,0003
75	14	0,0063	0,0058	-0,0006	0,2181	0,1279	0,0006	0,0004
76	7	0,0032	0,0057	0,0025	1,4313	2,4598	0,0025	0,0018
77	2	0,0009	0,0056	0,0047	2,8186	8,7185	0,0047	0,0033
78	11	0,0050	0,0055	0,0006	0,2115	0,1252	0,0006	0,0004
79	14	0,0063	0,0055	-0,0009	0,4085	0,3038	0,0009	0,0006
80	25	0,0113	0,0054	-0,0059	3,6474	14,3060	0,0059	0,0042
81	6	0,0027	0,0053	0,0026	1,5442	2,8415	0,0026	0,0019
82	7	0,0032	0,0053	0,0021	1,2177	1,8525	0,0021	0,0015
83	5	0,0023	0,0052	0,0029	1,7750	3,6780	0,0029	0,0021
84	7	0,0032	0,0051	0,0020	1,1504	1,6789	0,0020	0,0014
85	9	0,0041	0,0051	0,0010	0,5192	0,4449	0,0010	0,0007
86	9	0,0041	0,0050	0,0010	0,4831	0,3994	0,0010	0,0007
87	8	0,0036	0,0050	0,0013	0,7500	0,8083	0,0013	0,0010
88	12	0,0054	0,0049	-0,0005	0,1962	0,1208	0,0005	0,0004
89	14	0,0063	0,0049	-0,0015	0,8464	0,9939	0,0015	0,0010
90	22	0,0099	0,0048	-0,0051	3,3489	12,2104	0,0051	0,0036
91	7	0,0032	0,0047	0,0016	0,9278	1,1662	0,0016	0,0011
92	5	0,0023	0,0047	0,0024	1,5196	2,7928	0,0024	0,0017
93	5	0,0023	0,0046	0,0024	1,4930	2,7077	0,0024	0,0017
94	11	0,0050	0,0046	-0,0004	0,1051	0,0685	0,0004	0,0003
95	7	0,0032	0,0045	0,0014	0,8088	0,9304	0,0014	0,0010
96	11	0,0050	0,0045	-0,0005	0,1731	0,1097	0,0005	0,0003
97	5	0,0023	0,0045	0,0022	1,3899	2,3903	0,0022	0,0016
98	6	0,0027	0,0044	0,0017	1,0439	1,4442	0,0017	0,0012
99	10	0,0045	0,0044	-0,0002	-0,0500	0,0123	0,0002	0,0001

**Fonte:** Elaborada pelo autor.

O teste Z revelou 14 categorias cujas estatísticas foram maiores que 1,96. São elas: 10, 20, 21, 26, 27, 30, 40, 50, 52, 53, 66, 77, 80 e 90. Quanto aos testes de conformidade geral da base de dados, o Qui-Quadrado resultou em 239,67 e o DAM resultou em 0,0019. Sendo o valor crítico da estatística qui-quadrado para 5% de significância e 89 graus de liberdade é 112,02, o resultado mostrou desconformidade dos dados. De acordo com a tabela 5 sugerida por Nigrini (2020), o DAM encontra-se marginalmente aceitável.

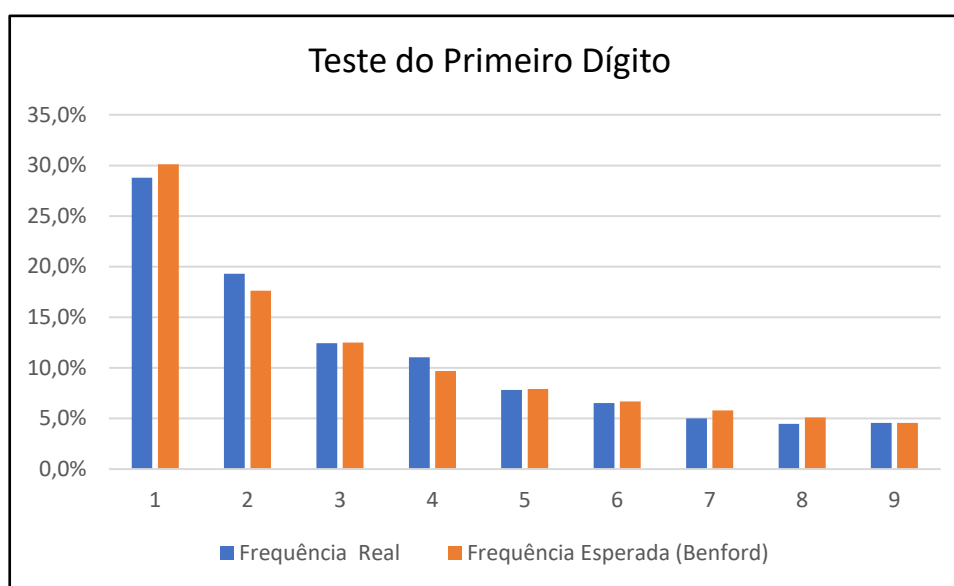
#### 4.2.2 Santa Catarina

O Estado de Santa Catarina realizou 88 pregões eletrônicos. Dos pregões analisados, resultaram em 1.126 itens distintos, sendo que só foi possível o acesso aos valores homologados de 979 itens, pois 147 itens haviam sido cancelados antes da disputa de lances ou logo após a

fase de julgamento das propostas. Os pregões homologados totalizaram o montante de R\$ 16.281.369,48 milhões.

Os resultados encontrados e demonstrados no gráfico 11, representam graficamente a comparação da frequência esperada por Benford com a frequência real para os primeiros dígitos dos pregões eletrônicos homologados. Os dados foram comparados na forma gráfica:

**Gráfico 11** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para Santa Catarina



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 11, não houve picos significativos nas frequências reais dos primeiros dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se visualmente que os dígitos 1, 2, 4, 7 e 8 são os que mais se afastam da curva de Benford, ainda que suavemente.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

Tabela 21 - Resultados dos Primeiros Dígitos para Santa Catarina

1º Dígito	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste $\chi^2$	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor $\chi^2$ Crítico	Valor K-S Crítico				
1	305	31,15%	295	30,10%	0,972	0,359	0,613	0,0063	1,96	15,51	0,003				
2	166	16,96%	172	17,61%	1,153	0,237	0,916								
3	120	12,26%	122	12,49%	0,804	0,044	0,760								
4	108	11,03%	95	9,69%	0,547	1,816	1,269								
5	55	5,62%	78	7,92%	5,425	6,541	1,116								
6	65	6,64%	66	6,69%	0,712	0,004	0,708								
7	73	7,46%	57	5,80%	2,187	4,637	2,450								
8	42	4,29%	50	5,12%	1,266	1,303	0,037								
9	45	4,60%	45	4,58%	1,814	0,001	1,813								
<b>Total</b>	<b>979</b>	<b>100%</b>	<b>979</b>	<b>100%</b>	<b>14,943</b>										

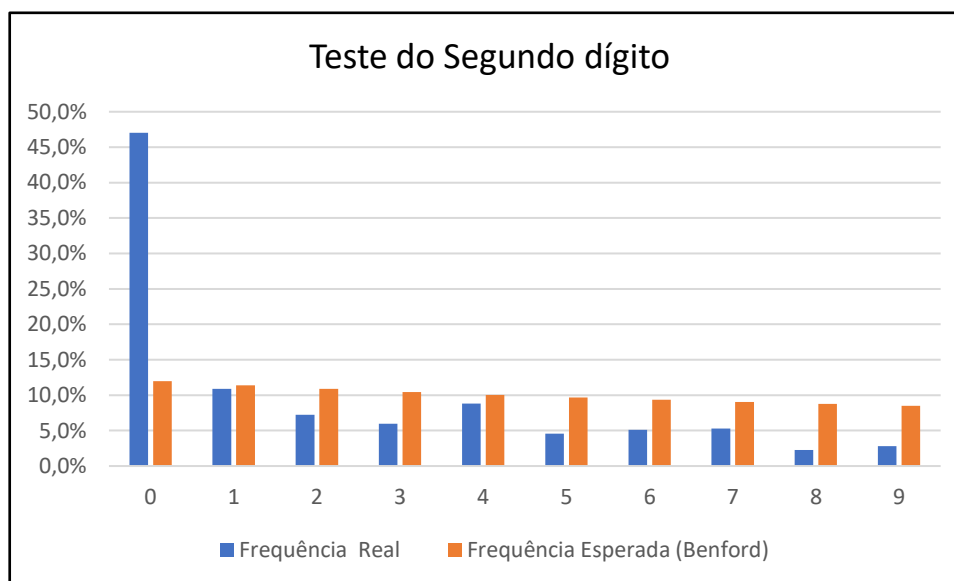
Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos primeiros dígitos, apenas os dígitos 5 e 7 mostraram-se destoantes em relação ao valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com estes dígitos estão em desconformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (14,94) é inferior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o primeiro dígito foi calculado em 0,0063, o que denota, segundo a tabela 5, uma não-conformidade com a Lei de Benford.

Destaca-se os pregões homologados com os primeiros dígitos 5 possuem uma frequência esperada de 55, enquanto a frequência observada foi de 78, indicando um excesso de 23 valores de pregões, o que pode representar manipulação intencional nesse dígito.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade para os valores que se iniciam com o dígito 5 e 7.

**Gráfico 12** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para Santa Catarina

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 12, houve picos significativos nas frequências reais dos primeiros dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se visualmente que os dígitos 0, 1 e 2 são os que mais se afastam da curva de Benford.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

**Tabela 22** - Resultados dos Segundos Dígitos para Santa Catarina

2º Dígito	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste $\chi^2$	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor $\chi^2$ Crítico	Valor K-S Crítico
0	267	48,9%	68	11,97%	25,659	582,52	556,86	0,0580	1,96	15,51	0,003
1	62	10,9%	65	11,39%	0,290	0,112	0,178				
2	41	6,5%	62	10,88%	2,735	7,000	4,265				
3	34	6,5%	59	10,43%	3,397	10,755	7,358				
4	50	14,1%	57	10,03%	0,904	0,853	0,051				
5	26	5,4%	55	9,67%	4,036	15,233	11,197				
6	29	4,3%	53	9,34%	3,396	10,904	7,508				
7	30	1,1%	51	9,04%	3,05	8,875	5,825				
8	13	2,2%	50	8,76%	5,381	27,153	21,772				
9	16	0,0%	48	8,50%	4,781	21,582	16,801				
<b>Total</b>	<b>568</b>	<b>100,0%</b>	<b>568</b>	<b>100,00%</b>		<b>684,99</b>					

Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos primeiros dígitos,

apenas os dígitos 1 e 4 apresentaram-se menores do que o valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com os dígitos 0, 2, 3, 5, 6, 7, 8 e 9 estão em desconformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (684,99) é superior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o primeiro dígito foi calculado em 0,0580, o que denota, segundo a tabela 5, uma não-conformidade com a Lei de Benford.

Destaca-se os pregões homologados com os primeiros dígitos zero possuem uma frequência esperada de 68, enquanto a frequência observada foi de 267, indicando um excesso de 199 valores de pregões, o que pode representar manipulação intencional nesse dígito.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade para os valores que se iniciam com os dígitos 0, 2, 3, 5, 6, 7, 8 e 9.

**Tabela 23** - Resultados dos Dois Primeiro Dígitos para Santa Catarina

Dígitos	Contagem	Real	Benford	Diferença	Teste Z	Qui Quadrado	K-S	MAD
10	42	0,0619	0,0414	-0,0205	2,5805	6,8689	0,0205	0,0145
11	22	0,0324	0,0378	0,0054	0,6357	0,5216	0,0054	0,0038
12	24	0,0353	0,0348	-0,0006	-0,0217	0,0067	0,0006	0,0004
13	25	0,0368	0,0322	-0,0046	0,5755	0,4531	0,0046	0,0033
14	21	0,0309	0,0300	-0,0010	0,0349	0,0211	0,0010	0,0007
15	23	0,0339	0,0280	-0,0058	0,8065	0,8275	0,0058	0,0041
16	25	0,0368	0,0263	-0,0105	1,5874	2,8378	0,0105	0,0074
17	19	0,0280	0,0248	-0,0032	0,4057	0,2729	0,0032	0,0022
18	20	0,0295	0,0235	-0,0060	0,9013	1,0320	0,0060	0,0042
19	22	0,0324	0,0223	-0,0101	1,6576	3,1243	0,0101	0,0072
20	16	0,0236	0,0212	-0,0024	0,2964	0,1807	0,0024	0,0017
21	14	0,0206	0,0202	-0,0004	-0,0595	0,0058	0,0004	0,0003
22	16	0,0236	0,0193	-0,0043	0,6671	0,6380	0,0043	0,0030
23	9	0,0133	0,0185	0,0052	0,8691	1,0043	0,0052	0,0037
24	15	0,0221	0,0177	-0,0044	0,7160	0,7289	0,0044	0,0031
25	10	0,0147	0,0170	0,0023	0,3160	0,2119	0,0023	0,0016
26	13	0,0191	0,0164	-0,0028	0,4143	0,3145	0,0028	0,0019
27	8	0,0118	0,0158	0,0040	0,6846	0,6921	0,0040	0,0028
28	16	0,0236	0,0152	-0,0083	1,6139	3,0872	0,0083	0,0059
29	8	0,0118	0,0147	0,0029	0,4770	0,3990	0,0029	0,0021
30	9	0,0133	0,0142	0,0010	0,0548	0,0463	0,0010	0,0007

31	7	0,0103	0,0138	0,0035	0,6129	0,5960	0,0035	0,0025
32	10	0,0147	0,0134	-0,0014	0,1423	0,0945	0,0014	0,0010
33	6	0,0088	0,0130	0,0041	0,7814	0,8926	0,0041	0,0029
34	9	0,0133	0,0126	-0,0007	-0,0165	0,0239	0,0007	0,0005
35	8	0,0118	0,0122	0,0005	-0,0673	0,0114	0,0005	0,0003
36	14	0,0206	0,0119	-0,0087	1,9184	4,3383	0,0087	0,0062
37	3	0,0044	0,0116	0,0072	1,5653	3,0085	0,0072	0,0051
38	8	0,0118	0,0113	-0,0005	-0,0581	0,0151	0,0005	0,0004
39	12	0,0177	0,0110	-0,0067	1,4846	2,7536	0,0067	0,0047
40	9	0,0133	0,0107	-0,0025	0,4540	0,4056	0,0025	0,0018
41	7	0,0103	0,0105	0,0002	-0,1486	0,0016	0,0002	0,0001
42	4	0,0059	0,0102	0,0043	0,9306	1,2447	0,0043	0,0031
43	8	0,0118	0,0100	-0,0018	0,2782	0,2198	0,0018	0,0013
44	2	0,0029	0,0098	0,0068	1,6110	3,2305	0,0068	0,0048
45	5	0,0074	0,0095	0,0022	0,3873	0,3385	0,0022	0,0015
46	4	0,0059	0,0093	0,0034	0,7348	0,8648	0,0034	0,0024
47	4	0,0059	0,0091	0,0033	0,6888	0,7855	0,0033	0,0023
48	10	0,0147	0,0090	-0,0058	1,3931	2,5268	0,0058	0,0041
49	5	0,0074	0,0088	0,0014	0,1883	0,1539	0,0014	0,0010
50	5	0,0074	0,0086	0,0012	0,1411	0,1207	0,0012	0,0009
51	0	0,0000	0,0084	0,0084	2,1933	5,7261	0,0084	0,0060
52	3	0,0044	0,0083	0,0039	0,8970	1,2193	0,0039	0,0027
53	5	0,0074	0,0081	0,0008	0,0052	0,0476	0,0008	0,0005
54	4	0,0059	0,0080	0,0021	0,3932	0,3679	0,0021	0,0015
55	2	0,0029	0,0078	0,0049	1,2253	2,0662	0,0049	0,0035
56	2	0,0029	0,0077	0,0047	1,1949	1,9857	0,0047	0,0034
57	1	0,0015	0,0076	0,0061	1,6084	3,3236	0,0061	0,0043
58	4	0,0059	0,0074	0,0015	0,2418	0,2149	0,0015	0,0011
59	3	0,0044	0,0073	0,0029	0,6565	0,7721	0,0029	0,0020
60	10	0,0147	0,0072	-0,0075	2,1028	5,3902	0,0075	0,0053
61	2	0,0029	0,0071	0,0041	1,0518	1,6292	0,0041	0,0029
62	2	0,0029	0,0069	0,0040	1,0248	1,5660	0,0040	0,0028
63	4	0,0059	0,0068	0,0009	0,0670	0,0893	0,0009	0,0007
64	4	0,0059	0,0067	0,0008	0,0338	0,0716	0,0008	0,0006
65	3	0,0044	0,0066	0,0022	0,4739	0,5012	0,0022	0,0016
66	4	0,0059	0,0065	0,0006	-0,0312	0,0426	0,0006	0,0005
67	2	0,0029	0,0064	0,0035	0,8970	1,2844	0,0035	0,0025
68	4	0,0059	0,0063	0,0004	-0,0943	0,0216	0,0004	0,0003
69	1	0,0015	0,0062	0,0048	1,3358	2,4787	0,0048	0,0034
70	16	0,0236	0,0062	-0,0174	5,5506	33,3851	0,0174	0,0123
71	2	0,0029	0,0061	0,0031	0,8023	1,0942	0,0031	0,0022
72	3	0,0044	0,0060	0,0016	0,2822	0,2801	0,0016	0,0011
73	5	0,0074	0,0059	-0,0015	0,2443	0,2432	0,0015	0,0010
74	4	0,0059	0,0058	-0,0001	-0,2310	0,0004	0,0001	0,0000

75	5	0,0074	0,0058	-0,0016	0,3015	0,3065	0,0016	0,0011
76	5	0,0074	0,0057	-0,0017	0,3296	0,3402	0,0017	0,0012
77	2	0,0029	0,0056	0,0027	0,6709	0,8563	0,0027	0,0019
78	1	0,0015	0,0055	0,0041	1,1675	2,0228	0,0041	0,0029
79	0	0,0000	0,0055	0,0055	1,6709	3,7093	0,0055	0,0039
80	5	0,0074	0,0054	-0,0020	0,4384	0,4878	0,0020	0,0014
81	0	0,0000	0,0053	0,0053	1,6437	3,6183	0,0053	0,0038
82	3	0,0044	0,0053	0,0008	0,0395	0,0923	0,0008	0,0006
83	4	0,0059	0,0052	-0,0007	-0,0169	0,0621	0,0007	0,0005
84	4	0,0059	0,0051	-0,0008	0,0055	0,0746	0,0008	0,0005
85	3	0,0044	0,0051	0,0007	-0,0275	0,0585	0,0007	0,0005
86	0	0,0000	0,0050	0,0050	1,5796	3,4091	0,0050	0,0036
87	3	0,0044	0,0050	0,0005	-0,0709	0,0407	0,0005	0,0004
88	1	0,0015	0,0049	0,0034	1,0061	1,6322	0,0034	0,0024
89	6	0,0088	0,0049	-0,0040	1,2178	2,2210	0,0040	0,0028
90	10	0,0147	0,0048	-0,0099	3,4660	13,9480	0,0099	0,0070
91	0	0,0000	0,0047	0,0047	1,5203	3,2228	0,0047	0,0034
92	0	0,0000	0,0047	0,0047	1,5090	3,1880	0,0047	0,0033
93	2	0,0029	0,0046	0,0017	0,3691	0,4222	0,0017	0,0012
94	2	0,0029	0,0046	0,0017	0,3521	0,4024	0,0017	0,0012
95	4	0,0059	0,0045	-0,0013	0,2351	0,2695	0,0013	0,0009
96	1	0,0015	0,0045	0,0030	0,8920	1,3831	0,0030	0,0021
97	2	0,0029	0,0045	0,0015	0,3023	0,3470	0,0015	0,0011
98	6	0,0088	0,0044	-0,0044	1,4517	3,0187	0,0044	0,0031
99	3	0,0044	0,0044	-0,0001	-0,2699	0,0004	0,0001	0,0000

**Fonte:** Elaborada pelo autor.

O teste Z revelou 5 categorias cujas estatísticas foram maiores que 1,96. São elas: 10, 51, 60, 70 e 90. Quanto aos testes de conformidade geral da base de dados, o Qui-Quadrado resultou em 153,83 e o DAM resultou em 0,0026. Sendo o valor crítico da estatística qui-quadrado para 5% de significância e 89 graus de liberdade é 112,02, o resultado mostrou desconformidade dos dados. De acordo com a tabela 5 sugerida por Nigrini (2020), o DAM encontra-se em não-conformidade.

#### 4.2.3 Rio Grande do Sul

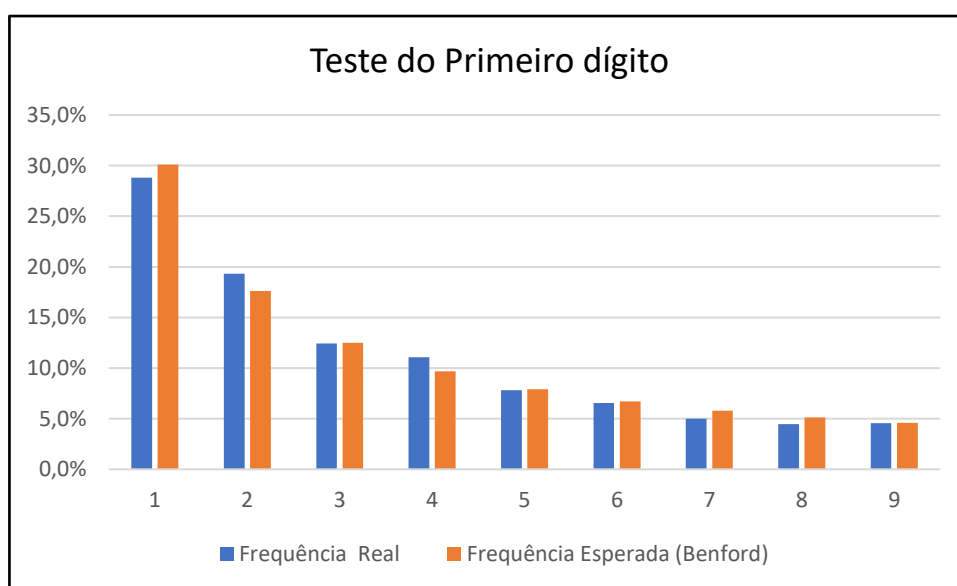
O Estado do Rio Grande do Sul realizou 175 pregões eletrônicos. Dos pregões analisados, resultaram em 2.544 itens distintos, sendo que só foi possível o acesso aos valores homologados de 2.035, pois 509 itens haviam sido cancelados antes da disputa de lances ou



logo após a fase de julgamento das propostas. Os pregões homologados totalizaram o montante de R\$ 13.192.682,69 milhões.

Os resultados encontrados e demonstrados no gráfico 13, representam graficamente a comparação da frequência esperada por Benford com a frequência real para os primeiros dígitos dos pregões eletrônicos homologados. Os dados foram comparados na forma gráfica:

**Gráfico 13** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para o Rio Grande do Sul



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 13, não houve picos significativos nas frequências reais dos primeiros dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se visualmente que os dígitos 1, 2, 4 e 7 são os que mais se afastam da curva de Benford, ainda que suavemente.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

**Tabela 24** - Resultados dos Primeiros Dígitos para o Rio Grande do Sul

1º Dígito	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste $\chi^2$	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor $\chi^2$ Crítico	Valor K-S Crítico
1	586	28,8%	613	30,10%	1,258	1,155	0,103	0,0048	1,96	15,51	0,003
2	393	19,3%	358	17,61%	1,987	3,351	1,364				
3	253	12,4%	254	12,49%	0,045	0,006	0,039				
4	225	11,1%	197	9,69%	2,046	3,915	1,869				
5	159	7,8%	161	7,92%	0,137	0,028	0,109				
6	133	6,5%	136	6,69%	0,234	0,077	0,157				
7	102	5,0%	118	5,80%	1,473	2,173	0,700				
8	91	4,5%	104	5,12%	1,277	1,647	0,370				
9	93	4,6%	93	4,58%	-0,030	0,000	0,031				
<b>Total</b>	<b>2035</b>	<b>100%</b>	<b>2035</b>	<b>100%</b>		<b>12,353</b>					

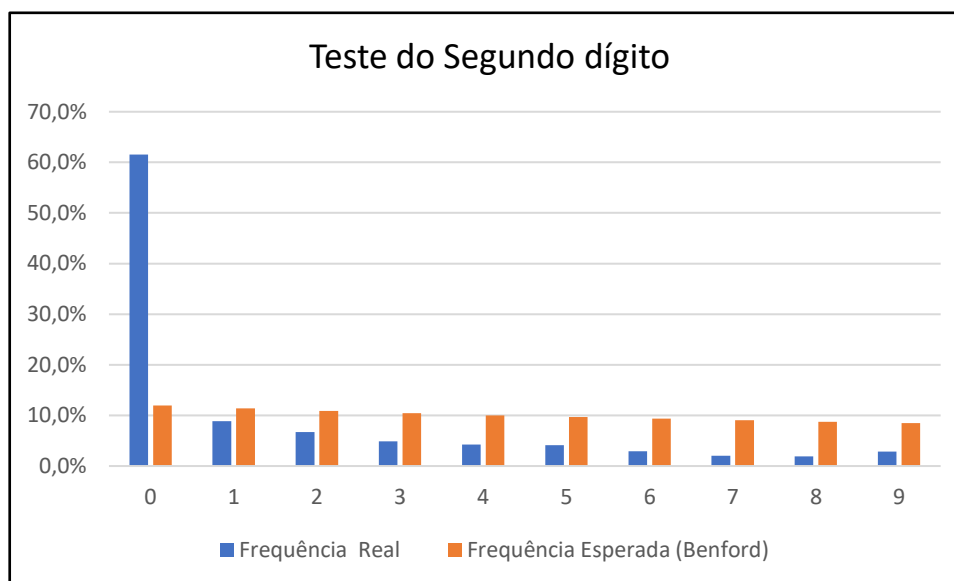
Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos primeiros dígitos, apenas os dígitos 2 e 4 mostraram-se destoantes em relação ao valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com estes dígitos estão em desconformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (12,35) é inferior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o primeiro dígito foi calculado em 0,0048, o que denota, segundo a tabela 5, uma não-conformidade com a Lei de Benford.

Destaca-se os pregões homologados com os primeiros dígitos 4 possuem uma frequência esperada de 197, enquanto a frequência observada foi de 225, indicando um excesso de 28 valores de pregões, o que pode representar manipulação intencional nesse dígito.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade para os valores que se iniciam com o dígito 2 e 4.

**Gráfico 14** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para o Rio Grande do Sul

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 14, houve picos significativos nas frequências reais dos primeiros dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se visualmente que os dígitos 0, 1 e 2 são os que mais se afastam da curva de Benford.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

**Tabela 25** - Resultados dos Segundos Dígitos para o Rio Grande do Sul

2º Dígito	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste $\chi^2$	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor $\chi^2$ Crítico	Valor K-S Crítico
0	782	48,9%	152	11,97%	54,383	2607,66	2553,27	796,00	1,96	15,51	0,003
1	113	10,9%	145	11,39%	2,710	6,971	4,261				
2	85	6,5%	138	10,88%	4,755	20,532	15,777				
3	62	6,5%	133	10,43%	6,430	37,562	31,132				
4	54	14,1%	127	10,03%	6,815	42,355	35,540				
5	52	5,4%	123	9,67%	6,682	40,906	34,224				
6	37	4,3%	119	9,34%	7,828	56,244	48,416				
7	26	1,1%	115	9,04%	8,467	68,782	60,315				
8	24	2,2%	111	8,76%	8,616	68,513	59,897				
9	36	0,0%	108	8,50%	7,195	48,031	40,836				
<b>Total</b>	<b>1271</b>	<b>100,0%</b>	<b>1271</b>	<b>100,00%</b>		<b>2997,55</b>					

Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos primeiros dígitos,

todos os dígitos destoaram em relação ao valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com estes segundos dígitos estão em desconformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (2.997,55) é superior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o primeiro dígito foi calculado em 0,0580, o que denota, segundo a tabela 5, uma não-conformidade com a Lei de Benford.

Destaca-se os pregões homologados com os primeiros dígitos zero possuem uma frequência esperada de 152, enquanto a frequência observada foi de 782, indicando um excesso de 630 valores de pregões, o que pode representar manipulação intencional nesse dígito.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade para o Estado do Rio Grande Do Sul.

**Tabela 26** - Resultados dos Dois Primeiro Dígitos para o Rio Grande do Sul

Dígitos	Contagem	Real	Benford	Diferença	Teste Z	Qui Quadrado	K-S	MAD
10	88	0,0569	0,0414	-0,0155	2,9950	8,9693	0,0155	0,0110
11	50	0,0323	0,0378	0,0055	1,0612	1,2240	0,0055	0,0039
12	60	0,0388	0,0348	-0,0040	0,7943	0,7201	0,0040	0,0028
13	39	0,0252	0,0322	0,0070	1,4823	2,3382	0,0070	0,0049
14	45	0,0291	0,0300	0,0009	0,1272	0,0395	0,0009	0,0006
15	46	0,0297	0,0280	-0,0017	0,3296	0,1607	0,0017	0,0012
16	43	0,0278	0,0263	-0,0015	0,2809	0,1264	0,0015	0,0010
17	32	0,0207	0,0248	0,0041	0,9645	1,0673	0,0041	0,0029
18	38	0,0246	0,0235	-0,0011	0,1972	0,0772	0,0011	0,0008
19	33	0,0213	0,0223	0,0009	0,1657	0,0620	0,0009	0,0007
20	56	0,0362	0,0212	-0,0150	4,0111	16,4484	0,0150	0,0106
21	31	0,0200	0,0202	0,0002	-0,0443	0,0021	0,0002	0,0001
22	38	0,0246	0,0193	-0,0053	1,4108	2,2159	0,0053	0,0037
23	16	0,0103	0,0185	0,0081	2,2829	5,5468	0,0081	0,0058
24	34	0,0220	0,0177	-0,0042	1,1702	1,5756	0,0042	0,0030
25	31	0,0200	0,0170	-0,0030	0,8153	0,8204	0,0030	0,0021
26	18	0,0116	0,0164	0,0048	1,3728	2,1340	0,0048	0,0034
27	21	0,0136	0,0158	0,0022	0,5982	0,4826	0,0022	0,0016
28	33	0,0213	0,0152	-0,0061	1,8520	3,7668	0,0061	0,0043
29	30	0,0194	0,0147	-0,0047	1,4192	2,2906	0,0047	0,0033
30	24	0,0155	0,0142	-0,0013	0,3155	0,1762	0,0013	0,0009

<b>31</b>	26	0,0168	0,0138	-0,0030	0,9091	1,0222	0,0030	0,0021
<b>32</b>	19	0,0123	0,0134	0,0011	0,2600	0,1356	0,0011	0,0008
<b>33</b>	15	0,0097	0,0130	0,0033	1,0242	1,2749	0,0033	0,0023
<b>34</b>	12	0,0078	0,0126	0,0048	1,5907	2,8693	0,0048	0,0034
<b>35</b>	34	0,0220	0,0122	-0,0097	3,3705	12,0044	0,0097	0,0069
<b>36</b>	13	0,0084	0,0119	0,0035	1,1508	1,5888	0,0035	0,0025
<b>37</b>	15	0,0097	0,0116	0,0019	0,5744	0,4750	0,0019	0,0013
<b>38</b>	13	0,0084	0,0113	0,0029	0,9513	1,1356	0,0029	0,0020
<b>39</b>	20	0,0129	0,0110	-0,0019	0,6071	0,5256	0,0019	0,0014
<b>40</b>	25	0,0162	0,0107	-0,0054	1,9526	4,2635	0,0054	0,0038
<b>41</b>	14	0,0090	0,0105	0,0014	0,4222	0,2962	0,0014	0,0010
<b>42</b>	18	0,0116	0,0102	-0,0014	0,4275	0,3036	0,0014	0,0010
<b>43</b>	20	0,0129	0,0100	-0,0029	1,0368	1,3429	0,0029	0,0021
<b>44</b>	17	0,0110	0,0098	-0,0012	0,3625	0,2395	0,0012	0,0009
<b>45</b>	24	0,0155	0,0095	-0,0060	2,2836	5,7735	0,0060	0,0042
<b>46</b>	15	0,0097	0,0093	-0,0004	0,0135	0,0210	0,0004	0,0003
<b>47</b>	13	0,0084	0,0091	0,0007	0,1722	0,0927	0,0007	0,0005
<b>48</b>	11	0,0071	0,0090	0,0018	0,6351	0,5876	0,0018	0,0013
<b>49</b>	14	0,0090	0,0088	-0,0003	-0,0200	0,0134	0,0003	0,0002
<b>50</b>	34	0,0220	0,0086	-0,0134	5,5607	32,1926	0,0134	0,0095
<b>51</b>	2	0,0013	0,0084	0,0071	2,9322	9,3527	0,0071	0,0050
<b>52</b>	12	0,0078	0,0083	0,0005	0,0835	0,0497	0,0005	0,0004
<b>53</b>	8	0,0052	0,0081	0,0029	1,1499	1,6546	0,0029	0,0021
<b>54</b>	11	0,0071	0,0080	0,0009	0,2367	0,1430	0,0009	0,0006
<b>55</b>	8	0,0052	0,0078	0,0027	1,0404	1,3925	0,0027	0,0019
<b>56</b>	9	0,0058	0,0077	0,0019	0,6962	0,7031	0,0019	0,0013
<b>57</b>	6	0,0039	0,0076	0,0037	1,5225	2,7657	0,0037	0,0026
<b>58</b>	10	0,0065	0,0074	0,0010	0,2917	0,1920	0,0010	0,0007
<b>59</b>	7	0,0045	0,0073	0,0028	1,1326	1,6313	0,0028	0,0020
<b>60</b>	24	0,0155	0,0072	-0,0083	3,7328	14,9725	0,0083	0,0059
<b>61</b>	8	0,0052	0,0071	0,0019	0,7362	0,7830	0,0019	0,0013
<b>62</b>	6	0,0039	0,0069	0,0031	1,3007	2,0988	0,0031	0,0022
<b>63</b>	10	0,0065	0,0068	0,0004	0,0249	0,0319	0,0004	0,0003
<b>64</b>	8	0,0052	0,0067	0,0016	0,5958	0,5606	0,0016	0,0011
<b>65</b>	16	0,0103	0,0066	-0,0037	1,6423	3,2148	0,0037	0,0026
<b>66</b>	5	0,0032	0,0065	0,0033	1,4530	2,5777	0,0033	0,0023
<b>67</b>	5	0,0032	0,0064	0,0032	1,4162	2,4652	0,0032	0,0023
<b>68</b>	5	0,0032	0,0063	0,0031	1,3800	2,3571	0,0031	0,0022
<b>69</b>	9	0,0058	0,0062	0,0004	0,0539	0,0460	0,0004	0,0003
<b>70</b>	3	0,0019	0,0062	0,0042	1,9594	4,4744	0,0042	0,0030
<b>71</b>	4	0,0026	0,0061	0,0035	1,6023	3,0994	0,0035	0,0025
<b>72</b>	12	0,0078	0,0060	-0,0018	0,7357	0,8059	0,0018	0,0012
<b>73</b>	10	0,0065	0,0059	-0,0006	0,1191	0,0807	0,0006	0,0004
<b>74</b>	8	0,0052	0,0058	0,0007	0,1731	0,1150	0,0007	0,0005

75	11	0,0071	0,0058	-0,0014	0,5383	0,4961	0,0014	0,0010
76	6	0,0039	0,0057	0,0018	0,7724	0,8816	0,0018	0,0013
77	6	0,0039	0,0056	0,0017	0,7388	0,8218	0,0017	0,0012
78	10	0,0065	0,0055	-0,0009	0,3226	0,2427	0,0009	0,0007
79	6	0,0039	0,0055	0,0016	0,6730	0,7109	0,0016	0,0011
80	18	0,0116	0,0054	-0,0062	3,1772	11,1666	0,0062	0,0044
81	6	0,0039	0,0053	0,0015	0,6089	0,6107	0,0015	0,0010
82	7	0,0045	0,0053	0,0007	0,2262	0,1606	0,0007	0,0005
83	4	0,0026	0,0052	0,0026	1,2534	2,0348	0,0026	0,0018
84	5	0,0032	0,0051	0,0019	0,8715	1,0953	0,0019	0,0013
85	7	0,0045	0,0051	0,0006	0,1280	0,0937	0,0006	0,0004
86	4	0,0026	0,0050	0,0024	1,1753	1,8271	0,0024	0,0017
87	1	0,0006	0,0050	0,0043	2,2352	5,8086	0,0043	0,0031
88	8	0,0052	0,0049	-0,0003	-0,0333	0,0220	0,0003	0,0002
89	7	0,0045	0,0049	0,0003	0,0025	0,0342	0,0003	0,0002
90	7	0,0045	0,0048	0,0003	-0,0280	0,0242	0,0003	0,0002
91	8	0,0052	0,0047	-0,0004	0,0582	0,0588	0,0004	0,0003
92	5	0,0032	0,0047	0,0015	0,6558	0,7053	0,0015	0,0010
93	2	0,0013	0,0046	0,0034	1,7521	3,7423	0,0034	0,0024
94	3	0,0019	0,0046	0,0027	1,3569	2,3755	0,0027	0,0019
95	9	0,0058	0,0045	-0,0013	0,5535	0,5487	0,0013	0,0009
96	5	0,0032	0,0045	0,0013	0,5554	0,5531	0,0013	0,0009
97	3	0,0019	0,0045	0,0025	1,2946	2,1969	0,0025	0,0018
98	7	0,0045	0,0044	-0,0001	-0,1231	0,0047	0,0001	0,0001
99	8	0,0052	0,0044	-0,0008	0,2883	0,2305	0,0008	0,0006

Fonte: Elaborada pelo autor.

O teste Z revelou 5 categorias cujas estatísticas foram maiores que 1,96. São elas: 10, 20, 23, 35, 45, 50, 51, 60, 80 e 87. Quanto aos testes de conformidade geral da base de dados, o Qui-Quadrado resultou em 208,41 e o DAM resultou em 0,0021. Sendo o valor crítico da estatística qui-quadrado para 5% de significância e 89 graus de liberdade é 112,02, o resultado mostrou desconformidade dos dados. De acordo com a tabela 5 sugerida por Nigrini (2020), o DAM encontra-se em não-conformidade.

### 4.3 Região Norte

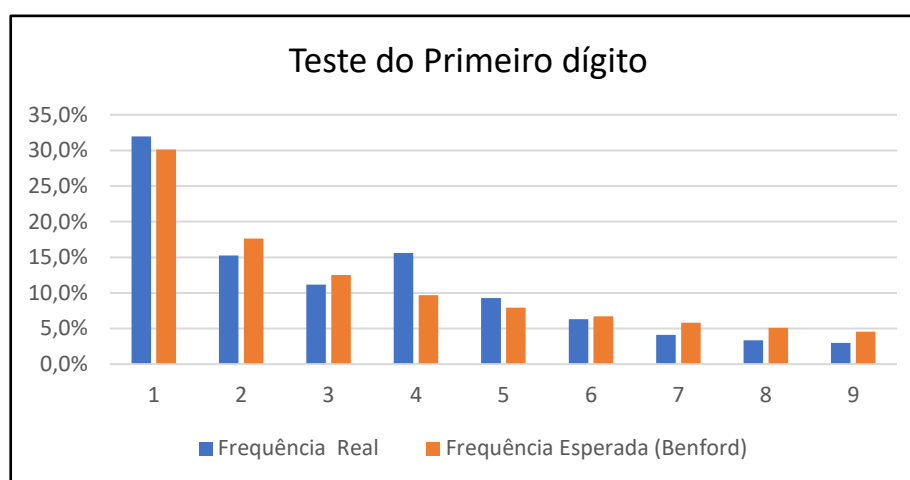
#### 4.3.1 Acre

O Estado do Acre realizou 24 pregões eletrônicos. Dos pregões analisados, resultaram em 316 itens distintos, sendo que só foi possível o acesso aos valores homologados de 269, pois

47 itens haviam sido cancelados antes da disputa de lances ou logo após a fase de julgamento das propostas. Os pregões homologados totalizaram o montante de R\$ 570.100,51.

Os resultados encontrados e demonstrados no gráfico 15, representam graficamente a comparação da frequência esperada por Benford com a frequência real para os primeiros dígitos dos pregões eletrônicos homologados. Os dados foram comparados na forma gráfica:

**Gráfico 15** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para o Acre



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 15, não houve picos significativos nas frequências reais dos primeiros dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se visualmente que os dígitos 1, 4 e 5 são os que mais se afastam da curva de Benford.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

**Tabela 27** - Resultados dos Primeiros Dígitos para o Acre

1º Dígito	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste $\chi^2$	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor $\chi^2$ Crítico	Valor K-S Crítico
1	86	32,0%	81	30,10%	0,602	0,312	0,290	0,0144	1,96	15,51	0,003
2	41	15,2%	47	17,61%	0,94	0,856	0,084				
3	30	11,2%	34	12,49%	0,571	0,387	0,184				
4	42	15,6%	26	9,69%	3,181	9,736	6,555				
5	25	9,3%	21	7,92%	0,721	0,643	0,078				
6	17	6,3%	18	6,69%	0,121	0,056	0,065				
7	11	4,1%	16	5,80%	1,070	1,356	0,286				
8	9	3,3%	14	5,12%	1,182	1,647	0,465				
9	8	3,0%	12	4,58%	1,114	1,508	0,394				
<b>Total</b>	<b>269</b>	<b>100%</b>	<b>269</b>	<b>100%</b>		<b>16,502</b>					

**Fonte:** Elaborada pelo autor.

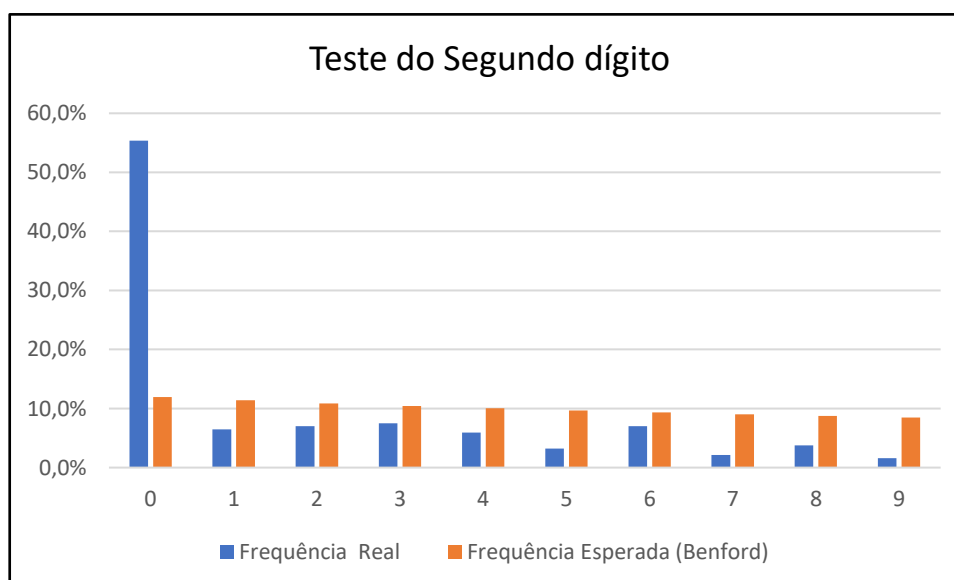
Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos primeiros dígitos, apenas o dígito 4 mostrou-se destoante em relação ao valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com estes dígitos estão em desconformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (16,50) é superior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o primeiro dígito foi calculado em 0,0144, o que denota, segundo a tabela 5, uma não-conformidade com a Lei de Benford.

Destaca-se os pregões homologados com os primeiros dígitos 4 possui uma frequência esperada de 26, enquanto a frequência observada foi de 42, indicando um excesso de 16 valores de pregões, o que pode representar manipulação intencional nesse dígito.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade para os valores que se iniciam com o dígito 4.

**Gráfico 16** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para o Acre



**Fonte:** Elaborado pelo autor.



Conforme se observa no gráfico 14, houve picos significativos nas frequências reais dos primeiros dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se visualmente que os dígitos 0, 1 e 2 são os que mais se afastam da curva de Benford.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

**Tabela 28** - Resultados dos Segundos Dígitos para o Acre

2º Dígito	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste $\chi^2$	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor $\chi^2$ Crítico	Valor K-S Crítico
0	103	48,9%	22	11,97%	18,124	292,77	274,65	0,0580	1,96	15,51	0,003
1	12	10,9%	21	11,39%	2,005	3,983	1,978				
2	13	6,5%	20	10,88%	1,586	2,588	1,002				
3	14	6,5%	19	10,43%	1,175	1,503	0,328				
4	11	14,1%	19	10,03%	1,747	3,142	1,395				
5	6	5,4%	18	9,67%	2,850	7,988	5,138				
6	13	4,3%	17	9,34%	0,976	1,100	0,124				
7	4	1,1%	17	9,04%	3,149	9,766	6,617				
8	7	2,2%	16	8,76%	2,281	5,301	3,020				
9	3	0,0%	16	8,50%	3,237	10,379	7,142				
<b>Total</b>	<b>186</b>	<b>100,0%</b>	<b>186</b>	<b>100,00%</b>		<b>338,52</b>					

Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos segundos dígitos, os dígitos 0, 1, 5, 7, 8 e 9 mostraram-se destoantes em relação ao valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com estes dígitos estão em desconformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (338,52) é superior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o primeiro dígito foi calculado em 0,0580, o que denota, segundo a tabela 5, uma não-conformidade com a Lei de Benford.

Destaca-se os pregões homologados com os primeiros dígitos zero possuem uma frequência esperada de 22, enquanto a frequência observada foi de 103, indicando um excesso de 81 valores de pregões, o que pode representar manipulação intencional nesse dígito.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de

Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade para os valores que se iniciam com os dígitos 0, 1, 5, 7, 8 e 9.

**Tabela 29** - Resultados dos Dois Primeiros Dígitos para o Acre

Dígitos	Contagem	Real	Benford	Diferença	Teste Z	Qui Quadrado	K-S	MAD
10	23	0,1230	0,0414	-0,0816	5,4184	30,0829	0,0816	0,0577
11	7	0,0374	0,0378	0,0004	-0,1663	0,0006	0,0004	0,0003
12	6	0,0321	0,0348	0,0027	0,0002	0,0385	0,0027	0,0019
13	4	0,0214	0,0322	0,0108	0,6292	0,6770	0,0108	0,0076
14	7	0,0374	0,0300	-0,0075	0,3847	0,3482	0,0075	0,0053
15	8	0,0428	0,0280	-0,0148	1,0007	1,4519	0,0148	0,0104
16	7	0,0374	0,0263	-0,0111	0,7200	0,8758	0,0111	0,0079
17	2	0,0107	0,0248	0,0141	1,0068	1,5037	0,0141	0,0100
18	4	0,0214	0,0235	0,0021	-0,0527	0,0348	0,0021	0,0015
19	6	0,0321	0,0223	-0,0098	0,6612	0,8077	0,0098	0,0069
20	9	0,0481	0,0212	-0,0269	2,3041	6,4046	0,0269	0,0190
21	3	0,0160	0,0202	0,0042	0,1445	0,1602	0,0042	0,0029
22	5	0,0267	0,0193	-0,0074	0,4730	0,5351	0,0074	0,0053
23	2	0,0107	0,0185	0,0078	0,5193	0,6137	0,0078	0,0055
24	2	0,0107	0,0177	0,0070	0,4518	0,5218	0,0070	0,0050
25	3	0,0160	0,0170	0,0010	-0,1779	0,0108	0,0010	0,0007
26	1	0,0053	0,0164	0,0110	0,9013	1,3913	0,0110	0,0078
27	1	0,0053	0,0158	0,0104	0,8525	1,2921	0,0104	0,0074
28	0	0,0000	0,0152	0,0152	1,4027	2,8499	0,0152	0,0108
29	2	0,0107	0,0147	0,0040	0,1538	0,2061	0,0040	0,0028
30	4	0,0214	0,0142	-0,0071	0,5166	0,6713	0,0071	0,0051
31	0	0,0000	0,0138	0,0138	1,3034	2,5784	0,0138	0,0097
32	2	0,0107	0,0134	0,0027	-0,0006	0,0997	0,0027	0,0019
33	0	0,0000	0,0130	0,0130	1,2440	2,4245	0,0130	0,0092
34	1	0,0053	0,0126	0,0072	0,5602	0,7789	0,0072	0,0051
35	4	0,0214	0,0122	-0,0092	0,8063	1,2813	0,0092	0,0065
36	1	0,0053	0,0119	0,0066	0,4890	0,6746	0,0066	0,0046
37	3	0,0160	0,0116	-0,0045	0,2284	0,3213	0,0045	0,0032
38	0	0,0000	0,0113	0,0113	1,1145	2,1095	0,0113	0,0080
39	1	0,0053	0,0110	0,0056	0,3900	0,5425	0,0056	0,0040
40	9	0,0481	0,0107	-0,0374	4,6110	24,3971	0,0374	0,0264
41	1	0,0053	0,0105	0,0051	0,3284	0,4680	0,0051	0,0036
42	6	0,0321	0,0102	-0,0219	2,6096	8,7494	0,0219	0,0155
43	2	0,0107	0,0100	-0,0007	-0,2700	0,0095	0,0007	0,0005
44	4	0,0214	0,0098	-0,0116	1,2459	2,5918	0,0116	0,0082
45	1	0,0053	0,0095	0,0042	0,2143	0,3452	0,0042	0,0030
46	0	0,0000	0,0093	0,0093	0,9477	1,7466	0,0093	0,0066

47	2	0,0107	0,0091	-0,0016	-0,1612	0,0493	0,0016	0,0011
48	3	0,0160	0,0090	-0,0071	0,6408	1,0491	0,0071	0,0050
49	3	0,0160	0,0088	-0,0073	0,6738	1,1261	0,0073	0,0051
50	10	0,0535	0,0086	-0,0449	6,2499	43,7883	0,0449	0,0317
51	0	0,0000	0,0084	0,0084	0,8613	1,5770	0,0084	0,0060
52	1	0,0053	0,0083	0,0029	0,0379	0,1934	0,0029	0,0021
53	1	0,0053	0,0081	0,0028	0,0147	0,1768	0,0028	0,0020
54	1	0,0053	0,0080	0,0026	-0,0081	0,1612	0,0026	0,0019
55	2	0,0107	0,0078	-0,0029	0,0304	0,1968	0,0029	0,0020
56	2	0,0107	0,0077	-0,0030	0,0524	0,2202	0,0030	0,0021
57	1	0,0053	0,0076	0,0022	-0,0740	0,1204	0,0022	0,0016
58	1	0,0053	0,0074	0,0021	-0,0952	0,1086	0,0021	0,0015
59	0	0,0000	0,0073	0,0073	0,7431	1,3650	0,0073	0,0052
60	0	0,0000	0,0072	0,0072	0,7297	1,3424	0,0072	0,0051
61	0	0,0000	0,0071	0,0071	0,7166	1,3206	0,0071	0,0050
62	1	0,0053	0,0069	0,0016	-0,1766	0,0690	0,0016	0,0011
63	0	0,0000	0,0068	0,0068	0,6912	1,2790	0,0068	0,0048
64	0	0,0000	0,0067	0,0067	0,6788	1,2591	0,0067	0,0048
65	1	0,0053	0,0066	0,0013	-0,2343	0,0464	0,0013	0,0009
66	0	0,0000	0,0065	0,0065	0,6548	1,2213	0,0065	0,0046
67	1	0,0053	0,0064	0,0011	-0,2715	0,0343	0,0011	0,0008
68	2	0,0107	0,0063	-0,0044	0,2897	0,5594	0,0044	0,0031
69	0	0,0000	0,0062	0,0062	0,6204	1,1686	0,0062	0,0044
70	2	0,0107	0,0062	-0,0045	0,3253	0,6243	0,0045	0,0032
71	0	0,0000	0,0061	0,0061	0,5984	1,1359	0,0061	0,0043
72	1	0,0053	0,0060	0,0006	-0,3599	0,0129	0,0006	0,0005
73	0	0,0000	0,0059	0,0059	0,5772	1,1050	0,0059	0,0042
74	1	0,0053	0,0058	0,0005	-0,3937	0,0075	0,0005	0,0003
75	1	0,0053	0,0058	0,0004	-0,4103	0,0053	0,0004	0,0003
76	0	0,0000	0,0057	0,0057	0,5466	1,0616	0,0057	0,0040
77	1	0,0053	0,0056	0,0003	-0,4429	0,0022	0,0003	0,0002
78	0	0,0000	0,0055	0,0055	0,5270	1,0346	0,0055	0,0039
79	1	0,0053	0,0055	0,0001	-0,4747	0,0005	0,0001	0,0001
80	0	0,0000	0,0054	0,0054	0,5080	1,0089	0,0054	0,0038
81	0	0,0000	0,0053	0,0053	0,4987	0,9965	0,0053	0,0038
82	0	0,0000	0,0053	0,0053	0,4895	0,9844	0,0053	0,0037
83	0	0,0000	0,0052	0,0052	0,4805	0,9726	0,0052	0,0037
84	0	0,0000	0,0051	0,0051	0,4716	0,9611	0,0051	0,0036
85	0	0,0000	0,0051	0,0051	0,4628	0,9499	0,0051	0,0036
86	1	0,0053	0,0050	-0,0003	-0,4541	0,0040	0,0003	0,0002
87	0	0,0000	0,0050	0,0050	0,4455	0,9282	0,0050	0,0035
88	0	0,0000	0,0049	0,0049	0,4371	0,9177	0,0049	0,0035
89	1	0,0053	0,0049	-0,0005	-0,4287	0,0094	0,0005	0,0004
90	1	0,0053	0,0048	-0,0005	-0,4205	0,0117	0,0005	0,0004

91	0	0,0000	0,0047	0,0047	0,4124	0,8876	0,0047	0,0034
92	0	0,0000	0,0047	0,0047	0,4043	0,8780	0,0047	0,0033
93	0	0,0000	0,0046	0,0046	0,3964	0,8686	0,0046	0,0033
94	1	0,0053	0,0046	-0,0008	-0,3886	0,0230	0,0008	0,0005
95	1	0,0053	0,0045	-0,0008	-0,3808	0,0263	0,0008	0,0006
96	0	0,0000	0,0045	0,0045	0,3732	0,8416	0,0045	0,0032
97	1	0,0053	0,0045	-0,0009	-0,3656	0,0335	0,0009	0,0006
98	0	0,0000	0,0044	0,0044	0,3582	0,8245	0,0044	0,0031
99	1	0,0053	0,0044	-0,0010	-0,3508	0,0414	0,0010	0,0007

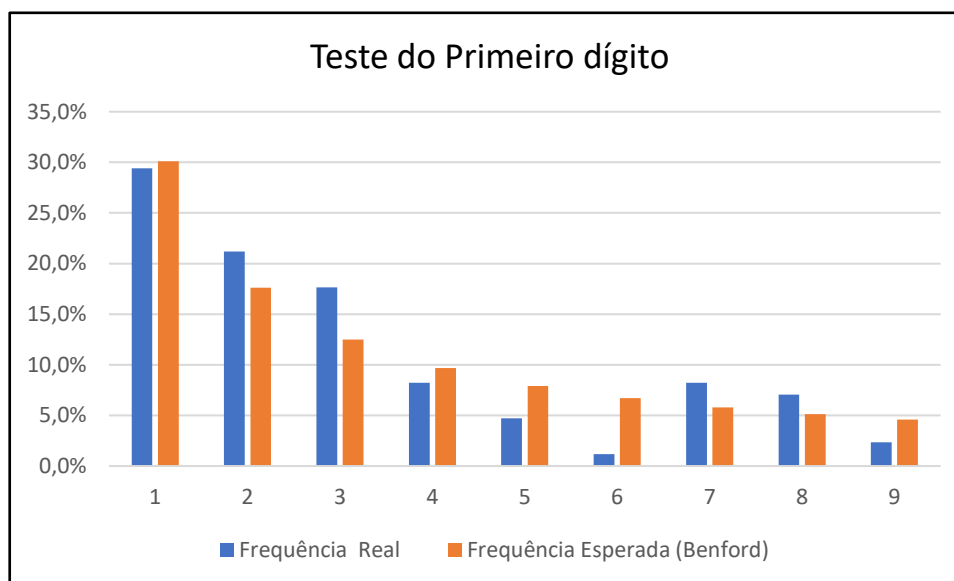
**Fonte:** Elaborada pelo autor.

O teste Z revelou 5 categorias cujas estatísticas foram maiores que 1,96. São elas: 10, 20, 40, 42 e 50. Quanto aos testes de conformidade geral da base de dados, o Qui-Quadrado resultou em 175,18 e o DAM resultou em 0,0052. Sendo o valor crítico da estatística qui-quadrado para 5% de significância e 89 graus de liberdade é 112,02, o resultado mostrou desconformidade dos dados. De acordo com a tabela 5 sugerida por Nigrini (2020), o DAM encontra-se em não-conformidade.

#### 4.3.2 Amapá

O Estado do Amapá realizou 15 pregões eletrônicos. Dos pregões analisados, resultaram em 98 itens distintos, sendo que só foi possível o acesso aos valores homologados de 85, pois 13 itens haviam sido cancelados antes da disputa de lances ou logo após a fase de julgamento das propostas. Os pregões homologados totalizaram o montante de R\$ 101.994,03.

Os resultados encontrados e demonstrados no gráfico 17, representam graficamente a comparação da frequência esperada por Benford com a frequência real para os primeiros dígitos dos pregões eletrônicos homologados.

**Gráfico 17** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para o Amapá

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 17, não houve picos significativos nas frequências reais dos primeiros dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se visualmente que os dígitos 1, 2, 7 e 8 são os que mais se afastam da curva de Benford, ainda que suavemente.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

**Tabela 30** - Resultados dos Primeiros Dígitos do Amapá

1º Dígito	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste $\chi^2$	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor $\chi^2$ Crítico	Valor K-S Crítico
1	25	29,8%	26	30,10%	-0,051	0,013	0,064	0,0045	1,96	15,51	0,003
2	18	19,6%	15	17,61%	0,35	0,614	0,264				
3	15	12,5%	11	12,49%	-0,161	1,807	1,968				
4	7	8,8%	8	9,69%	0,104	0,186	0,082				
5	4	8,0%	7	7,92%	-0,17	1,108	1,278				
6	1	7,2%	6	6,69%	-0,04	3,866	3,907				
7	7	4,4%	5	5,80%	0,326	0,870	0,544				
8	6	5,4%	4	5,12%	-0,13	0,628	0,758				
9	2	4,4%	4	4,58%	-0,17	0,918	1,091				
<b>Total</b>	<b>85</b>	<b>100%</b>	<b>85</b>	<b>100%</b>		<b>10,010</b>					

Fonte: Elaborada pelo autor.

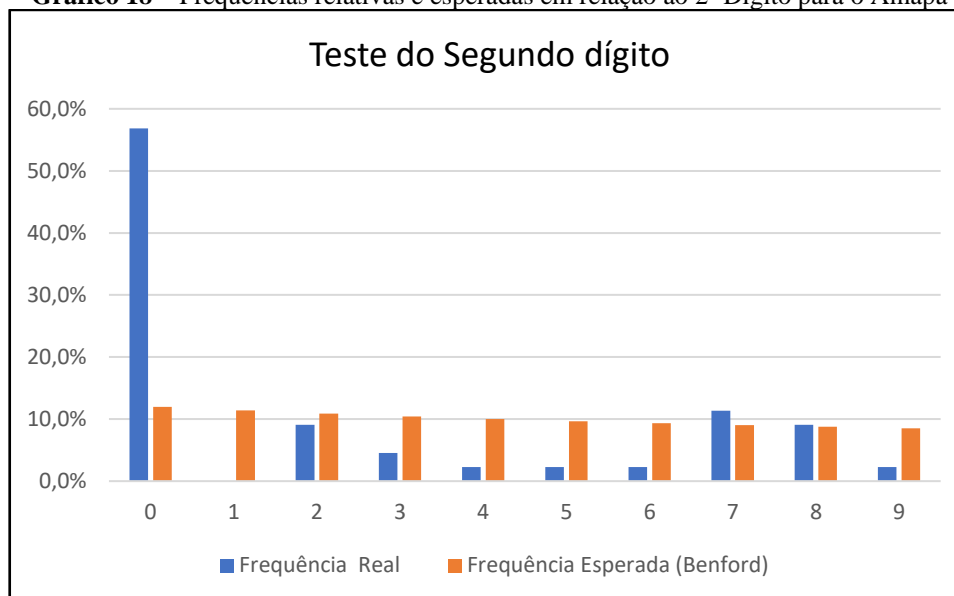
Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos primeiros dígitos,

apenas os dígitos 2 e 8 mostraram-se destoantes em relação ao valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com estes dígitos estão em desconformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (10,01) é inferior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o primeiro dígito foi calculado em 0,0045, o que denota, segundo a tabela 5, uma não-conformidade com a Lei de Benford.

Destaca-se os pregões homologados com os primeiros dígitos 6 possuem uma frequência esperada de 6, enquanto a frequência observada foi de 1, indicando um excesso de 5 valores de pregões, o que pode representar manipulação intencional nesse dígito.

**Gráfico 18** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para o Amapá



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 18, houve pico significativo na frequência real dos primeiros dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se o dígito zero foi o que mais se afastou da curva de Benford.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

**Tabela 31** - Resultados dos Segundos Dígitos para o Amapá

2º Dígitto	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste $\chi^2$	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor $\chi^2$ Crítico	Valor K-S Crítico
0	25	48,9%	5	11,97%	8,932	73,93	65,00	0,0578	1,96	15,51	0,003
1	0	10,9%	5	11,39%	2,141	5,012	2,871				
2	4	6,5%	5	10,88%	0,139	0,129	0,010				
3	2	6,5%	5	10,43%	1,03	1,461	0,431				
4	1	14,1%	4	10,03%	1,462	2,640	1,178				
5	1	5,4%	4	9,67%	1,405	2,490	1,085				
6	1	4,3%	4	9,34%	1,352	2,353	1,001				
7	5	1,1%	4	9,04%	0,275	0,263	0,012				
8	4	2,2%	4	8,76%	-0,189	0,006	0,195				
9	1	0,0%	4	8,50%	1,211	2,007	0,796				
<b>Total</b>	<b>44</b>	<b>100,0%</b>	<b>44</b>	<b>100,00%</b>		<b>90,29</b>					

Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos segundos dígitos, os dígitos 0 e 1 mostraram-se destoantes em relação ao valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com estes dígitos estão em desconformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (90,29) é superior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o primeiro dígito foi calculado em 0,0578, o que denota, segundo a tabela 5, uma não-conformidade com a Lei de Benford.

Destaca-se os pregões homologados com os segundos dígitos zero possuem uma frequência esperada de 25, enquanto a frequência observada foi de 45, indicando um excesso de 20 valores de pregões, o que pode representar manipulação intencional nesse dígito.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade para os valores que se iniciam com os dígitos 0 e 1.

Tabela 32 - Resultados dos Dois Primeiros Dígitos para o Amapá

Dígitos	Contagem	Real	Benford	Diferença	Teste Z	Qui Quadrado	K-S	MAD
10	5	0,0758	0,0414	-0,0344	1,0926	1,8830	0,0344	0,0243
11	4	0,0606	0,0378	-0,0228	0,6494	0,9093	0,0228	0,0161
12	2	0,0303	0,0348	0,0045	-0,1382	0,0378	0,0045	0,0032
13	2	0,0303	0,0322	0,0019	-0,2621	0,0073	0,0019	0,0013
14	1	0,0152	0,0300	0,0148	0,3448	0,4832	0,0148	0,0105
15	3	0,0455	0,0280	-0,0174	0,4848	0,7150	0,0174	0,0123
16	3	0,0455	0,0263	-0,0191	0,5860	0,9169	0,0191	0,0135
17	3	0,0455	0,0248	-0,0206	0,6817	1,1317	0,0206	0,0146
18	1	0,0152	0,0235	0,0083	0,0404	0,1950	0,0083	0,0059
19	1	0,0152	0,0223	0,0071	-0,0248	0,1504	0,0071	0,0050
20	1	0,0152	0,0212	0,0060	-0,0868	0,1135	0,0060	0,0043
21	1	0,0152	0,0202	0,0051	-0,1457	0,0834	0,0051	0,0036
22	2	0,0303	0,0193	-0,0110	0,2021	0,4135	0,0110	0,0078
23	3	0,0455	0,0185	-0,0270	1,1699	2,5975	0,0270	0,0191
24	1	0,0152	0,0177	0,0026	-0,3077	0,0247	0,0026	0,0018
25	2	0,0303	0,0170	-0,0133	0,3575	0,6823	0,0133	0,0094
26	0	0,0000	0,0164	0,0164	0,5640	1,0818	0,0164	0,0116
27	0	0,0000	0,0158	0,0158	0,5355	1,0424	0,0158	0,0112
28	0	0,0000	0,0152	0,0152	0,5083	1,0058	0,0152	0,0108
29	4	0,0606	0,0147	-0,0459	2,5839	9,4371	0,0459	0,0324
30	0	0,0000	0,0142	0,0142	0,4570	0,9399	0,0142	0,0101
31	1	0,0152	0,0138	-0,0014	-0,4328	0,0089	0,0014	0,0010
32	1	0,0152	0,0134	-0,0018	-0,4095	0,0158	0,0018	0,0013
33	2	0,0303	0,0130	-0,0173	0,7011	1,5303	0,0173	0,0123
34	2	0,0303	0,0126	-0,0177	0,7387	1,6450	0,0177	0,0125
35	2	0,0303	0,0122	-0,0181	0,7754	1,7612	0,0181	0,0128
36	1	0,0152	0,0119	-0,0033	-0,3239	0,0587	0,0033	0,0023
37	0	0,0000	0,0116	0,0116	0,3042	0,7644	0,0116	0,0082
38	0	0,0000	0,0113	0,0113	0,2850	0,7445	0,0113	0,0080
39	4	0,0606	0,0110	-0,0496	3,2747	14,7735	0,0496	0,0351
40	3	0,0455	0,0107	-0,0347	2,1418	7,4237	0,0347	0,0246
41	2	0,0303	0,0105	-0,0198	0,9789	2,4818	0,0198	0,0140
42	0	0,0000	0,0102	0,0102	0,2135	0,6745	0,0102	0,0072
43	0	0,0000	0,0100	0,0100	0,1968	0,6590	0,0100	0,0071
44	0	0,0000	0,0098	0,0098	0,1805	0,6441	0,0098	0,0069
45	0	0,0000	0,0095	0,0095	0,1646	0,6300	0,0095	0,0067
46	0	0,0000	0,0093	0,0093	0,1490	0,6164	0,0093	0,0066
47	0	0,0000	0,0091	0,0091	0,1338	0,6035	0,0091	0,0065
48	1	0,0152	0,0090	-0,0062	-0,1189	0,2830	0,0062	0,0044
49	0	0,0000	0,0088	0,0088	0,1044	0,5791	0,0088	0,0062
50	3	0,0455	0,0086	-0,0369	2,5760	10,4235	0,0369	0,0261



51	0	0,0000	0,0084	0,0084	0,0762	0,5566	0,0084	0,0060
52	0	0,0000	0,0083	0,0083	0,0625	0,5460	0,0083	0,0058
53	0	0,0000	0,0081	0,0081	0,0491	0,5358	0,0081	0,0057
54	0	0,0000	0,0080	0,0080	0,0359	0,5259	0,0080	0,0056
55	0	0,0000	0,0078	0,0078	0,0230	0,5165	0,0078	0,0055
56	0	0,0000	0,0077	0,0077	0,0103	0,5073	0,0077	0,0054
57	0	0,0000	0,0076	0,0076	-0,0021	0,4985	0,0076	0,0053
58	0	0,0000	0,0074	0,0074	-0,0144	0,4900	0,0074	0,0052
59	0	0,0000	0,0073	0,0073	-0,0264	0,4817	0,0073	0,0052
60	0	0,0000	0,0072	0,0072	-0,0382	0,4738	0,0072	0,0051
61	0	0,0000	0,0071	0,0071	-0,0499	0,4661	0,0071	0,0050
62	0	0,0000	0,0069	0,0069	-0,0613	0,4586	0,0069	0,0049
63	0	0,0000	0,0068	0,0068	-0,0726	0,4514	0,0068	0,0048
64	0	0,0000	0,0067	0,0067	-0,0837	0,4444	0,0067	0,0048
65	0	0,0000	0,0066	0,0066	-0,0946	0,4376	0,0066	0,0047
66	0	0,0000	0,0065	0,0065	-0,1054	0,4310	0,0065	0,0046
67	0	0,0000	0,0064	0,0064	-0,1160	0,4247	0,0064	0,0045
68	0	0,0000	0,0063	0,0063	-0,1265	0,4185	0,0063	0,0045
69	0	0,0000	0,0062	0,0062	-0,1368	0,4124	0,0062	0,0044
70	0	0,0000	0,0062	0,0062	-0,1470	0,4066	0,0062	0,0044
71	0	0,0000	0,0061	0,0061	-0,1570	0,4009	0,0061	0,0043
72	1	0,0152	0,0060	-0,0092	0,1669	0,9247	0,0092	0,0065
73	0	0,0000	0,0059	0,0059	-0,1767	0,3900	0,0059	0,0042
74	0	0,0000	0,0058	0,0058	-0,1863	0,3847	0,0058	0,0041
75	0	0,0000	0,0058	0,0058	-0,1959	0,3797	0,0058	0,0041
76	0	0,0000	0,0057	0,0057	-0,2053	0,3747	0,0057	0,0040
77	0	0,0000	0,0056	0,0056	-0,2146	0,3699	0,0056	0,0040
78	1	0,0152	0,0055	-0,0096	0,2238	1,1038	0,0096	0,0068
79	0	0,0000	0,0055	0,0055	-0,2329	0,3606	0,0055	0,0039
80	1	0,0152	0,0054	-0,0098	0,2419	1,1645	0,0098	0,0069
81	0	0,0000	0,0053	0,0053	-0,2507	0,3517	0,0053	0,0038
82	0	0,0000	0,0053	0,0053	-0,2595	0,3474	0,0053	0,0037
83	0	0,0000	0,0052	0,0052	-0,2682	0,3433	0,0052	0,0037
84	0	0,0000	0,0051	0,0051	-0,2768	0,3392	0,0051	0,0036
85	0	0,0000	0,0051	0,0051	-0,2853	0,3352	0,0051	0,0036
86	0	0,0000	0,0050	0,0050	-0,2937	0,3314	0,0050	0,0036
87	0	0,0000	0,0050	0,0050	-0,3020	0,3276	0,0050	0,0035
88	1	0,0152	0,0049	-0,0102	0,3102	1,4114	0,0102	0,0072
89	0	0,0000	0,0049	0,0049	-0,3184	0,3203	0,0049	0,0034
90	0	0,0000	0,0048	0,0048	-0,3264	0,3167	0,0048	0,0034
91	0	0,0000	0,0047	0,0047	-0,3344	0,3133	0,0047	0,0034
92	0	0,0000	0,0047	0,0047	-0,3423	0,3099	0,0047	0,0033
93	0	0,0000	0,0046	0,0046	-0,3502	0,3066	0,0046	0,0033
94	0	0,0000	0,0046	0,0046	-0,3579	0,3033	0,0046	0,0032

<b>95</b>	0	0,0000	0,0045	0,0045	-0,3656	0,3001	0,0045	0,0032
<b>96</b>	0	0,0000	0,0045	0,0045	-0,3733	0,2970	0,0045	0,0032
<b>97</b>	1	0,0152	0,0045	-0,0107	0,3808	1,6955	0,0107	0,0076
<b>98</b>	0	0,0000	0,0044	0,0044	-0,3883	0,2910	0,0044	0,0031
<b>99</b>	0	0,0000	0,0044	0,0044	-0,3957	0,2881	0,0044	0,0031

**Fonte:** Elaborada pelo autor.

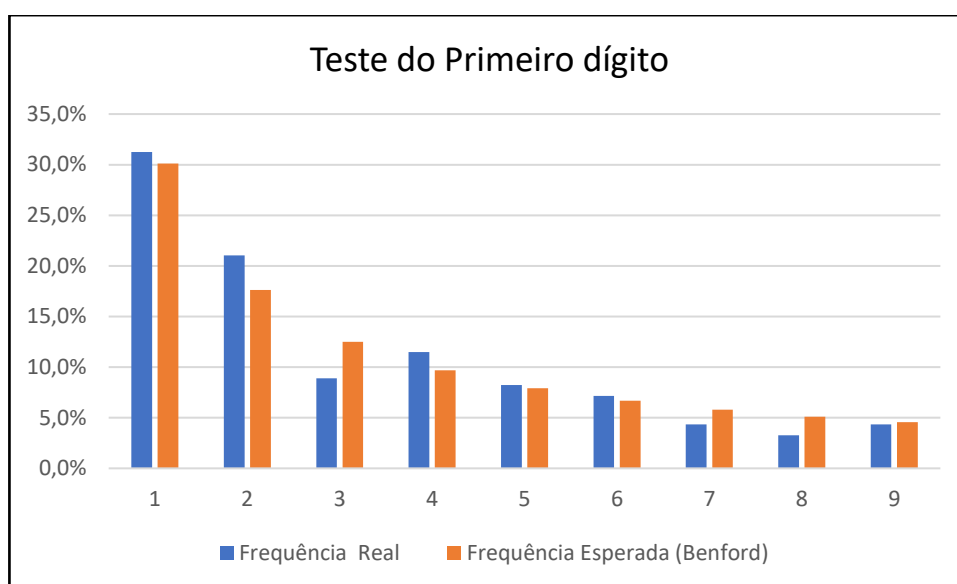
O teste Z revelou 4 categorias cujas estatísticas foram maiores que 1,96. São elas: 29, 39, 40 e 50. Quanto aos testes de conformidade geral da base de dados, o Qui-Quadrado resultou em 94,03 e o DAM resultou em 0,0073. Sendo o valor crítico da estatística qui-quadrado para 5% de significância e 89 graus de liberdade é 112,02, o resultado mostrou desconformidade dos dados. De acordo com a tabela 5 sugerida por Nigrini (2020), o DAM encontra-se em não-conformidade.

#### 4.3.3 Amazonas

O Estado do Amazonas realizou 40 pregões eletrônicos. Dos pregões analisados, resultaram em 591 itens distintos, sendo que só foi possível o acesso aos valores homologados de 461, pois 130 itens haviam sido cancelados antes da disputa de lances ou logo após a fase de julgamento das propostas. Os pregões homologados totalizaram o montante de R\$ 4.094.954,78 milhões.

Os resultados encontrados e demonstrados no gráfico 19, representam graficamente a comparação da frequência esperada por Benford com a frequência real para os primeiros dígitos dos pregões eletrônicos homologados. Os dados foram comparados na forma gráfica:

**Gráfico 19** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para o Amazonas



Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 19, não houve picos significativos nas frequências reais dos primeiros dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se visualmente que os dígitos 2, 3, 7 e 8 são os que mais se afastam da curva de Benford.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

**Tabela 33** - Resultados dos Primeiros Dígitos para o Amazonas

1º Dígito	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste X <sup>2</sup>	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor X <sup>2</sup> Crítico	Valor K-S Crítico
1	144	29,8%	139	30,10%	0,107	0,197	0,090	0,0045	1,96	15,51	0,003
2	97	19,6%	81	17,61%	1,086	3,084	1,998				
3	41	12,5%	58	12,49%	-0,063	4,782	4,845				
4	53	8,8%	45	9,69%	0,590	1,551	0,961				
5	38	8,0%	37	7,92%	-0,020	0,061	0,076				
6	33	7,2%	31	6,69%	0,317	0,148	0,169				
7	20	4,4%	27	5,80%	1,201	1,696	0,495				
8	15	5,4%	24	5,12%	0,163	3,123	2,960				
9	20	4,4%	21	4,58%	0,089	0,057	0,032				
<b>Total</b>	<b>461</b>	<b>100%</b>	<b>461</b>	<b>100%</b>		<b>14,699</b>					

Fonte: Elaborada pelo autor.

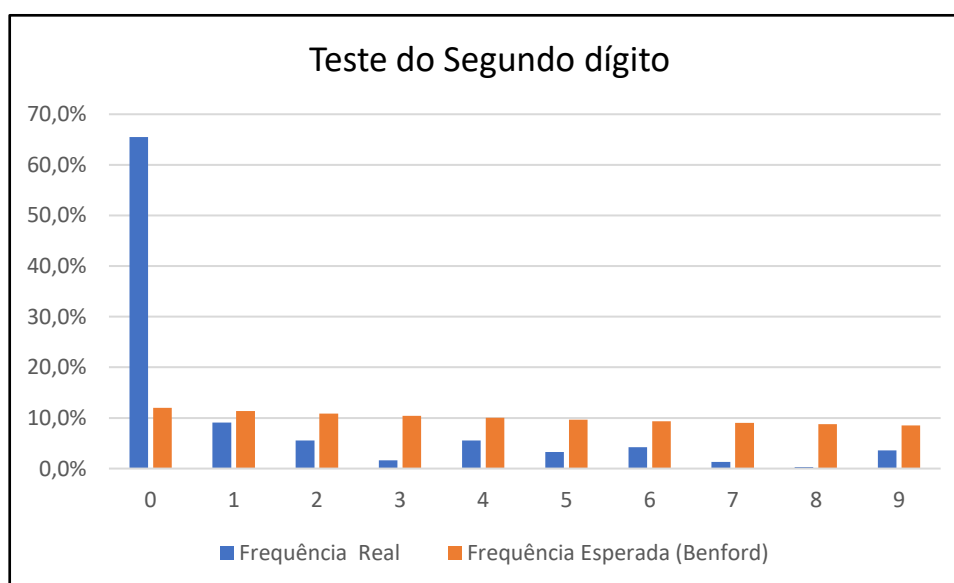
Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos primeiros dígitos, todos os dígitos encontraram-se abaixo do valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com estes dígitos estão em conformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (14,69) é inferior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o primeiro dígito foi calculado em 0,0045, o que denota, segundo a tabela 5, uma não-conformidade com a Lei de Benford.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19, necessita ser investigado pois o teste DAM para os primeiros dígitos se mostrou não estar em conformidade de acordo com a tabela 5.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade para os valores que se iniciam com o dígito 4.

**Gráfico 20** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para o Amazonas



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 20, houve picos significativos nas frequências reais dos primeiros dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se visualmente que os dígitos 0, 1 e 2 são os que mais se afastam da curva de Benford.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

**Tabela 34** - Resultados dos Segundos Dígitos para o Amazonas

2º Dígito	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste $\chi^2$	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor $\chi^2$ Crítico	Valor K-S Crítico
0	201	48,9%	37	11,97%	28,791	734,16	705,37	220,23	1,96	15,51	0,003
1	28	10,9%	35	11,39%	1,162	1,388	0,226				
2	17	6,5%	33	10,88%	2,915	8,054	5,139				
3	5	6,5%	32	10,43%	4,952	22,801	17,849				
4	17	14,1%	31	10,03%	2,525	6,178	3,653				
5	10	5,4%	30	9,67%	3,705	13,055	9,350				
6	13	4,3%	29	9,34%	2,976	8,568	5,592				
7	4	1,1%	28	9,04%	4,628	20,329	15,701				
8	1	2,2%	27	8,76%	5,126	24,930	19,804				
9	11	0,0%	26	8,50%	2,987	8,732	5,745				
<b>Total</b>	<b>307</b>	<b>100,0%</b>	<b>307</b>	<b>100,00%</b>		<b>848,19</b>					

Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos segundos dígitos, apenas o dígito 1 não ultrapassou o valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com estes dígitos, com a exceção do 1, estão em desconformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (848,19) é superior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o segundo dígito foi calculado em 0,0580, o que denota, segundo a tabela 5, uma não-conformidade com a Lei de Benford.

Destaca-se os pregões homologados com os segundos dígitos zero possuem uma frequência esperada de 37, enquanto a frequência observada foi de 201, indicando um excesso de 164 valores de pregões, o que pode representar manipulação intencional nesse dígito.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19, com exceção do dígito 1, devem ser investigados com maior profundidade.

**Tabela 35** - Resultados dos Dois Primeiros Dígitos para o Amazonas

Dígitos	Contagem	Real	Benford	Diferença	Teste Z	Qui Quadrado	K-S	MAD
10	20	0,0563	0,0414	-0,0149	1,2804	1,9157	0,0149	0,0106
11	5	0,0141	0,0378	0,0237	2,2030	5,2785	0,0237	0,0168
12	15	0,0423	0,0348	-0,0075	0,6257	0,5731	0,0075	0,0053
13	13	0,0366	0,0322	-0,0044	0,3231	0,2170	0,0044	0,0031
14	21	0,0592	0,0300	-0,0292	3,0705	10,0962	0,0292	0,0206
15	12	0,0338	0,0280	-0,0058	0,4983	0,4223	0,0058	0,0041
16	6	0,0169	0,0263	0,0094	0,9437	1,1984	0,0094	0,0067
17	8	0,0225	0,0248	0,0023	0,1066	0,0749	0,0023	0,0016
18	8	0,0225	0,0235	0,0009	-0,0576	0,0135	0,0009	0,0007
19	8	0,0225	0,0223	-0,0003	-0,1468	0,0011	0,0003	0,0002
20	11	0,0310	0,0212	-0,0098	1,0974	1,6079	0,0098	0,0069
21	6	0,0169	0,0202	0,0033	0,2536	0,1916	0,0033	0,0023
22	12	0,0338	0,0193	-0,0145	1,7924	3,8650	0,0145	0,0103
23	5	0,0141	0,0185	0,0044	0,4183	0,3717	0,0044	0,0031
24	8	0,0225	0,0177	-0,0048	0,4852	0,4626	0,0048	0,0034
25	16	0,0451	0,0170	-0,0280	3,8774	16,3830	0,0280	0,0198
26	1	0,0028	0,0164	0,0136	1,8052	3,9905	0,0136	0,0096
27	2	0,0056	0,0158	0,0102	1,3226	2,3204	0,0102	0,0072
28	4	0,0113	0,0152	0,0040	0,3943	0,3676	0,0040	0,0028
29	15	0,0423	0,0147	-0,0275	4,0864	18,2745	0,0275	0,0195
30	9	0,0254	0,0142	-0,0111	1,5431	3,0780	0,0111	0,0079
31	4	0,0113	0,0138	0,0025	0,1797	0,1636	0,0025	0,0018
32	5	0,0141	0,0134	-0,0007	-0,1129	0,0138	0,0007	0,0005
33	1	0,0028	0,0130	0,0101	1,4556	2,8198	0,0101	0,0072
34	2	0,0056	0,0126	0,0070	0,9374	1,3642	0,0070	0,0049
35	2	0,0056	0,0122	0,0066	0,8899	1,2642	0,0066	0,0047
36	5	0,0141	0,0119	-0,0022	0,1350	0,1425	0,0022	0,0015
37	1	0,0028	0,0116	0,0088	1,2955	2,3548	0,0088	0,0062
38	4	0,0113	0,0113	0,0000	-0,2489	0,0000	0,0000	0,0000
39	3	0,0085	0,0110	0,0025	0,2053	0,2091	0,0025	0,0018
40	6	0,0169	0,0107	-0,0062	0,8724	1,2633	0,0062	0,0044
41	1	0,0028	0,0105	0,0076	1,1553	1,9844	0,0076	0,0054
42	3	0,0085	0,0102	0,0018	0,0674	0,1086	0,0018	0,0013
43	6	0,0169	0,0100	-0,0069	1,0440	1,7013	0,0069	0,0049
44	3	0,0085	0,0098	0,0013	-0,0190	0,0623	0,0013	0,0009
45	5	0,0141	0,0095	-0,0045	0,6067	0,7663	0,0045	0,0032
46	4	0,0113	0,0093	-0,0019	0,1017	0,1412	0,0019	0,0014
47	1	0,0028	0,0091	0,0063	0,9735	1,5540	0,0063	0,0045
48	3	0,0085	0,0090	0,0005	-0,1809	0,0101	0,0005	0,0004
49	4	0,0113	0,0088	-0,0025	0,2193	0,2516	0,0025	0,0018
50	8	0,0225	0,0086	-0,0139	2,5560	8,0156	0,0139	0,0099

51	2	0,0056	0,0084	0,0028	0,2866	0,3299	0,0028	0,0020
52	4	0,0113	0,0083	-0,0030	0,3300	0,3850	0,0030	0,0021
53	2	0,0056	0,0081	0,0025	0,2259	0,2698	0,0025	0,0018
54	1	0,0028	0,0080	0,0052	0,7933	1,1825	0,0052	0,0036
55	1	0,0028	0,0078	0,0050	0,7698	1,1380	0,0050	0,0035
56	4	0,0113	0,0077	-0,0036	0,4686	0,5922	0,0036	0,0025
57	2	0,0056	0,0076	0,0019	0,1112	0,1731	0,0019	0,0014
58	2	0,0056	0,0074	0,0018	0,0838	0,1532	0,0018	0,0013
59	2	0,0056	0,0073	0,0017	0,0569	0,1349	0,0017	0,0012
60	11	0,0310	0,0072	-0,0238	4,9990	28,0292	0,0238	0,0168
61	0	0,0000	0,0071	0,0071	1,2720	2,5070	0,0071	0,0050
62	1	0,0028	0,0069	0,0041	0,6177	0,8722	0,0041	0,0029
63	0	0,0000	0,0068	0,0068	1,2416	2,4280	0,0068	0,0048
64	2	0,0056	0,0067	0,0011	-0,0712	0,0637	0,0011	0,0008
65	1	0,0028	0,0066	0,0038	0,5584	0,7787	0,0038	0,0027
66	2	0,0056	0,0065	0,0009	-0,1196	0,0437	0,0009	0,0006
67	0	0,0000	0,0064	0,0064	1,1843	2,2841	0,0064	0,0045
68	2	0,0056	0,0063	0,0007	-0,1667	0,0279	0,0007	0,0005
69	1	0,0028	0,0062	0,0034	0,4838	0,6692	0,0034	0,0024
70	3	0,0085	0,0062	-0,0023	0,2124	0,3023	0,0023	0,0016
71	0	0,0000	0,0061	0,0061	1,1314	2,1563	0,0061	0,0043
72	2	0,0056	0,0060	0,0004	-0,2568	0,0075	0,0004	0,0003
73	2	0,0056	0,0059	0,0003	-0,2786	0,0045	0,0003	0,0002
74	1	0,0028	0,0058	0,0030	0,3970	0,5527	0,0030	0,0021
75	2	0,0056	0,0058	0,0001	-0,3214	0,0009	0,0001	0,0001
76	1	0,0028	0,0057	0,0029	0,3641	0,5116	0,0029	0,0020
77	2	0,0056	0,0056	0,0000	-0,3479	0,0001	0,0000	0,0000
78	2	0,0056	0,0055	-0,0001	-0,3320	0,0007	0,0001	0,0001
79	1	0,0028	0,0055	0,0026	0,3163	0,4550	0,0026	0,0019
80	3	0,0085	0,0054	-0,0031	0,4237	0,6144	0,0031	0,0022
81	0	0,0000	0,0053	0,0053	1,0146	1,8917	0,0053	0,0038
82	0	0,0000	0,0053	0,0053	1,0039	1,8688	0,0053	0,0037
83	2	0,0056	0,0052	-0,0004	-0,2556	0,0128	0,0004	0,0003
84	2	0,0056	0,0051	-0,0005	-0,2409	0,0169	0,0005	0,0003
85	4	0,0113	0,0051	-0,0062	1,2668	2,6762	0,0062	0,0044
86	1	0,0028	0,0050	0,0022	0,2120	0,3434	0,0022	0,0016
87	1	0,0028	0,0050	0,0021	0,1979	0,3295	0,0021	0,0015
88	1	0,0028	0,0049	0,0021	0,1839	0,3161	0,0021	0,0015
89	0	0,0000	0,0049	0,0049	0,9338	1,7226	0,0049	0,0034
90	1	0,0028	0,0048	0,0020	0,1564	0,2906	0,0020	0,0014
91	0	0,0000	0,0047	0,0047	0,9151	1,6850	0,0047	0,0034
92	1	0,0028	0,0047	0,0019	0,1295	0,2667	0,0019	0,0013
93	0	0,0000	0,0046	0,0046	0,8968	1,6489	0,0046	0,0033
94	1	0,0028	0,0046	0,0018	0,1032	0,2444	0,0018	0,0013

<b>95</b>	2	0,0056	0,0045	-0,0011	-0,0902	0,0921	0,0011	0,0008
<b>96</b>	0	0,0000	0,0045	0,0045	0,8704	1,5977	0,0045	0,0032
<b>97</b>	0	0,0000	0,0045	0,0045	0,8618	1,5813	0,0045	0,0031
<b>98</b>	1	0,0028	0,0044	0,0016	0,0523	0,2041	0,0016	0,0011
<b>99</b>	3	0,0085	0,0044	-0,0041	0,7652	1,3578	0,0041	0,0029

**Fonte:** Elaborada pelo autor.

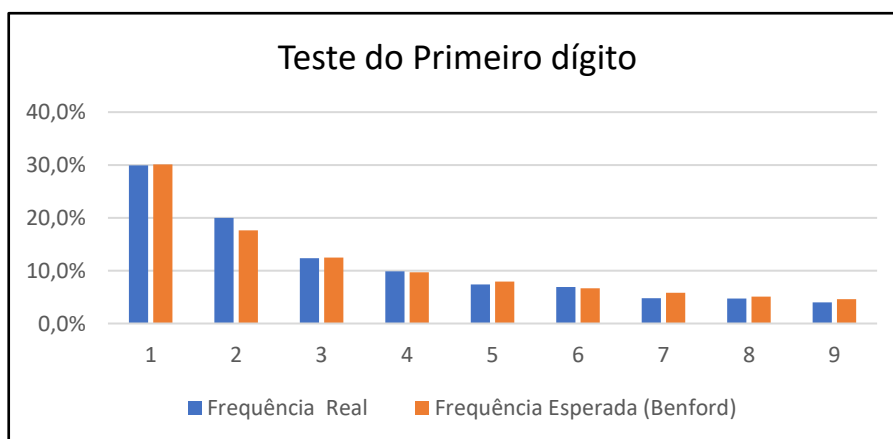
O teste Z revelou 6 categorias cujas estatísticas foram maiores que 1,96. São elas: 11, 14, 25, 29, 50 e 60. Quanto aos testes de conformidade geral da base de dados, o Qui-Quadrado resultou em 159,70 e o DAM resultou em 0,0038. Sendo o valor crítico da estatística qui-quadrado para 5% de significância e 89 graus de liberdade é 112,02, o resultado mostrou desconformidade dos dados. De acordo com a tabela 5 sugerida por Nigrini (2020), o DAM encontra-se em não-conformidade.

#### 4.3.4 Pará

O Estado do Pará realizou 190 pregões eletrônicos. Dos pregões analisados, resultaram em 2.711 itens distintos, sendo que só foi possível o acesso aos valores homologados de 2.294, pois 417 itens haviam sido cancelados antes da disputa de lances ou logo após a fase de julgamento das propostas. Os pregões homologados totalizaram o montante de R\$ 34.426.546,26 milhões.

Os resultados encontrados e demonstrados no gráfico 21, representam graficamente a comparação da frequência esperada por Benford com a frequência real para os primeiros dígitos dos pregões eletrônicos homologados. Os dados foram comparados na forma gráfica:

**Gráfico 21** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para o Pará



**Fonte:** Elaborado pelo autor.



Conforme se observa no gráfico 21, não houve picos significativos nas frequências reais dos primeiros dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se visualmente que os dígitos 2, 5 e 7 são os que mais se afastam da curva de Benford, ainda que suavemente.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

**Tabela 36** - Resultados dos Primeiros dígitos para o Pará

1º Dígito	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste $\chi^2$	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor $\chi^2$ Crítico	Valor K-S Crítico
1	687	29,76%	691	30,10%	0,328	0,018	0,310	0,0045	1,96	15,51	0,003
2	458	19,65%	404	17,61%	2,533	7,231	4,698				
3	283	12,48%	287	12,49%	-0,016	0,045	0,061				
4	227	8,77%	222	9,69%	1,456	0,099	1,357				
5	170	8,01%	182	7,92%	0,121	0,746	0,625				
6	158	7,17%	154	6,69%	0,873	0,127	0,746				
7	110	4,38%	133	5,80%	2,856	3,988	1,132				
8	109	5,40%	117	5,12%	0,553	0,593	0,040				
9	92	4,38%	105	4,58%	0,398	1,602	1,204				
<b>Total</b>	<b>2294</b>	<b>100%</b>	<b>2294</b>	<b>100%</b>		<b>14,451</b>					

Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos primeiros dígitos, apenas os dígitos 2 e 7 mostraram-se destoantes em relação ao valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com estes dígitos estão em desconformidade com a Lei de Benford.

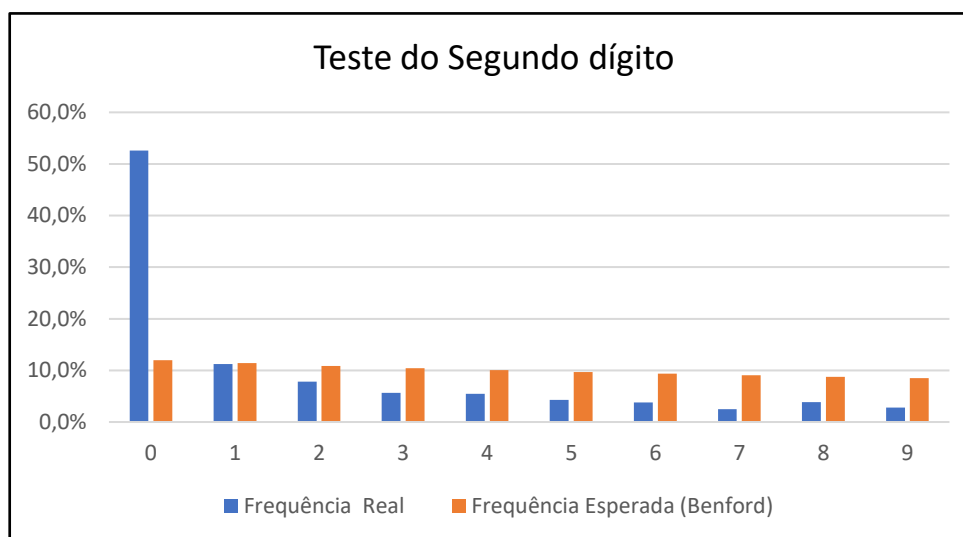
Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (14,45) é inferior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o primeiro dígito foi calculado em 0,0045, o que denota, segundo a tabela 5, uma não-conformidade com a Lei de Benford.

Destaca-se os pregões homologados com os primeiros dígitos 2 possuem uma frequência esperada de 404, enquanto a frequência observada foi de 458, indicando um excesso de 54 valores de pregões, o que pode representar manipulação intencional nesse dígito.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de

Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade para os valores que se iniciam com o dígito 2 e 7.

**Gráfico 22** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para o Pará



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 22, houve picos significativos nas frequências reais dos primeiros dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se visualmente que os dígitos 0, 1 e 2 são os que mais se afastam da curva de Benford.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

**Tabela 37** - Resultados dos Segundos Dígitos para o Pará

2º Dígito	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste $\chi^2$	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor $\chi^2$ Crítico	Valor K-S Crítico
0	678	48,9%	154	11,97%	44,840	1777,58	1732,74	0,0580	1,96	15,51	0,003
1	145	10,9%	147	11,39%	0,115	0,022	0,093				
2	101	6,5%	140	10,88%	3,466	10,981	7,515				
3	73	6,5%	134	10,43%	5,554	28,080	22,526				
4	70	14,1%	129	10,03%	5,451	27,187	21,736				
5	55	5,4%	125	9,67%	6,516	38,915	32,399				
6	49	4,3%	120	9,34%	6,786	42,336	35,550				
7	32	1,1%	117	9,04%	8,162	61,313	53,151				
8	50	2,2%	113	8,76%	6,149	35,057	28,908				
9	36	0,0%	110	8,50%	7,297	49,394	42,097				
<b>Total</b>	<b>1289</b>	<b>100,0%</b>	<b>1289</b>	<b>100,00%</b>		<b>2070,87</b>					

**Fonte:** Elaborada pelo autor.

Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos segundos dígitos, apenas o dígito 1 não ultrapassou o valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com estes dígitos, com a exceção do 1, estão em desconformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (2.070,87) é superior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o segundo dígito foi calculado em 0,0580, o que denota, segundo a tabela 5, uma não-conformidade com a Lei de Benford.

Destaca-se os pregões homologados com os segundos dígitos zero possuem uma frequência esperada de 154, enquanto a frequência observada foi de 678, indicando um excesso de 524 valores de pregões, o que pode representar manipulação intencional nesse dígito.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19, com exceção do dígito 1, devem ser investigados com maior profundidade.

**Tabela 38** - Resultados dos Dois Primeiros Dígitos para o Pará

Dígitos	Contagem	Real	Benford	Diferença	Teste Z	Qui Quadrado	K-S	MAD
10	65	0,0386	0,0414	0,0028	0,5095	0,3122	0,0028	0,0020
11	64	0,0380	0,0378	-0,0002	-0,0125	0,0025	0,0002	0,0002
12	55	0,0327	0,0348	0,0021	0,3998	0,2099	0,0021	0,0015
13	51	0,0303	0,0322	0,0019	0,3683	0,1851	0,0019	0,0013
14	54	0,0321	0,0300	-0,0021	0,4392	0,2530	0,0021	0,0015
15	46	0,0273	0,0280	0,0007	0,0993	0,0291	0,0007	0,0005
16	46	0,0273	0,0263	-0,0010	0,1809	0,0643	0,0010	0,0007
17	40	0,0238	0,0248	0,0011	0,2002	0,0757	0,0011	0,0007
18	48	0,0285	0,0235	-0,0050	1,2848	1,8202	0,0050	0,0036
19	73	0,0434	0,0223	-0,0211	5,7824	33,6313	0,0211	0,0149
20	37	0,0220	0,0212	-0,0008	0,1419	0,0502	0,0008	0,0006
21	28	0,0166	0,0202	0,0036	0,9533	1,0596	0,0036	0,0025
22	31	0,0184	0,0193	0,0009	0,1755	0,0684	0,0009	0,0006
23	36	0,0214	0,0185	-0,0029	0,7949	0,7695	0,0029	0,0021
24	41	0,0244	0,0177	-0,0066	1,9695	4,1760	0,0066	0,0047
25	41	0,0244	0,0170	-0,0073	2,2291	5,3057	0,0073	0,0052
26	27	0,0160	0,0164	0,0003	0,0163	0,0124	0,0003	0,0002
27	29	0,0172	0,0158	-0,0014	0,3750	0,2200	0,0014	0,0010
28	35	0,0208	0,0152	-0,0056	1,7612	3,4093	0,0056	0,0039

29	52	0,0309	0,0147	-0,0162	5,4079	29,9028	0,0162	0,0114
30	35	0,0208	0,0142	-0,0066	2,1671	5,0793	0,0066	0,0046
31	18	0,0107	0,0138	0,0031	0,9836	1,1678	0,0031	0,0022
32	19	0,0113	0,0134	0,0021	0,6350	0,5420	0,0021	0,0015
33	21	0,0125	0,0130	0,0005	0,0690	0,0308	0,0005	0,0003
34	26	0,0154	0,0126	-0,0029	0,9428	1,0931	0,0029	0,0020
35	16	0,0095	0,0122	0,0027	0,9070	1,0235	0,0027	0,0019
36	19	0,0113	0,0119	0,0006	0,1183	0,0526	0,0006	0,0004
37	10	0,0059	0,0116	0,0056	2,0487	4,6225	0,0056	0,0040
38	10	0,0059	0,0113	0,0053	1,9586	4,2530	0,0053	0,0038
39	36	0,0214	0,0110	-0,0104	3,9725	16,5395	0,0104	0,0074
40	36	0,0214	0,0107	-0,0107	4,1301	17,8557	0,0107	0,0075
41	11	0,0065	0,0105	0,0039	1,4643	2,4831	0,0039	0,0028
42	12	0,0071	0,0102	0,0031	1,1389	1,5715	0,0031	0,0022
43	17	0,0101	0,0100	-0,0001	-0,0744	0,0023	0,0001	0,0001
44	14	0,0083	0,0098	0,0014	0,4775	0,3582	0,0014	0,0010
45	17	0,0101	0,0095	-0,0006	0,1091	0,0544	0,0006	0,0004
46	12	0,0071	0,0093	0,0022	0,8158	0,8800	0,0022	0,0016
47	17	0,0101	0,0091	-0,0010	0,2847	0,1688	0,0010	0,0007
48	11	0,0065	0,0090	0,0024	0,9240	1,0997	0,0024	0,0017
49	10	0,0059	0,0088	0,0028	1,1152	1,5386	0,0028	0,0020
50	26	0,0154	0,0086	-0,0068	2,9107	9,1782	0,0068	0,0048
51	13	0,0077	0,0084	0,0007	0,1847	0,1003	0,0007	0,0005
52	16	0,0095	0,0083	-0,0012	0,4245	0,3100	0,0012	0,0009
53	8	0,0048	0,0081	0,0034	1,4024	2,3468	0,0034	0,0024
54	9	0,0053	0,0080	0,0026	1,0724	1,4512	0,0026	0,0019
55	5	0,0030	0,0078	0,0049	2,1218	5,0683	0,0049	0,0034
56	10	0,0059	0,0077	0,0017	0,6801	0,6667	0,0017	0,0012
57	11	0,0065	0,0076	0,0010	0,3412	0,2305	0,0010	0,0007
58	6	0,0036	0,0074	0,0039	1,7022	3,3759	0,0039	0,0027
59	11	0,0065	0,0073	0,0008	0,2247	0,1343	0,0008	0,0005
60	24	0,0143	0,0072	-0,0071	3,2969	11,7575	0,0071	0,0050
61	8	0,0048	0,0071	0,0023	0,9854	1,2700	0,0023	0,0016
62	8	0,0048	0,0069	0,0022	0,9375	1,1674	0,0022	0,0016
63	5	0,0030	0,0068	0,0039	1,7777	3,6826	0,0039	0,0027
64	7	0,0042	0,0067	0,0026	1,1423	1,6562	0,0026	0,0018
65	14	0,0083	0,0066	-0,0017	0,7030	0,7231	0,0017	0,0012
66	4	0,0024	0,0065	0,0042	1,9644	4,4471	0,0042	0,0029
67	10	0,0059	0,0064	0,0005	0,1002	0,0634	0,0005	0,0003
68	7	0,0042	0,0063	0,0022	0,9737	1,2626	0,0022	0,0015
69	22	0,0131	0,0062	-0,0068	3,3973	12,5378	0,0068	0,0048
70	18	0,0107	0,0062	-0,0045	2,2219	5,6184	0,0045	0,0032
71	4	0,0024	0,0061	0,0037	1,7953	3,7879	0,0037	0,0026
72	7	0,0042	0,0060	0,0018	0,8156	0,9420	0,0018	0,0013

73	4	0,0024	0,0059	0,0035	1,7316	3,5535	0,0035	0,0025
74	9	0,0053	0,0058	0,0005	0,0996	0,0671	0,0005	0,0003
75	14	0,0083	0,0058	-0,0026	1,2309	1,9267	0,0026	0,0018
76	6	0,0036	0,0057	0,0021	0,9910	1,3224	0,0021	0,0015
77	4	0,0024	0,0056	0,0032	1,6103	3,1278	0,0032	0,0023
78	5	0,0030	0,0055	0,0026	1,2525	1,9961	0,0026	0,0018
79	7	0,0042	0,0055	0,0013	0,5602	0,5236	0,0013	0,0009
80	9	0,0053	0,0054	0,0000	-0,1398	0,0007	0,0000	0,0000
81	3	0,0018	0,0053	0,0035	1,8309	3,9719	0,0035	0,0025
82	9	0,0053	0,0053	-0,0001	-0,1212	0,0022	0,0001	0,0001
83	3	0,0018	0,0052	0,0034	1,7803	3,7818	0,0034	0,0024
84	5	0,0030	0,0051	0,0022	1,0738	1,5402	0,0022	0,0015
85	2	0,0012	0,0051	0,0039	2,0741	5,0167	0,0039	0,0028
86	3	0,0018	0,0050	0,0032	1,7071	3,5151	0,0032	0,0023
87	5	0,0030	0,0050	0,0020	0,9897	1,3462	0,0020	0,0014
88	5	0,0030	0,0049	0,0019	0,9624	1,2860	0,0019	0,0014
89	15	0,0089	0,0049	-0,0041	2,2216	5,7175	0,0041	0,0029
90	12	0,0071	0,0048	-0,0023	1,2075	1,9060	0,0023	0,0016
91	2	0,0012	0,0047	0,0036	1,9464	4,4890	0,0036	0,0025
92	3	0,0018	0,0047	0,0029	1,5696	3,0409	0,0029	0,0021
93	7	0,0042	0,0046	0,0005	0,1138	0,0855	0,0005	0,0003
94	4	0,0024	0,0046	0,0022	1,1658	1,8033	0,0022	0,0016
95	10	0,0059	0,0045	-0,0014	0,6689	0,7193	0,0014	0,0010
96	8	0,0048	0,0045	-0,0003	-0,0271	0,0239	0,0003	0,0002
97	3	0,0018	0,0045	0,0027	1,4630	2,6972	0,0027	0,0019
98	4	0,0024	0,0044	0,0020	1,0745	1,5767	0,0020	0,0014
99	3	0,0018	0,0044	0,0026	1,4221	2,5711	0,0026	0,0018

**Fonte:** Elaborada pelo autor.

O teste Z revelou 14 categorias cujas estatísticas foram maiores que 1,96. São elas: 19, 24, 25, 29, 30, 37, 39, 40, 50, 60, 60, 70, 85 e 89. Quanto aos testes de conformidade geral da base de dados, o Qui-Quadrado resultou em 271,36 e o DAM resultou em 0,0022. Sendo o valor crítico da estatística qui-quadrado para 5% de significância e 89 graus de liberdade é 112,02, o resultado mostrou desconformidade dos dados. De acordo com a tabela 5 sugerida por Nigrini (2020), o DAM encontra-se em não-conformidade.

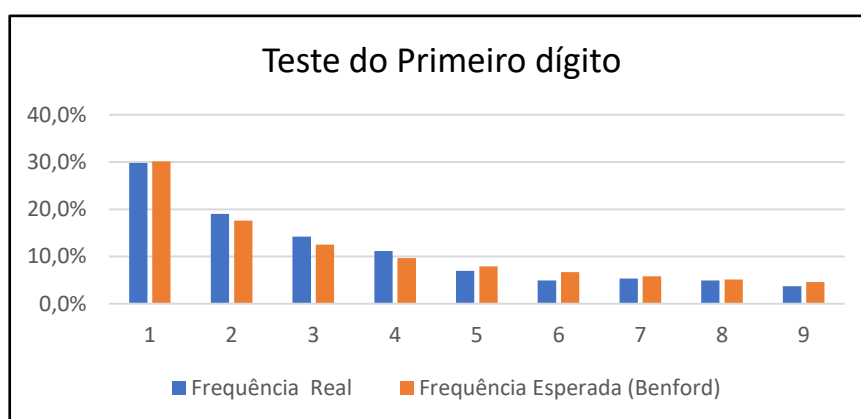
#### 4.3.5 Rondônia

O Estado de Rondônia realizou 143 pregões eletrônicos. Dos pregões analisados, resultaram em 1.298 itens distintos, sendo que só foi possível o acesso aos valores homologados de 1.104, pois 143 itens haviam sido cancelados antes da disputa de lances ou logo após a fase

de julgamento das propostas. Os pregões homologados totalizaram o montante de R\$ 147.154.012,50 milhões.

Os resultados encontrados e demonstrados no gráfico 23, representam graficamente a comparação da frequência esperada por Benford com a frequência real para os primeiros dígitos dos pregões eletrônicos homologados. Os dados foram comparados na forma gráfica:

**Gráfico 23** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para Rondônia



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 23, não houve picos significativos nas frequências reais dos primeiros dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se visualmente que os dígitos 2, 3, 4, 5, 6 e 7 são os que mais se afastam da curva de Benford, ainda que suavemente.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

**Tabela 39** - Resultados dos Primeiros Dígitos para Rondônia

1º Dígito	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste $\chi^2$	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor $\chi^2$ Crítico	Valor K-S Crítico
1	329	29,8%	332	30,10%	0,184	0,034	0,150	0,0072	1,96	15,51	0,003
2	210	19,0%	194	17,61%	1,192	1,251	0,059				
3	157	14,2%	138	12,49%	1,694	2,636	0,942				
4	123	11,1%	107	9,69%	1,579	2,396	0,817				
5	77	7,0%	87	7,92%	1,107	1,241	0,134				
6	54	4,9%	74	6,69%	2,332	5,363	3,031				
7	59	5,3%	64	5,80%	0,584	0,394	0,190				
8	54	4,9%	56	5,12%	0,276	0,108	0,168				
9	41	3,7%	51	4,58%	1,305	1,793	0,488				
<b>Total</b>	<b>1104</b>	<b>100%</b>	<b>1104</b>	<b>100%</b>		<b>15,216</b>					

**Fonte:** Elaborada pelo autor.

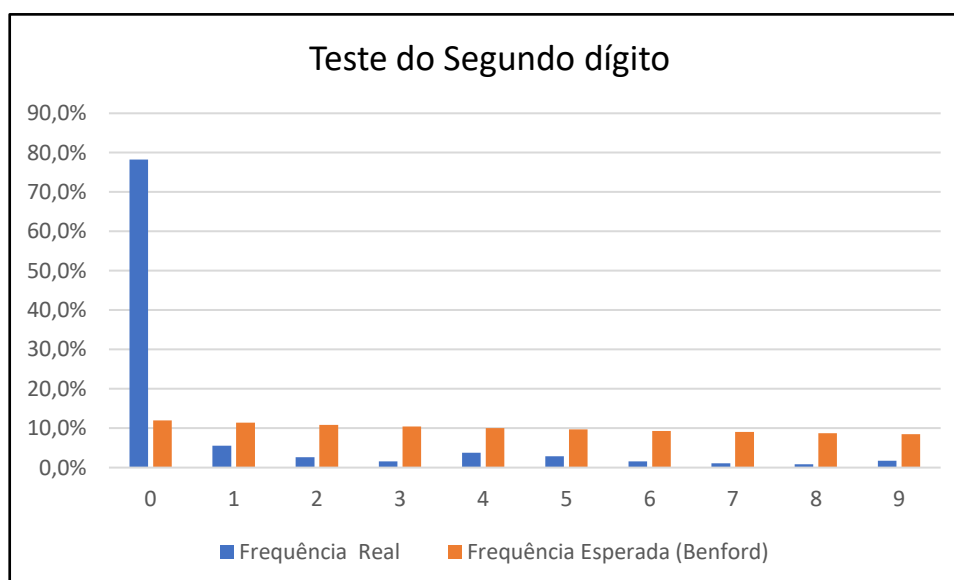
Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos primeiros dígitos, apenas o dígito 6 destoou em relação ao valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com estes dígitos estão em desconformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (15,21) é inferior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o primeiro dígito foi calculado em 0,0072, o que denota, segundo a tabela 5, uma não-conformidade com a Lei de Benford.

Destaca-se os pregões homologados com os primeiros dígitos 6 possuem uma frequência esperada de 54, enquanto a frequência observada foi de 74, indicando um excesso de 20 valores de pregões, o que pode representar manipulação intencional nesse dígito.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade para os valores que se iniciam com o dígito 6.

**Gráfico 24** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para Rondônia



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 24, houve picos significativos nas frequências reais dos primeiros dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se visualmente que os dígitos 0, 1 e 2 são os que mais se afastam da curva de Benford.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

**Tabela 40** - Resultados dos Segundos Dígitos para Rondônia

2º Dígito	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste $\chi^2$	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor $\chi^2$ Crítico	Valor K-S Crítico
0	353	48,9%	54	11,97%	43,303	1656,21	1612,91	0,0580	1,96	15,51	0,003
1	25	10,9%	51	11,39%	3,834	13,536	9,702				
2	12	6,5%	49	10,88%	5,530	28,003	22,473				
3	7	6,5%	47	10,43%	6,091	34,081	27,990				
4	17	14,1%	45	10,03%	4,348	17,624	13,276				
5	13	5,4%	44	9,67%	4,798	21,487	16,689				
6	7	4,3%	42	9,34%	5,603	29,287	23,684				
7	5	1,1%	41	9,04%	5,792	31,384	25,592				
8	4	2,2%	40	8,76%	5,831	31,913	26,082				
9	8	0,0%	38	8,50%	5,038	24,004	18,966				
<b>Total</b>	<b>451</b>	<b>100,0%</b>	<b>451</b>	<b>100,00%</b>		<b>1887,53</b>					

Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos segundos dígitos, todos os dígitos destoaram em relação ao valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com estes segundos dígitos estão em desconformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (1.887,53) é superior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o primeiro dígito foi calculado em 0,0580, o que denota, segundo a tabela 5, uma não-conformidade com a Lei de Benford.

Destaca-se os pregões homologados com os segundos dígitos zero possuem uma frequência esperada de 54, enquanto a frequência observada foi de 353, indicando um excesso de 299 valores de pregões, o que pode representar manipulação intencional nesse dígito.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade para o Estado de Rondônia.



**Tabela 41** - Resultados dos Dois Primeiros Dígitos para Rondônia

Dígitos	Contagem	Real	Benford	Diferença	Teste Z	Qui Quadrado	K-S	MAD
10	45	0,0447	0,0414	-0,0033	0,4525	0,2709	0,0033	0,0024
11	32	0,0318	0,0378	0,0060	0,9119	0,9518	0,0060	0,0042
12	39	0,0388	0,0348	-0,0040	0,6075	0,4643	0,0040	0,0028
13	46	0,0457	0,0322	-0,0135	2,3442	5,7312	0,0135	0,0096
14	30	0,0298	0,0300	0,0001	-0,0660	0,0007	0,0001	0,0001
15	25	0,0249	0,0280	0,0032	0,5152	0,3625	0,0032	0,0022
16	17	0,0169	0,0263	0,0094	1,7697	3,3980	0,0094	0,0067
17	29	0,0288	0,0248	-0,0040	0,7148	0,6495	0,0040	0,0028
18	17	0,0169	0,0235	0,0066	1,2747	1,8563	0,0066	0,0047
19	24	0,0239	0,0223	-0,0016	0,2328	0,1128	0,0016	0,0011
20	24	0,0239	0,0212	-0,0027	0,4780	0,3378	0,0027	0,0019
21	17	0,0169	0,0202	0,0033	0,6330	0,5438	0,0033	0,0023
22	27	0,0268	0,0193	-0,0075	1,6221	2,9577	0,0075	0,0053
23	18	0,0179	0,0185	0,0006	0,0221	0,0190	0,0006	0,0004
24	28	0,0278	0,0177	-0,0101	2,3091	5,7933	0,0101	0,0071
25	22	0,0219	0,0170	-0,0048	1,0634	1,3809	0,0048	0,0034
26	18	0,0179	0,0164	-0,0015	0,2511	0,1385	0,0015	0,0011
27	10	0,0099	0,0158	0,0059	1,3628	2,1827	0,0059	0,0041
28	20	0,0199	0,0152	-0,0046	1,0728	1,4216	0,0046	0,0033
29	14	0,0139	0,0147	0,0008	0,0816	0,0445	0,0008	0,0006
30	21	0,0209	0,0142	-0,0066	1,6430	3,1093	0,0066	0,0047
31	29	0,0288	0,0138	-0,0150	3,9553	16,5010	0,0150	0,0106
32	10	0,0099	0,0134	0,0034	0,8084	0,8823	0,0034	0,0024
33	13	0,0129	0,0130	0,0000	-0,1274	0,0001	0,0000	0,0000
34	13	0,0129	0,0126	-0,0003	-0,0466	0,0089	0,0003	0,0002
35	10	0,0099	0,0122	0,0023	0,5185	0,4328	0,0023	0,0016
36	12	0,0119	0,0119	0,0000	-0,1368	0,0001	0,0000	0,0000
37	13	0,0129	0,0116	-0,0013	0,2501	0,1561	0,0013	0,0009
38	13	0,0129	0,0113	-0,0016	0,3437	0,2403	0,0016	0,0012
39	16	0,0159	0,0110	-0,0049	1,3420	2,2050	0,0049	0,0035
40	17	0,0169	0,0107	-0,0062	1,7484	3,5767	0,0062	0,0044
41	10	0,0099	0,0105	0,0005	0,0087	0,0265	0,0005	0,0004
42	15	0,0149	0,0102	-0,0047	1,3228	2,1666	0,0047	0,0033
43	12	0,0119	0,0100	-0,0019	0,4617	0,3809	0,0019	0,0014
44	10	0,0099	0,0098	-0,0002	-0,1021	0,0034	0,0002	0,0001
45	7	0,0070	0,0095	0,0026	0,6818	0,7054	0,0026	0,0018
46	10	0,0099	0,0093	-0,0006	0,0341	0,0388	0,0006	0,0004
47	7	0,0070	0,0091	0,0022	0,5625	0,5253	0,0022	0,0015
48	9	0,0089	0,0090	0,0000	-0,1645	0,0000	0,0000	0,0000
49	9	0,0089	0,0088	-0,0002	-0,1104	0,0034	0,0002	0,0001
50	11	0,0109	0,0086	-0,0023	0,6311	0,6373	0,0023	0,0017

51	2	0,0020	0,0084	0,0064	2,0631	4,9553	0,0064	0,0046
52	6	0,0060	0,0083	0,0023	0,6343	0,6480	0,0023	0,0016
53	11	0,0109	0,0081	-0,0028	0,8199	0,9830	0,0028	0,0020
54	5	0,0050	0,0080	0,0030	0,8924	1,1352	0,0030	0,0021
55	4	0,0040	0,0078	0,0038	1,2066	1,9047	0,0038	0,0027
56	2	0,0020	0,0077	0,0057	1,8891	4,2502	0,0057	0,0040
57	7	0,0070	0,0076	0,0006	0,0359	0,0471	0,0006	0,0004
58	7	0,0070	0,0074	0,0005	-0,0115	0,0294	0,0005	0,0003
59	9	0,0089	0,0073	-0,0016	0,4285	0,3739	0,0016	0,0012
60	10	0,0099	0,0072	-0,0028	0,8509	1,0689	0,0028	0,0020
61	2	0,0020	0,0071	0,0051	1,7336	3,6673	0,0051	0,0036
62	4	0,0040	0,0069	0,0030	0,9453	1,2794	0,0030	0,0021
63	5	0,0050	0,0068	0,0019	0,5281	0,5139	0,0019	0,0013
64	8	0,0080	0,0067	-0,0012	0,2800	0,2220	0,0012	0,0009
65	3	0,0030	0,0066	0,0036	1,2316	2,0196	0,0036	0,0026
66	1	0,0010	0,0065	0,0055	1,9845	4,7223	0,0055	0,0039
67	5	0,0050	0,0064	0,0015	0,3836	0,3351	0,0015	0,0010
68	5	0,0050	0,0063	0,0014	0,3488	0,2978	0,0014	0,0010
69	4	0,0040	0,0062	0,0023	0,7147	0,8316	0,0023	0,0016
70	16	0,0159	0,0062	-0,0097	3,7485	15,5058	0,0097	0,0069
71	4	0,0040	0,0061	0,0021	0,6535	0,7290	0,0021	0,0015
72	2	0,0020	0,0060	0,0040	1,4408	2,6901	0,0040	0,0028
73	1	0,0010	0,0059	0,0049	1,8283	4,1125	0,0049	0,0035
74	7	0,0070	0,0058	-0,0011	0,2632	0,2198	0,0011	0,0008
75	7	0,0070	0,0058	-0,0012	0,2973	0,2543	0,0012	0,0009
76	6	0,0060	0,0057	-0,0003	-0,0886	0,0146	0,0003	0,0002
77	2	0,0020	0,0056	0,0036	1,3251	2,3470	0,0036	0,0026
78	7	0,0070	0,0055	-0,0014	0,3971	0,3696	0,0014	0,0010
79	2	0,0020	0,0055	0,0035	1,2814	2,2235	0,0035	0,0025
80	12	0,0119	0,0054	-0,0065	2,6137	7,9594	0,0065	0,0046
81	3	0,0030	0,0053	0,0023	0,8058	1,0397	0,0023	0,0017
82	2	0,0020	0,0053	0,0033	1,2181	2,0511	0,0033	0,0023
83	6	0,0060	0,0052	-0,0008	0,1173	0,1126	0,0008	0,0005
84	6	0,0060	0,0051	-0,0008	0,1453	0,1331	0,0008	0,0006
85	5	0,0050	0,0051	0,0001	-0,1730	0,0024	0,0001	0,0001
86	6	0,0060	0,0050	-0,0009	0,2003	0,1783	0,0009	0,0007
87	3	0,0030	0,0050	0,0020	0,6699	0,7957	0,0020	0,0014
88	3	0,0030	0,0049	0,0019	0,6482	0,7598	0,0019	0,0014
89	4	0,0040	0,0049	0,0009	0,1731	0,1592	0,0009	0,0006
90	4	0,0040	0,0048	0,0008	0,1495	0,1419	0,0008	0,0006
91	2	0,0020	0,0047	0,0028	1,0436	1,6126	0,0028	0,0020
92	1	0,0010	0,0047	0,0037	1,4866	2,9350	0,0037	0,0026
93	4	0,0040	0,0046	0,0007	0,0801	0,0969	0,0007	0,0005
94	5	0,0050	0,0046	-0,0004	-0,0575	0,0307	0,0004	0,0003

95	3	0,0030	0,0045	0,0016	0,5037	0,5422	0,0016	0,0011
96	3	0,0030	0,0045	0,0015	0,4840	0,5154	0,0015	0,0011
97	1	0,0010	0,0045	0,0035	1,4114	2,7042	0,0035	0,0024
98	3	0,0030	0,0044	0,0014	0,4452	0,4646	0,0014	0,0010
99	7	0,0070	0,0044	-0,0026	1,0087	1,5502	0,0026	0,0018

**Fonte:** Elaborada pelo autor.

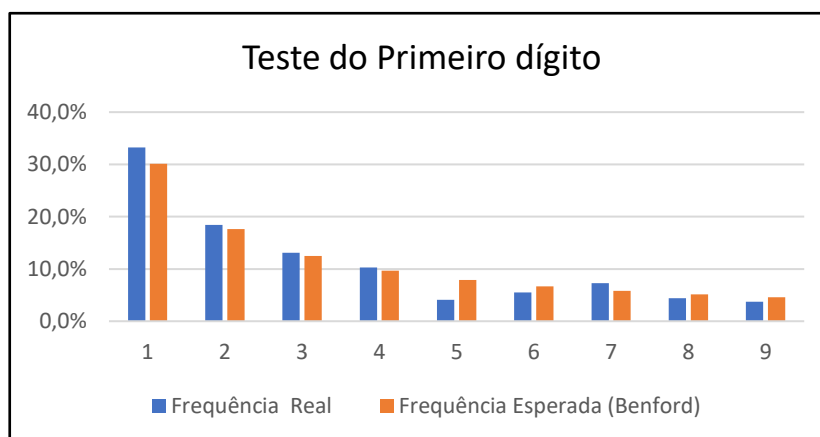
O teste Z revelou 5 categorias cujas estatísticas foram maiores que 1,96. São elas: 13, 24, 31, 51 e 79. Quanto aos testes de conformidade geral da base de dados, o Qui-Quadrado resultou em 141,75 e o DAM resultou em 0,0022. Sendo o valor crítico da estatística qui-quadrado para 5% de significância e 89 graus de liberdade é 112,02, o resultado mostrou desconformidade dos dados. De acordo com a tabela 5 sugerida por Nigrini (2020), o DAM encontra-se em não-conformidade.

#### 4.3.6 Roraima

O Estado de Roraima realizou 32 pregões eletrônicos. Dos pregões analisados, resultaram em 762 itens distintos, sendo que só foi possível o acesso aos valores homologados de 565, pois 197 itens haviam sido cancelados antes da disputa de lances ou logo após a fase de julgamento das propostas. Os pregões homologados totalizaram o montante de R\$ 3.378.009,29 milhões.

Os resultados encontrados e demonstrados no gráfico 25, representam graficamente a comparação da frequência esperada por Benford com a frequência real para os primeiros dígitos dos pregões eletrônicos homologados. Os dados foram comparados na forma gráfica:

**Gráfico 25** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para Roraima



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 25, não houve picos significativos nas frequências reais dos primeiros dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se visualmente que os dígitos 1, 5 e 7 são os que mais se afastam da curva de Benford.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

**Tabela 42** - Resultados dos Primeiros Dígitos para Roraima

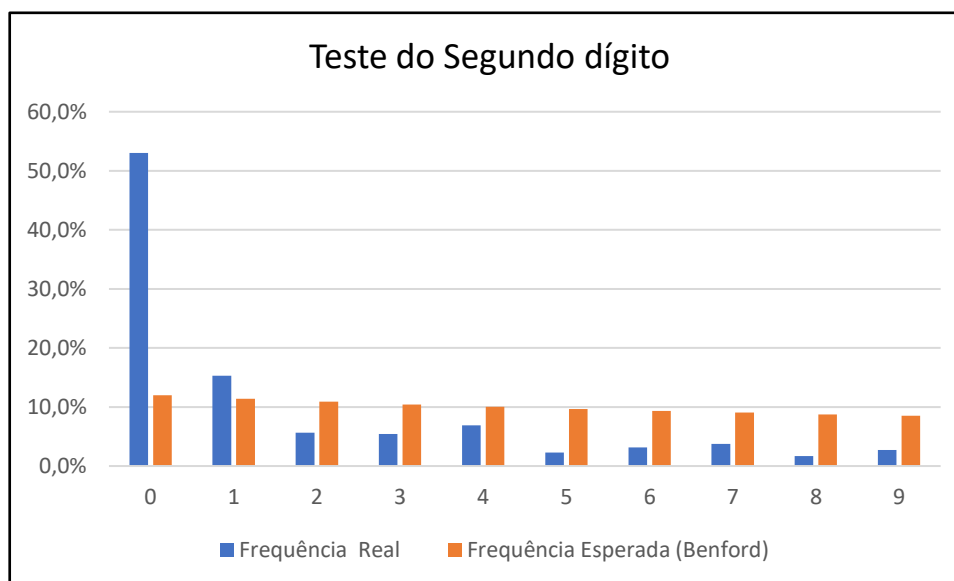
1º Dígito	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste $\chi^2$	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor $\chi^2$ Crítico	Valor K-S Crítico
1	188	29,8%	170	30,10%	0,128	1,888	1,760	0,0045	1,96	15,51	0,003
2	104	19,6%	99	17,61%	1,215	0,204	1,011				
3	74	12,5%	71	12,49%	-0,056	0,165	0,221				
4	58	8,8%	55	9,69%	0,669	0,192	0,477				
5	23	8,0%	45	7,92%	0,001	10,562	10,561				
6	31	7,2%	38	6,69%	0,370	1,231	0,861				
7	41	4,4%	33	5,80%	1,349	2,069	0,720				
8	25	5,4%	29	5,12%	0,203	0,527	0,324				
9	21	4,4%	26	4,58%	0,122	0,911	0,789				
<b>Total</b>	<b>565</b>	<b>100%</b>	<b>565</b>	<b>100%</b>		<b>17,750</b>					

Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos primeiros dígitos, nenhum dígito ultrapassou o valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com estes dígitos estão em desconformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (17,75) é superior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o primeiro dígito foi calculado em 0,0045, o que denota, segundo a tabela 5, uma não-conformidade com a Lei de Benford.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade para o Estado de Roraima.

**Gráfico 26** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para Roraima

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 26, houve picos significativos nas frequências reais dos segundos dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se visualmente que os dígitos 0, 1 e 2 são os que mais se afastam da curva de Benford.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

**Tabela 43** - Resultados dos Segundos Dígitos para Roraima

2º Dígito	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste $\chi^2$	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor $\chi^2$ Crítico	Valor K-S Crítico
0	253	48,9%	57	11,97%	27,562	672,16	644,59	0,0578	1,96	15,51	0,003
1	73	10,9%	54	11,39%	2,619	6,416	3,797				
2	27	6,5%	52	10,88%	3,587	11,944	8,357				
3	26	6,5%	50	10,43%	3,483	11,339	7,856				
4	33	14,1%	48	10,03%	2,186	4,605	2,419				
5	11	5,4%	46	9,67%	5,364	26,749	21,385				
6	15	4,3%	45	9,34%	4,571	19,602	15,031				
7	18	1,1%	43	9,04%	3,931	14,635	10,704				
8	8	2,2%	42	8,76%	5,391	27,317	21,926				
9	13	0,0%	41	8,50%	4,440	18,713	14,273				
<b>Total</b>	<b>477</b>	<b>100,0%</b>	<b>477</b>	<b>100,00%</b>		<b>813,48</b>					

Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos segundos dígitos,

todos os dígitos destoaram em relação ao valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com estes segundos dígitos estão em desconformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (813,48) é superior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o segundo dígito foi calculado em 0,0578, o que denota, segundo a tabela 5, uma não-conformidade com a Lei de Benford.

Destaca-se os pregões homologados com os segundos dígitos zero possuem uma frequência esperada de 57, enquanto a frequência observada foi de 253, indicando um excesso de 196 valores de pregões, o que pode representar manipulação intencional nesse dígito.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade para o Estado de Roraima.

**Tabela 44** - Resultados dos Dois Primeiros Dígitos para Roraima

Dígitos	Contagem	Real	Benford	Diferença	Teste Z	Qui Quadrado	K-S	MAD
10	20	0,0581	0,0414	-0,0167	1,4240	2,3308	0,0167	0,0118
11	11	0,0320	0,0378	0,0058	0,4239	0,3075	0,0058	0,0041
12	19	0,0552	0,0348	-0,0205	1,9255	4,1467	0,0205	0,0145
13	11	0,0320	0,0322	0,0002	-0,1309	0,0005	0,0002	0,0001
14	8	0,0233	0,0300	0,0067	0,5716	0,5165	0,0067	0,0047
15	3	0,0087	0,0280	0,0193	2,0063	4,5753	0,0193	0,0137
16	9	0,0262	0,0263	0,0002	-0,1491	0,0004	0,0002	0,0001
17	11	0,0320	0,0248	-0,0072	0,6794	0,7091	0,0072	0,0051
18	12	0,0349	0,0235	-0,0114	1,2186	1,9048	0,0114	0,0081
19	11	0,0320	0,0223	-0,0097	1,0364	1,4531	0,0097	0,0069
20	10	0,0291	0,0212	-0,0079	0,8277	1,0082	0,0079	0,0056
21	8	0,0233	0,0202	-0,0031	0,2108	0,1586	0,0031	0,0022
22	8	0,0233	0,0193	-0,0040	0,3366	0,2781	0,0040	0,0028
23	9	0,0262	0,0185	-0,0077	0,8573	1,0976	0,0077	0,0054
24	6	0,0174	0,0177	0,0003	-0,1640	0,0016	0,0003	0,0002
25	14	0,0407	0,0170	-0,0237	3,1836	11,3096	0,0237	0,0167
26	6	0,0174	0,0164	-0,0011	-0,0587	0,0232	0,0011	0,0007
27	6	0,0174	0,0158	-0,0016	0,0289	0,0591	0,0016	0,0012
28	7	0,0203	0,0152	-0,0051	0,5534	0,5891	0,0051	0,0036
29	3	0,0087	0,0147	0,0060	0,7005	0,8418	0,0060	0,0042
30	3	0,0087	0,0142	0,0055	0,6365	0,7359	0,0055	0,0039
31	1	0,0029	0,0138	0,0109	1,4995	2,9540	0,0109	0,0077

<b>32</b>	6	0,0174	0,0134	-0,0041	0,4239	0,4281	0,0041	0,0029
<b>33</b>	4	0,0116	0,0130	0,0013	-0,0191	0,0474	0,0013	0,0009
<b>34</b>	8	0,0233	0,0126	-0,0107	1,5326	3,1090	0,0107	0,0075
<b>35</b>	9	0,0262	0,0122	-0,0139	2,1047	5,4547	0,0139	0,0098
<b>36</b>	2	0,0058	0,0119	0,0061	0,7923	1,0705	0,0061	0,0043
<b>37</b>	8	0,0233	0,0116	-0,0117	1,7717	4,0478	0,0117	0,0083
<b>38</b>	5	0,0145	0,0113	-0,0033	0,3162	0,3229	0,0033	0,0023
<b>39</b>	4	0,0116	0,0110	-0,0006	-0,1460	0,0125	0,0006	0,0004
<b>40</b>	3	0,0087	0,0107	0,0020	0,0989	0,1287	0,0020	0,0014
<b>41</b>	2	0,0058	0,0105	0,0047	0,5829	0,7112	0,0047	0,0033
<b>42</b>	3	0,0087	0,0102	0,0015	0,0083	0,0756	0,0015	0,0011
<b>43</b>	6	0,0174	0,0100	-0,0075	1,1201	1,9162	0,0075	0,0053
<b>44</b>	5	0,0145	0,0098	-0,0048	0,6267	0,8037	0,0048	0,0034
<b>45</b>	3	0,0087	0,0095	0,0008	-0,1200	0,0245	0,0008	0,0006
<b>46</b>	0	0,0000	0,0093	0,0093	1,5206	3,2130	0,0093	0,0066
<b>47</b>	0	0,0000	0,0091	0,0091	1,4984	3,1453	0,0091	0,0065
<b>48</b>	1	0,0029	0,0090	0,0060	0,9045	1,4051	0,0060	0,0043
<b>49</b>	3	0,0087	0,0088	0,0001	-0,2785	0,0001	0,0001	0,0000
<b>50</b>	5	0,0145	0,0086	-0,0059	0,9001	1,4088	0,0059	0,0042
<b>51</b>	0	0,0000	0,0084	0,0084	1,4157	2,9010	0,0084	0,0060
<b>52</b>	0	0,0000	0,0083	0,0083	1,3963	2,8457	0,0083	0,0058
<b>53</b>	3	0,0087	0,0081	-0,0006	-0,1758	0,0154	0,0006	0,0004
<b>54</b>	0	0,0000	0,0080	0,0080	1,3591	2,7413	0,0080	0,0056
<b>55</b>	2	0,0058	0,0078	0,0020	0,1174	0,1778	0,0020	0,0014
<b>56</b>	0	0,0000	0,0077	0,0077	1,3237	2,6443	0,0077	0,0054
<b>57</b>	2	0,0058	0,0076	0,0017	0,0612	0,1378	0,0017	0,0012
<b>58</b>	0	0,0000	0,0074	0,0074	1,2900	2,5539	0,0074	0,0052
<b>59</b>	0	0,0000	0,0073	0,0073	1,2737	2,5109	0,0073	0,0052
<b>60</b>	2	0,0058	0,0072	0,0014	-0,0195	0,0892	0,0014	0,0010
<b>61</b>	1	0,0029	0,0071	0,0042	0,5983	0,8409	0,0042	0,0029
<b>62</b>	1	0,0029	0,0069	0,0040	0,5779	0,8087	0,0040	0,0029
<b>63</b>	3	0,0087	0,0068	-0,0019	0,0963	0,1781	0,0019	0,0013
<b>64</b>	0	0,0000	0,0067	0,0067	1,1974	2,3163	0,0067	0,0048
<b>65</b>	1	0,0029	0,0066	0,0037	0,5188	0,7193	0,0037	0,0026
<b>66</b>	3	0,0087	0,0065	-0,0022	0,1696	0,2526	0,0022	0,0015
<b>67</b>	3	0,0087	0,0064	-0,0023	0,1933	0,2796	0,0023	0,0016
<b>68</b>	1	0,0029	0,0063	0,0034	0,4626	0,6395	0,0034	0,0024
<b>69</b>	1	0,0029	0,0062	0,0033	0,4445	0,6148	0,0033	0,0024
<b>70</b>	11	0,0320	0,0062	-0,0258	5,7750	37,2176	0,0258	0,0183
<b>71</b>	5	0,0145	0,0061	-0,0085	1,6727	4,0541	0,0085	0,0060
<b>72</b>	3	0,0087	0,0060	-0,0027	0,3070	0,4282	0,0027	0,0019
<b>73</b>	0	0,0000	0,0059	0,0059	1,0782	2,0326	0,0059	0,0042
<b>74</b>	0	0,0000	0,0058	0,0058	1,0661	2,0054	0,0058	0,0041
<b>75</b>	1	0,0029	0,0058	0,0028	0,3414	0,4842	0,0028	0,0020

76	0	0,0000	0,0057	0,0057	1,0426	1,9529	0,0057	0,0040
77	0	0,0000	0,0056	0,0056	1,0312	1,9277	0,0056	0,0040
78	1	0,0029	0,0055	0,0026	0,2931	0,4286	0,0026	0,0019
79	2	0,0058	0,0055	-0,0004	-0,2774	0,0078	0,0004	0,0002
80	4	0,0116	0,0054	-0,0062	1,2101	2,4771	0,0062	0,0044
81	2	0,0058	0,0053	-0,0005	-0,2467	0,0152	0,0005	0,0003
82	2	0,0058	0,0053	-0,0005	-0,2316	0,0197	0,0005	0,0004
83	0	0,0000	0,0052	0,0052	0,9663	1,7892	0,0052	0,0037
84	0	0,0000	0,0051	0,0051	0,9561	1,7680	0,0051	0,0036
85	2	0,0058	0,0051	-0,0007	-0,1876	0,0365	0,0007	0,0005
86	0	0,0000	0,0050	0,0050	0,9361	1,7272	0,0050	0,0036
87	1	0,0029	0,0050	0,0021	0,1591	0,2931	0,0021	0,0015
88	1	0,0029	0,0049	0,0020	0,1451	0,2805	0,0020	0,0014
89	5	0,0145	0,0049	-0,0097	2,1963	6,6459	0,0097	0,0068
90	2	0,0058	0,0048	-0,0010	-0,1177	0,0739	0,0010	0,0007
91	0	0,0000	0,0047	0,0047	0,8886	1,6328	0,0047	0,0034
92	0	0,0000	0,0047	0,0047	0,8795	1,6151	0,0047	0,0033
93	0	0,0000	0,0046	0,0046	0,8705	1,5978	0,0046	0,0033
94	1	0,0029	0,0046	0,0017	0,0645	0,2135	0,0017	0,0012
95	3	0,0087	0,0045	-0,0042	0,7497	1,3174	0,0042	0,0030
96	0	0,0000	0,0045	0,0045	0,8443	1,5482	0,0045	0,0032
97	0	0,0000	0,0045	0,0045	0,8358	1,5323	0,0045	0,0031
98	0	0,0000	0,0044	0,0044	0,8274	1,5167	0,0044	0,0031
99	2	0,0058	0,0044	-0,0014	-0,0012	0,1655	0,0014	0,0010

Fonte: Elaborada pelo autor.

O teste Z revelou 4 categorias cujas estatísticas foram maiores que 1,96. São elas: 15, 25, 35 e 70. Quanto aos testes de conformidade geral da base de dados, o Qui-Quadrado resultou em 162,39 e o DAM resultou em 0,0039. Sendo o valor crítico da estatística qui-quadrado para 5% de significância e 89 graus de liberdade é 112,02, o resultado mostrou desconformidade dos dados. De acordo com a tabela 5 sugerida por Nigrini (2020), o DAM encontra-se em não-conformidade.

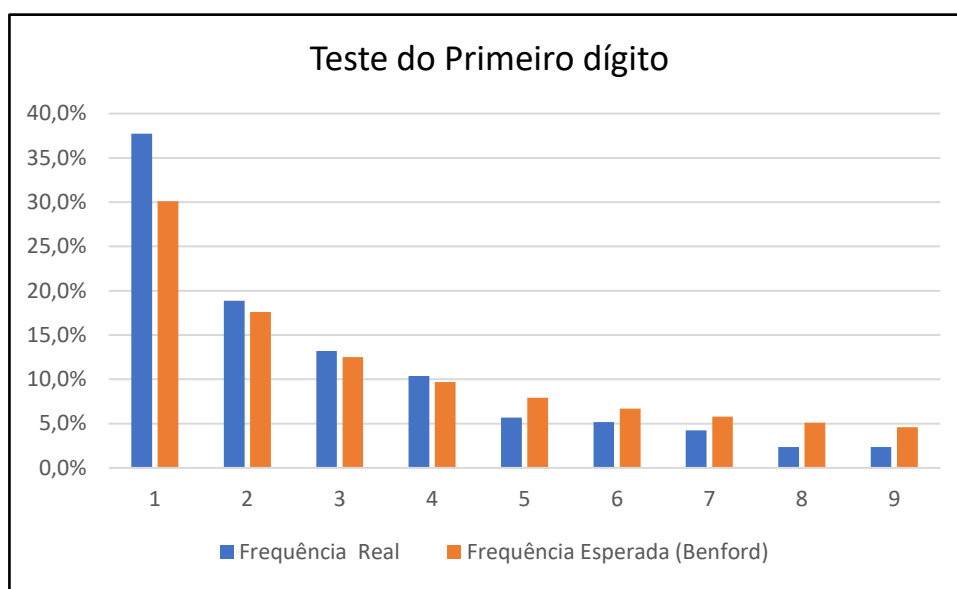
#### 4.3.7 Tocantins

O Estado de Tocantins realizou 34 pregões eletrônicos. Dos pregões analisados, resultaram em 222 itens distintos, sendo que só foi possível o acesso aos valores homologados de 212, pois 10 itens haviam sido cancelados antes da disputa de lances ou logo após a fase de julgamento das propostas. Os pregões homologados totalizaram o montante de R\$ 6.850.654,23 milhões.



Os resultados encontrados e demonstrados no gráfico 27, representam graficamente a comparação da frequência esperada por Benford com a frequência real para os primeiros dígitos dos pregões eletrônicos homologados. Os dados foram comparados na forma gráfica:

**Gráfico 27** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para Tocantins



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 27, houve pico significativo nas frequências reais dos primeiros dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se visualmente que o dígito 1 é o que mais se afasta da curva de Benford.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

**Tabela 45** - Resultados dos Primeiros Dígitos para Tocantins

1º Dígito	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste $\chi^2$	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor $\chi^2$ Crítico	Valor K-S Crítico
1	80	29,8%	64	30,10%	0,032	4,103	4,071	0,0045	1,96	15,51	0,003
2	40	19,6%	37	17,61%	0,688	0,191	0,497				
3	28	12,5%	26	12,49%	-0,099	0,086	0,185				
4	22	8,8%	21	9,69%	0,337	0,103	0,234				
5	12	8,0%	17	7,92%	-0,080	1,365	1,444				
6	11	7,2%	14	6,69%	0,141	0,718	0,577				
7	9	4,4%	12	5,80%	0,735	0,883	0,148				
8	5	5,4%	11	5,12%	0,027	3,150	3,123				
9	5	4,4%	10	4,58%	-0,03	2,278	2,306				
<b>Total</b>	<b>212</b>	<b>100%</b>	<b>212</b>	<b>100%</b>		<b>12,876</b>					

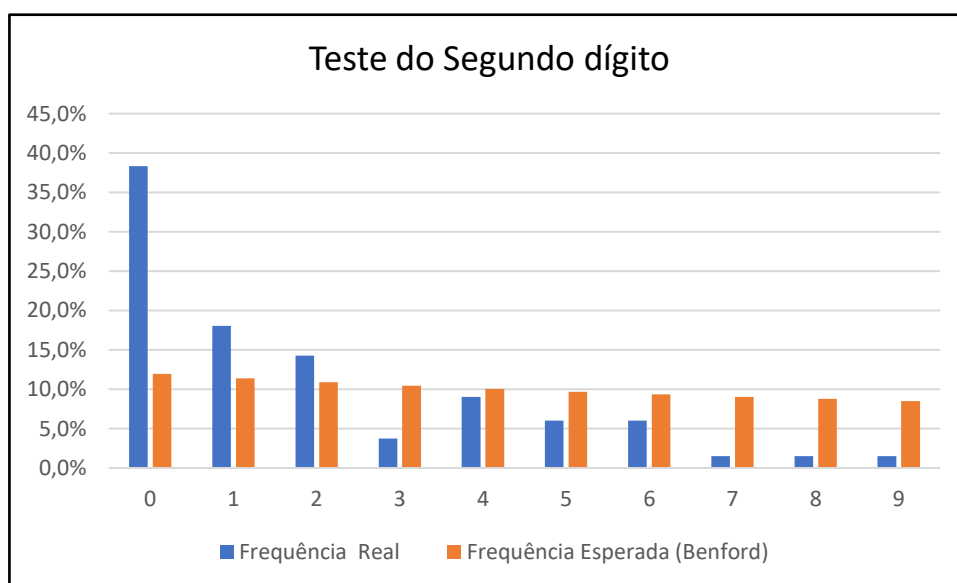
**Fonte:** Elaborada pelo autor.

Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos primeiros dígitos, apenas os dígitos 2 e 8 mostraram-se destoantes em relação ao valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com estes dígitos estão em desconformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (12,87) é inferior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o primeiro dígito foi calculado em 0,0045, o que denota, segundo a tabela 5, uma não-conformidade com a Lei de Benford.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade apenas pelo fato do teste DAM ter dado uma não-conformidade.

**Gráfico 28** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para Tocantins



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 28, não houve picos significativos nas frequências reais dos segundos dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se visualmente que os dígitos 0, 1 e 2 são os que mais se afastam da curva de Benford.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

Tabela 46 - Resultados dos Segundos Dígitos para Tocantins

2º Dígitos	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste $\chi^2$	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor $\chi^2$ Crítico	Valor K-S Crítico
0	51	48,9%	16	11,97%	9,237	77,30	68,06	0,0580	1,96	15,51	0,003
1	24	10,9%	15	11,39%	2,279	5,172	2,893				
2	19	6,5%	14	10,88%	1,122	1,418	0,296				
3	5	6,5%	14	10,43%	2,375	5,674	3,299				
4	12	14,1%	13	10,03%	0,242	0,135	0,107				
5	8	5,4%	13	9,67%	1,280	1,837	0,557				
6	8	4,3%	12	9,34%	1,169	1,574	0,405				
7	2	1,1%	12	9,04%	2,880	8,356	5,476				
8	2	2,2%	12	8,76%	2,807	7,994	5,187				
9	2	0,0%	11	8,50%	2,738	7,659	4,921				
<b>Total</b>	<b>133</b>	<b>100,0%</b>	<b>133</b>	<b>100,00%</b>		<b>117,12</b>					

Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos segundos dígitos, apenas os dígitos 0, 1, 3, 7, 8 e 9 mostraram-se destoantes em relação ao valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com estes dígitos estão em desconformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (117,12) é inferior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o segundo dígito foi calculado em 0,0580, o que denota, segundo a tabela 5, uma não-conformidade com a Lei de Benford.

Destaca-se os pregões homologados com os segundos dígitos zero possuem uma frequência esperada de 16, enquanto a frequência observada foi de 51, indicando um excesso de 35 valores de pregões, o que pode representar manipulação intencional nesse dígito.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade para os valores que se iniciam com os dígitos 0, 1, 3, 7, 8 e 9.

Tabela 47 - Resultados dos Dois Primeiros Dígitos para Tocantins

Dígitos	Contagem	Real	Benford	Diferença	Teste Z	Qui Quadrado	K-S	MAD
10	23	0,1756	0,0414	-0,1342	7,4905	56,9800	0,1342	0,0949
11	1	0,0076	0,0378	0,0302	1,5809	3,1523	0,0302	0,0213
12	4	0,0305	0,0348	0,0042	0,0257	0,0674	0,0042	0,0030
13	3	0,0229	0,0322	0,0093	0,3545	0,3508	0,0093	0,0066
14	8	0,0611	0,0300	-0,0311	1,8320	4,2302	0,0311	0,0220
15	6	0,0458	0,0280	-0,0178	0,9678	1,4763	0,0178	0,0126
16	2	0,0153	0,0263	0,0111	0,5179	0,6088	0,0111	0,0078
17	1	0,0076	0,0248	0,0172	0,9838	1,5594	0,0172	0,0122
18	4	0,0305	0,0235	-0,0071	0,2446	0,2775	0,0071	0,0050
19	4	0,0305	0,0223	-0,0083	0,3444	0,4010	0,0083	0,0058
20	4	0,0305	0,0212	-0,0093	0,4394	0,5399	0,0093	0,0066
21	0	0,0000	0,0202	0,0202	1,3330	2,6466	0,0202	0,0143
22	4	0,0305	0,0193	-0,0112	0,6166	0,8556	0,0112	0,0079
23	3	0,0229	0,0185	-0,0044	0,0510	0,1383	0,0044	0,0031
24	3	0,0229	0,0177	-0,0052	0,1175	0,1977	0,0052	0,0037
25	4	0,0305	0,0170	-0,0135	0,8566	1,4019	0,0135	0,0095
26	2	0,0153	0,0164	0,0011	-0,2428	0,0101	0,0011	0,0008
27	1	0,0076	0,0158	0,0082	0,3988	0,5524	0,0082	0,0058
28	0	0,0000	0,0152	0,0152	1,0672	1,9964	0,0152	0,0108
29	0	0,0000	0,0147	0,0147	1,0364	1,9287	0,0147	0,0104
30	8	0,0611	0,0142	-0,0468	4,1550	20,1727	0,0468	0,0331
31	1	0,0076	0,0138	0,0062	0,2295	0,3599	0,0062	0,0044
32	1	0,0076	0,0134	0,0057	0,1907	0,3219	0,0057	0,0041
33	1	0,0076	0,0130	0,0053	0,1532	0,2872	0,0053	0,0038
34	0	0,0000	0,0126	0,0126	0,9005	1,6492	0,0126	0,0089
35	0	0,0000	0,0122	0,0122	0,8764	1,6027	0,0122	0,0087
36	2	0,0153	0,0119	-0,0034	-0,0474	0,1249	0,0034	0,0024
37	1	0,0076	0,0116	0,0039	0,0141	0,1763	0,0039	0,0028
38	4	0,0305	0,0113	-0,0193	1,6729	4,3046	0,0193	0,0136
39	5	0,0382	0,0110	-0,0272	2,5635	8,7967	0,0272	0,0192
40	5	0,0382	0,0107	-0,0274	2,6255	9,2006	0,0274	0,0194
41	0	0,0000	0,0105	0,0105	0,7478	1,3710	0,0105	0,0074
42	2	0,0153	0,0102	-0,0050	0,1401	0,3267	0,0050	0,0036
43	2	0,0153	0,0100	-0,0053	0,1688	0,3662	0,0053	0,0037
44	0	0,0000	0,0098	0,0098	0,6919	1,2785	0,0098	0,0069
45	0	0,0000	0,0095	0,0095	0,6743	1,2504	0,0095	0,0067
46	0	0,0000	0,0093	0,0093	0,6572	1,2235	0,0093	0,0066
47	0	0,0000	0,0091	0,0091	0,6405	1,1978	0,0091	0,0065
48	0	0,0000	0,0090	0,0090	0,6242	1,1731	0,0090	0,0063
49	1	0,0076	0,0088	0,0011	-0,3285	0,0194	0,0011	0,0008
50	0	0,0000	0,0086	0,0086	0,5929	1,1266	0,0086	0,0061

51	0	0,0000	0,0084	0,0084	0,5778	1,1047	0,0084	0,0060
52	1	0,0076	0,0083	0,0006	-0,4016	0,0065	0,0006	0,0005
53	1	0,0076	0,0081	0,0005	-0,4251	0,0038	0,0005	0,0003
54	0	0,0000	0,0080	0,0080	0,5345	1,0439	0,0080	0,0056
55	0	0,0000	0,0078	0,0078	0,5207	1,0251	0,0078	0,0055
56	1	0,0076	0,0077	0,0001	-0,4932	0,0000	0,0001	0,0000
57	0	0,0000	0,0076	0,0076	0,4939	0,9895	0,0076	0,0053
58	1	0,0076	0,0074	-0,0002	-0,4810	0,0008	0,0002	0,0001
59	0	0,0000	0,0073	0,0073	0,4682	0,9562	0,0073	0,0052
60	0	0,0000	0,0072	0,0072	0,4558	0,9404	0,0072	0,0051
61	0	0,0000	0,0071	0,0071	0,4435	0,9251	0,0071	0,0050
62	1	0,0076	0,0069	-0,0007	-0,4315	0,0088	0,0007	0,0005
63	0	0,0000	0,0068	0,0068	0,4198	0,8960	0,0068	0,0048
64	0	0,0000	0,0067	0,0067	0,4082	0,8821	0,0067	0,0048
65	1	0,0076	0,0066	-0,0010	-0,3968	0,0199	0,0010	0,0007
66	1	0,0076	0,0065	-0,0011	-0,3857	0,0244	0,0011	0,0008
67	0	0,0000	0,0064	0,0064	0,3747	0,8429	0,0064	0,0045
68	0	0,0000	0,0063	0,0063	0,3639	0,8306	0,0063	0,0045
69	0	0,0000	0,0062	0,0062	0,3533	0,8186	0,0062	0,0044
70	1	0,0076	0,0062	-0,0015	-0,3428	0,0462	0,0015	0,0010
71	2	0,0153	0,0061	-0,0092	0,7919	1,8226	0,0092	0,0065
72	0	0,0000	0,0060	0,0060	0,3224	0,7847	0,0060	0,0042
73	0	0,0000	0,0059	0,0059	0,3124	0,7741	0,0059	0,0042
74	1	0,0076	0,0058	-0,0018	-0,3026	0,0731	0,0018	0,0013
75	2	0,0153	0,0058	-0,0095	0,8624	2,0617	0,0095	0,0067
76	0	0,0000	0,0057	0,0057	0,2834	0,7437	0,0057	0,0040
77	0	0,0000	0,0056	0,0056	0,2740	0,7341	0,0056	0,0040
78	0	0,0000	0,0055	0,0055	0,2647	0,7248	0,0055	0,0039
79	1	0,0076	0,0055	-0,0022	-0,2556	0,1130	0,0022	0,0015
80	1	0,0076	0,0054	-0,0022	-0,2466	0,1217	0,0022	0,0016
81	0	0,0000	0,0053	0,0053	0,2377	0,6981	0,0053	0,0038
82	1	0,0076	0,0053	-0,0024	-0,2289	0,1397	0,0024	0,0017
83	0	0,0000	0,0052	0,0052	0,2203	0,6814	0,0052	0,0037
84	1	0,0076	0,0051	-0,0025	-0,2117	0,1585	0,0025	0,0018
85	0	0,0000	0,0051	0,0051	0,2033	0,6654	0,0051	0,0036
86	0	0,0000	0,0050	0,0050	0,1950	0,6577	0,0050	0,0036
87	0	0,0000	0,0050	0,0050	0,1867	0,6502	0,0050	0,0035
88	0	0,0000	0,0049	0,0049	0,1786	0,6429	0,0049	0,0035
89	0	0,0000	0,0049	0,0049	0,1706	0,6357	0,0049	0,0034
90	1	0,0076	0,0048	-0,0028	-0,1627	0,2194	0,0028	0,0020
91	0	0,0000	0,0047	0,0047	0,1548	0,6218	0,0047	0,0034
92	1	0,0076	0,0047	-0,0029	-0,1471	0,2409	0,0029	0,0021
93	0	0,0000	0,0046	0,0046	0,1394	0,6085	0,0046	0,0033
94	0	0,0000	0,0046	0,0046	0,1318	0,6020	0,0046	0,0032

<b>95</b>	0	0,0000	0,0045	0,0045	0,1243	0,5957	0,0045	0,0032
<b>96</b>	0	0,0000	0,0045	0,0045	0,1169	0,5896	0,0045	0,0032
<b>97</b>	1	0,0076	0,0045	-0,0032	-0,1096	0,2973	0,0032	0,0022
<b>98</b>	0	0,0000	0,0044	0,0044	0,1023	0,5776	0,0044	0,0031
<b>99</b>	1	0,0076	0,0044	-0,0033	-0,0951	0,3207	0,0033	0,0023

**Fonte:** Elaborada pelo autor.

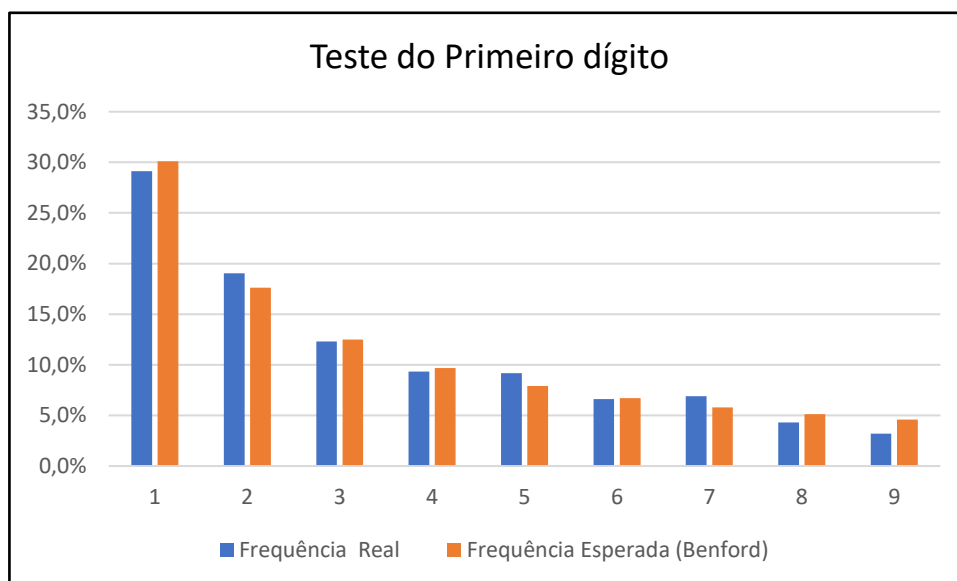
O teste Z revelou 4 categorias cujas estatísticas foram maiores que 1,96. São elas: 10, 30, 39 e 40. Quanto aos testes de conformidade geral da base de dados, o Qui-Quadrado resultou em 164,62 e o DAM resultou em 0,0066. Sendo o valor crítico da estatística qui-quadrado para 5% de significância e 89 graus de liberdade é 112,02, o resultado mostrou desconformidade dos dados. De acordo com a tabela 5 sugerida por Nigrini (2020), o DAM encontra-se em não-conformidade.

#### **4.4 Região Nordeste**

##### **4.4.1 Alagoas**

O Estado de Alagoas realizou 107 pregões eletrônicos. Dos pregões analisados, resultaram em 1.673 itens distintos, sendo que só foi possível o acesso aos valores homologados de 1.438, pois 235 itens haviam sido cancelados antes da disputa de lances ou logo após a fase de julgamento das propostas. Os pregões homologados totalizaram o montante de R\$ 97.297.233,99 milhões.

Os resultados encontrados e demonstrados no gráfico 29, representam graficamente a comparação da frequência esperada por Benford com a frequência real para os primeiros dígitos dos pregões eletrônicos homologados. Os dados foram comparados na forma gráfica:

**Gráfico 29** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para Alagoas

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 29, não houve picos significativos nas frequências reais dos primeiros dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se visualmente que os dígitos 2, 5, 7 e 8 são os que mais se afastam da curva de Benford, ainda que suavemente.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

**Tabela 48** - Resultados dos Primeiros Dígitos para Alagoas

1º Dígito	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste X <sup>2</sup>	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor X <sup>2</sup> Crítico	Valor K-S Crítico
1	419	29,1%	433	30,10%	0,767	0,445	0,322	0,0059	1,96	15,51	0,003
2	274	19,1%	253	17,61%	1,403	1,705	0,302				
3	177	12,3%	180	12,49%	0,168	0,039	0,129				
4	134	9,3%	139	9,69%	0,432	0,206	0,226				
5	132	9,2%	114	7,92%	1,720	2,889	1,169				
6	95	6,6%	96	6,69%	0,074	0,017	0,057				
7	99	6,9%	83	5,80%	1,703	2,921	1,218				
8	62	4,3%	74	5,12%	1,331	1,816	0,485				
9	46	3,2%	66	4,58%	2,442	5,958	3,516				
<b>Total</b>	<b>1438</b>	<b>100%</b>	<b>1438</b>	<b>100%</b>		<b>15,996</b>					

Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos primeiros dígitos, apenas o dígito 9 mostrou-se destoante em relação ao valor crítico (1,96). Desse modo, é

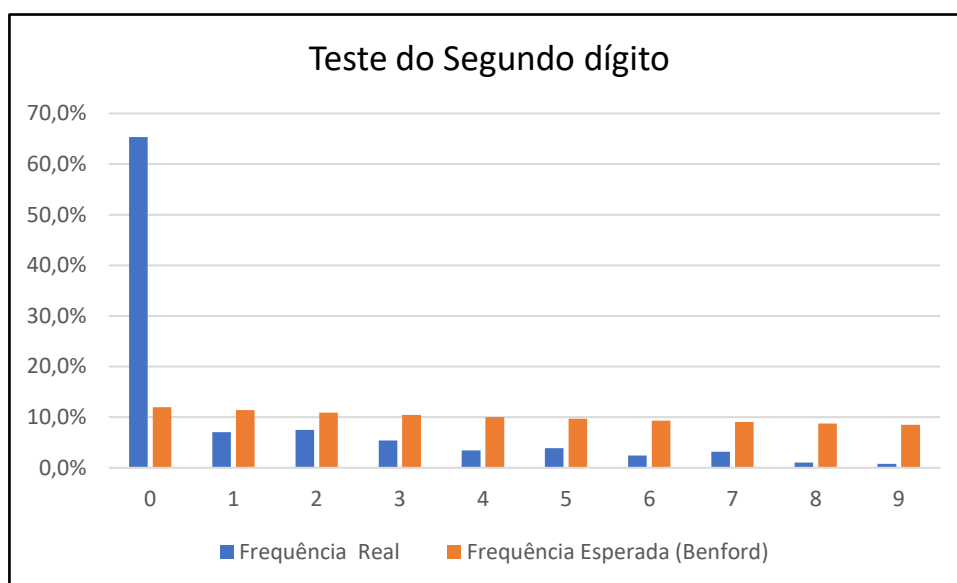
possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com estes dígitos estão em desconformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (15,99) é superior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o primeiro dígito foi calculado em 0,0059, o que denota, segundo a tabela 5, uma não-conformidade com a Lei de Benford.

Destaca-se os pregões homologados com os primeiros dígitos 9 possuem uma frequência esperada de 46, enquanto a frequência observada foi de 66, indicando um excesso de 20 valores de pregões, o que pode representar manipulação intencional nesse dígito.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade para os valores que se iniciam com o dígito 9.

**Gráfico 30** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para Alagoas



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 30, houve pico significativo nas frequências reais dos segundos dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se que o dígito zero destoou de todos os outros.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:



**Tabela 49** - Resultados dos Segundos Dígitos para Alagoas

2º Dígitos	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste $\chi^2$	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor $\chi^2$ Crítico	Valor K-S Crítico
0	436	48,9%	80	11,97%	42,424	1588,80	1546,38	0,0580	1,96	15,51	0,003
1	47	10,9%	76	11,39%	3,470	11,048	7,578				
2	50	6,5%	73	10,88%	2,744	7,019	4,275				
3	36	6,5%	70	10,43%	4,189	16,197	12,008				
4	23	14,1%	67	10,03%	5,594	28,807	23,213				
5	26	5,4%	64	9,67%	4,978	22,980	18,002				
6	16	4,3%	62	9,34%	6,094	34,407	28,313				
7	21	1,1%	60	9,04%	5,239	25,611	20,372				
8	7	2,2%	58	8,76%	6,975	45,268	38,293				
9	5	0,0%	57	8,50%	7,108	47,136	40,028				
<b>Total</b>	<b>667</b>	<b>100,0%</b>	<b>667</b>	<b>100,00%</b>		<b>1827,28</b>					

Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos segundos dígitos, nenhum dígito ficou menor do que o valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com estes dígitos estão em desconformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (1.827,28) é inferior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o segundo dígito foi calculado em 0,0580, o que denota, segundo a tabela 5, uma não-conformidade com a Lei de Benford.

Destaca-se os pregões homologados com os segundos dígitos zero possuem uma frequência esperada de 80, enquanto a frequência observada foi de 436, indicando um excesso de 350 valores de pregões, o que pode representar manipulação intencional nesse dígito.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade para o Estado de Alagoas.

Tabela 50 - Resultados dos Dois Primeiros Dígitos para Alagoas

Dígitos	Contagem	Real	Benford	Diferença	Teste Z	Qui Quadrado	K-S	MAD
10	49	0,0405	0,0414	0,0009	0,0904	0,0253	0,0009	0,0007
11	58	0,0479	0,0378	-0,0101	1,7689	3,2728	0,0101	0,0071
12	52	0,0429	0,0348	-0,0082	1,4751	2,3297	0,0082	0,0058
13	42	0,0347	0,0322	-0,0025	0,4110	0,2347	0,0025	0,0018
14	37	0,0306	0,0300	-0,0006	0,0362	0,0141	0,0006	0,0004
15	29	0,0239	0,0280	0,0041	0,7735	0,7198	0,0041	0,0029
16	28	0,0231	0,0263	0,0032	0,6074	0,4732	0,0032	0,0023
17	27	0,0223	0,0248	0,0025	0,4731	0,3118	0,0025	0,0018
18	25	0,0206	0,0235	0,0028	0,5571	0,4151	0,0028	0,0020
19	25	0,0206	0,0223	0,0016	0,2875	0,1448	0,0016	0,0012
20	39	0,0322	0,0212	-0,0110	2,5620	6,9348	0,0110	0,0078
21	18	0,0149	0,0202	0,0053	1,2186	1,7090	0,0053	0,0038
22	34	0,0281	0,0193	-0,0088	2,1138	4,8256	0,0088	0,0062
23	26	0,0215	0,0185	-0,0030	0,6649	0,5844	0,0030	0,0021
24	27	0,0223	0,0177	-0,0046	1,0954	1,4246	0,0046	0,0032
25	27	0,0223	0,0170	-0,0053	1,3042	1,9688	0,0053	0,0037
26	16	0,0132	0,0164	0,0032	0,7579	0,7463	0,0032	0,0022
27	12	0,0099	0,0158	0,0059	1,5274	2,6555	0,0059	0,0042
28	12	0,0099	0,0152	0,0053	1,3970	2,2581	0,0053	0,0038
29	13	0,0107	0,0147	0,0040	1,0330	1,3083	0,0040	0,0028
30	21	0,0173	0,0142	-0,0031	0,7894	0,8175	0,0031	0,0022
31	12	0,0099	0,0138	0,0039	1,0344	1,3216	0,0039	0,0027
32	9	0,0074	0,0134	0,0059	1,6726	3,1888	0,0059	0,0042
33	16	0,0132	0,0130	-0,0002	-0,0510	0,0057	0,0002	0,0002
34	11	0,0091	0,0126	0,0035	0,9653	1,1822	0,0035	0,0025
35	20	0,0165	0,0122	-0,0043	1,2244	1,8139	0,0043	0,0030
36	15	0,0124	0,0119	-0,0005	0,0239	0,0242	0,0005	0,0003
37	9	0,0074	0,0116	0,0041	1,2155	1,8008	0,0041	0,0029
38	16	0,0132	0,0113	-0,0019	0,5003	0,4004	0,0019	0,0014
39	13	0,0107	0,0110	0,0003	-0,0509	0,0075	0,0003	0,0002
40	18	0,0149	0,0107	-0,0041	1,2592	1,9354	0,0041	0,0029
41	2	0,0017	0,0105	0,0088	2,8728	8,9893	0,0088	0,0062
42	11	0,0091	0,0102	0,0011	0,2501	0,1529	0,0011	0,0008
43	9	0,0074	0,0100	0,0026	0,7489	0,7901	0,0026	0,0018
44	12	0,0099	0,0098	-0,0001	-0,0933	0,0028	0,0001	0,0001
45	20	0,0165	0,0095	-0,0070	2,3468	6,1633	0,0070	0,0049
46	6	0,0050	0,0093	0,0044	1,4372	2,4936	0,0044	0,0031
47	9	0,0074	0,0091	0,0017	0,4748	0,3880	0,0017	0,0012
48	12	0,0099	0,0090	-0,0010	0,2000	0,1232	0,0010	0,0007
49	14	0,0116	0,0088	-0,0028	0,8858	1,0719	0,0028	0,0020
50	18	0,0149	0,0086	-0,0063	2,2050	5,5244	0,0063	0,0044

51	9	0,0074	0,0084	0,0010	0,2239	0,1440	0,0010	0,0007
52	14	0,0116	0,0083	-0,0033	1,1047	1,5828	0,0033	0,0023
53	6	0,0050	0,0081	0,0032	1,0666	1,4927	0,0032	0,0022
54	12	0,0099	0,0080	-0,0019	0,5978	0,5721	0,0019	0,0014
55	12	0,0099	0,0078	-0,0021	0,6599	0,6720	0,0021	0,0015
56	4	0,0033	0,0077	0,0044	1,5822	3,0276	0,0044	0,0031
57	10	0,0083	0,0076	-0,0007	0,1172	0,0796	0,0007	0,0005
58	4	0,0033	0,0074	0,0041	1,5032	2,7701	0,0041	0,0029
59	17	0,0140	0,0073	-0,0067	2,5861	7,5340	0,0067	0,0048
60	22	0,0182	0,0072	-0,0110	4,3592	20,3685	0,0110	0,0078
61	4	0,0033	0,0071	0,0038	1,3905	2,4228	0,0038	0,0027
62	4	0,0033	0,0069	0,0036	1,3543	2,3164	0,0036	0,0026
63	9	0,0074	0,0068	-0,0006	0,0758	0,0621	0,0006	0,0004
64	8	0,0066	0,0067	0,0001	-0,1215	0,0029	0,0001	0,0001
65	6	0,0050	0,0066	0,0017	0,5416	0,5130	0,0017	0,0012
66	4	0,0033	0,0065	0,0032	1,2161	1,9319	0,0032	0,0023
67	9	0,0074	0,0064	-0,0010	0,2546	0,1874	0,0010	0,0007
68	8	0,0066	0,0063	-0,0003	-0,0644	0,0135	0,0003	0,0002
69	5	0,0041	0,0062	0,0021	0,7539	0,8711	0,0021	0,0015
70	15	0,0124	0,0062	-0,0062	2,5854	7,6205	0,0062	0,0044
71	6	0,0050	0,0061	0,0011	0,3165	0,2499	0,0011	0,0008
72	4	0,0033	0,0060	0,0027	1,0257	1,4599	0,0027	0,0019
73	5	0,0041	0,0059	0,0018	0,6208	0,6494	0,0018	0,0013
74	9	0,0074	0,0058	-0,0016	0,5437	0,5334	0,0016	0,0011
75	2	0,0017	0,0058	0,0041	1,6970	3,5403	0,0041	0,0029
76	9	0,0074	0,0057	-0,0018	0,6215	0,6568	0,0018	0,0012
77	3	0,0025	0,0056	0,0031	1,2651	2,1125	0,0031	0,0022
78	7	0,0058	0,0055	-0,0002	-0,0774	0,0134	0,0002	0,0002
79	18	0,0149	0,0055	-0,0094	4,2434	19,5910	0,0094	0,0066
80	12	0,0099	0,0054	-0,0045	1,9483	4,5740	0,0045	0,0032
81	3	0,0025	0,0053	0,0029	1,1656	1,8479	0,0029	0,0020
82	3	0,0025	0,0053	0,0028	1,1417	1,7868	0,0028	0,0020
83	1	0,0008	0,0052	0,0044	1,9170	4,4574	0,0044	0,0031
84	3	0,0025	0,0051	0,0027	1,0947	1,6701	0,0027	0,0019
85	6	0,0050	0,0051	0,0001	-0,1410	0,0037	0,0001	0,0001
86	11	0,0091	0,0050	-0,0041	1,7970	3,9809	0,0041	0,0029
87	4	0,0033	0,0050	0,0017	0,6177	0,6726	0,0017	0,0012
88	8	0,0066	0,0049	-0,0017	0,6404	0,7121	0,0017	0,0012
89	5	0,0041	0,0049	0,0007	0,1556	0,1307	0,0007	0,0005
90	12	0,0099	0,0048	-0,0051	2,3654	6,5901	0,0051	0,0036
91	1	0,0008	0,0047	0,0039	1,7760	3,9219	0,0039	0,0028
92	2	0,0017	0,0047	0,0030	1,3392	2,3893	0,0030	0,0022
93	2	0,0017	0,0046	0,0030	1,3207	2,3361	0,0030	0,0021
94	2	0,0017	0,0046	0,0029	1,3024	2,2842	0,0029	0,0021

95	1	0,0008	0,0045	0,0037	1,7114	3,6888	0,0037	0,0026
96	7	0,0058	0,0045	-0,0013	0,4507	0,4408	0,0013	0,0009
97	3	0,0025	0,0045	0,0020	0,8174	1,0627	0,0020	0,0014
98	3	0,0025	0,0044	0,0019	0,7978	1,0250	0,0019	0,0014
99	8	0,0066	0,0044	-0,0022	0,9652	1,3937	0,0022	0,0016

Fonte: Elaborada pelo autor.

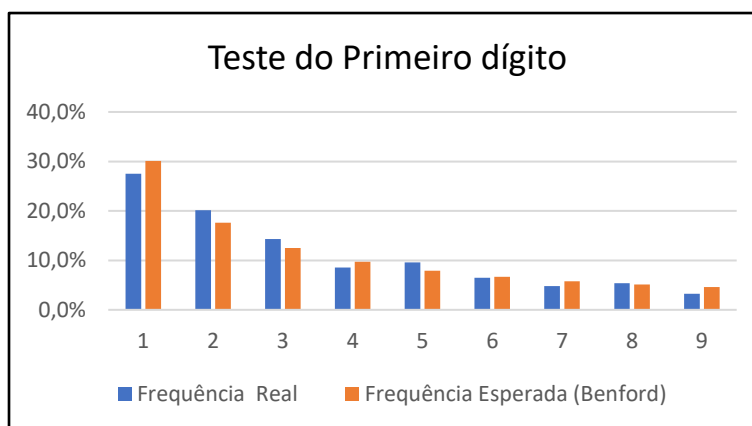
O teste Z revelou 9 categorias cujas estatísticas foram maiores que 1,96. São elas: 20, 22, 45, 50, 59, 60, 70, 79 e 90. Quanto aos testes de conformidade geral da base de dados, o Qui-Quadrado resultou em 192,51 e o DAM resultou em 0,0024. Sendo o valor crítico da estatística qui-quadrado para 5% de significância e 89 graus de liberdade é 112,02, o resultado mostrou desconformidade dos dados. De acordo com a tabela 5 sugerida por Nigrini (2020), o DAM encontra-se em não-conformidade.

#### 4.4.2 Bahia

O Estado da Bahia realizou 94 pregões eletrônicos. Dos pregões analisados, resultaram em 1.633 itens distintos, sendo que só foi possível o acesso aos valores homologados de 1.270, pois 363 itens haviam sido cancelados antes da disputa de lances ou logo após a fase de julgamento das propostas. Os pregões homologados totalizaram o montante de R\$ 5.031.629,20 milhões.

Os resultados encontrados e demonstrados no gráfico 31, representam graficamente a comparação da frequência esperada por Benford com a frequência real para os primeiros dígitos dos pregões eletrônicos homologados. Os dados foram comparados na forma gráfica:

**Gráfico 31** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para a Bahia



Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 31, não houve picos significativos nas frequências reais dos primeiros dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se visualmente que os dígitos 2, 3 e 5 são os que mais se afastam da curva de Benford, ainda que suavemente.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

**Tabela 51** - Resultados dos Primeiros Dígitos para a Bahia

1º Dígito	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste $\chi^2$	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor $\chi^2$ Crítico	Valor K-S Crítico
1	349	27,5%	382	30,10%	2,005	2,902	0,897	0,0099	1,96	15,51	0,003
2	256	20,2%	224	17,61%	2,347	4,684	2,337				
3	182	14,3%	159	12,49%	1,942	3,430	1,488				
4	109	8,6%	123	9,69%	1,287	1,610	0,323				
5	122	9,6%	101	7,92%	2,173	4,571	2,398				
6	82	6,5%	85	6,69%	0,277	0,107	0,170				
7	61	4,8%	74	5,80%	1,460	2,173	0,713				
8	68	5,4%	65	5,12%	0,315	0,142	0,173				
9	41	3,2%	58	4,58%	2,237	5,039	2,802				
<b>Total</b>	<b>1270</b>	<b>100%</b>	<b>1270</b>	<b>100%</b>		<b>24,657</b>					

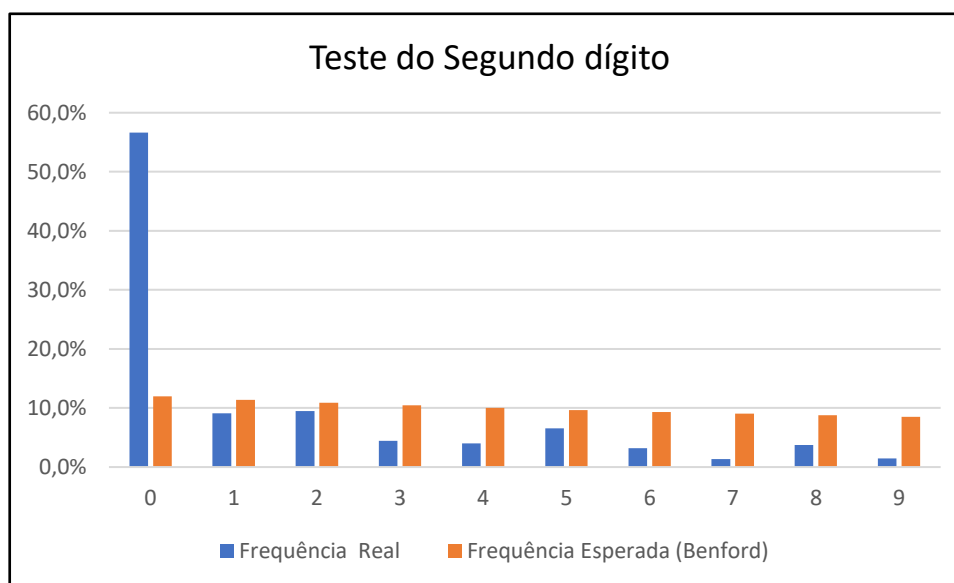
Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos primeiros dígitos, apenas os dígitos 1, 2, 5 e 9 mostraram-se destoantes em relação ao valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com estes dígitos estão em desconformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (24,65) é superior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o primeiro dígito foi calculado em 0,0099, o que denota, segundo a tabela 5, uma não-conformidade com a Lei de Benford.

Destaca-se os pregões homologados com os primeiros dígitos 2 possuem uma frequência esperada de 224, enquanto a frequência observada foi de 256, indicando um excesso de 32 valores de pregões, o que pode representar manipulação intencional nesse dígito.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade para os valores que se iniciam com os dígitos 1, 2, 5 e 9.

**Gráfico 32** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para a Bahia

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 32, não houve picos significativos nas frequências reais dos segundos dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se visualmente que os dígitos 1, 2, e 4 são os que mais se afastam da curva de Benford.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

**Tabela 52** - Resultados dos Segundos Dígitos para a Bahia

2º Dígito	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste $\chi^2$	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor $\chi^2$ Crítico	Valor K-S Crítico
0	423	48,9%	89	11,97%	37,543	1244,50	1206,96	0,0578	1,96	15,51	0,003
1	68	10,9%	85	11,39%	1,910	3,430	1,520				
2	71	6,5%	81	10,88%	1,148	1,299	0,151				
3	33	6,5%	78	10,43%	5,316	25,889	20,573				
4	30	14,1%	75	10,03%	5,411	26,936	21,525				
5	49	5,4%	72	9,67%	2,815	7,474	4,659				
6	24	4,3%	70	9,34%	5,692	30,026	24,334				
7	10	1,1%	68	9,04%	7,277	49,010	41,733				
8	28	2,2%	65	8,76%	4,780	21,418	16,638				
9	11	0,0%	63	8,50%	6,822	43,401	36,579				
<b>Total</b>	<b>747</b>	<b>100,0%</b>	<b>747</b>	<b>100,00%</b>		<b>1453,38</b>					

Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos segundos dígitos, os dígitos 0, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9 mostraram-se destoantes em relação ao valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com estes dígitos estão em desconformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (1.453,38) é superior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o segundo dígito foi calculado em 0,0578, o que denota, segundo a tabela 5, uma não-conformidade com a Lei de Benford.

Destaca-se os pregões homologados com os segundos dígitos zero possuem uma frequência esperada de 89, enquanto a frequência observada foi de 423, indicando um excesso de 334 valores de pregões, o que pode representar manipulação intencional nesse dígito.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade para os valores que se iniciam com os dígitos 0, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9.

**Tabela 53** - Resultados dos Dois Primeiros Dígitos para a Bahia

Dígitos	Contagem	Real	Benford	Diferença	Teste Z	Qui Quadrado	K-S	MAD
<b>10</b>	47	0,0497	0,0414	-0,0083	1,1984	1,5707	0,0083	0,0059
<b>11</b>	37	0,0391	0,0378	-0,0013	0,1282	0,0439	0,0013	0,0009
<b>12</b>	26	0,0275	0,0348	0,0073	1,1333	1,4415	0,0073	0,0051
<b>13</b>	27	0,0285	0,0322	0,0036	0,5428	0,3902	0,0036	0,0026
<b>14</b>	26	0,0275	0,0300	0,0025	0,3519	0,1940	0,0025	0,0018
<b>15</b>	29	0,0307	0,0280	-0,0026	0,3910	0,2329	0,0026	0,0019
<b>16</b>	29	0,0307	0,0263	-0,0043	0,7296	0,6725	0,0043	0,0031
<b>17</b>	13	0,0137	0,0248	0,0111	2,0862	4,6798	0,0111	0,0078
<b>18</b>	24	0,0254	0,0235	-0,0019	0,2763	0,1437	0,0019	0,0013
<b>19</b>	23	0,0243	0,0223	-0,0020	0,3143	0,1761	0,0020	0,0014
<b>20</b>	26	0,0275	0,0212	-0,0063	1,2315	1,7691	0,0063	0,0045
<b>21</b>	26	0,0275	0,0202	-0,0073	1,4761	2,4821	0,0073	0,0051
<b>22</b>	18	0,0190	0,0193	0,0003	-0,0561	0,0038	0,0003	0,0002
<b>23</b>	18	0,0190	0,0185	-0,0005	0,0035	0,0152	0,0005	0,0004
<b>24</b>	19	0,0201	0,0177	-0,0024	0,4259	0,2961	0,0024	0,0017
<b>25</b>	19	0,0201	0,0170	-0,0031	0,5996	0,5171	0,0031	0,0022
<b>26</b>	14	0,0148	0,0164	0,0016	0,2574	0,1461	0,0016	0,0011

27	11	0,0116	0,0158	0,0042	0,8974	1,0397	0,0042	0,0029
28	16	0,0169	0,0152	-0,0017	0,2874	0,1738	0,0017	0,0012
29	18	0,0190	0,0147	-0,0043	0,9642	1,1904	0,0043	0,0030
30	23	0,0243	0,0142	-0,0101	2,4776	6,7397	0,0101	0,0071
31	12	0,0127	0,0138	0,0011	0,1516	0,0835	0,0011	0,0008
32	11	0,0116	0,0134	0,0017	0,3234	0,2133	0,0017	0,0012
33	14	0,0148	0,0130	-0,0018	0,3550	0,2455	0,0018	0,0013
34	13	0,0137	0,0126	-0,0012	0,1723	0,0999	0,0012	0,0008
35	23	0,0243	0,0122	-0,0121	3,2315	11,2805	0,0121	0,0085
36	14	0,0148	0,0119	-0,0029	0,6726	0,6686	0,0029	0,0021
37	17	0,0180	0,0116	-0,0064	1,6845	3,3336	0,0064	0,0045
38	10	0,0106	0,0113	0,0007	0,0529	0,0423	0,0007	0,0005
39	12	0,0127	0,0110	-0,0017	0,3425	0,2456	0,0017	0,0012
40	7	0,0074	0,0107	0,0033	0,8349	0,9748	0,0033	0,0024
41	2	0,0021	0,0105	0,0084	2,3643	6,3043	0,0084	0,0059
42	8	0,0085	0,0102	0,0018	0,3774	0,2876	0,0018	0,0012
43	6	0,0063	0,0100	0,0036	0,9631	1,2566	0,0036	0,0026
44	13	0,0137	0,0098	-0,0040	1,0805	1,5371	0,0040	0,0028
45	8	0,0085	0,0095	0,0011	0,1772	0,1175	0,0011	0,0008
46	4	0,0042	0,0093	0,0051	1,4655	2,6465	0,0051	0,0036
47	9	0,0095	0,0091	-0,0004	-0,0511	0,0142	0,0004	0,0003
48	9	0,0095	0,0090	-0,0006	0,0099	0,0330	0,0006	0,0004
49	13	0,0137	0,0088	-0,0050	1,4642	2,6613	0,0050	0,0035
50	11	0,0116	0,0086	-0,0030	0,8325	1,0084	0,0030	0,0021
51	8	0,0085	0,0084	0,0000	-0,1699	0,0001	0,0000	0,0000
52	8	0,0085	0,0083	-0,0002	-0,1170	0,0039	0,0002	0,0001
53	4	0,0042	0,0081	0,0039	1,1520	1,7630	0,0039	0,0028
54	7	0,0074	0,0080	0,0006	0,0141	0,0385	0,0006	0,0004
55	14	0,0148	0,0078	-0,0070	2,2498	5,8793	0,0070	0,0049
56	2	0,0021	0,0077	0,0056	1,7764	3,8218	0,0056	0,0039
57	7	0,0074	0,0076	0,0002	-0,1332	0,0030	0,0002	0,0001
58	9	0,0095	0,0074	-0,0021	0,5594	0,5565	0,0021	0,0015
59	3	0,0032	0,0073	0,0041	1,3006	2,2085	0,0041	0,0029
60	10	0,0106	0,0072	-0,0034	1,0433	1,5164	0,0034	0,0024
61	2	0,0021	0,0071	0,0049	1,6232	3,2793	0,0049	0,0035
62	7	0,0074	0,0069	-0,0005	-0,0288	0,0277	0,0005	0,0003
63	2	0,0021	0,0068	0,0047	1,5662	3,0883	0,0047	0,0033
64	5	0,0053	0,0067	0,0014	0,3458	0,2946	0,0014	0,0010
65	8	0,0085	0,0066	-0,0018	0,4917	0,4758	0,0018	0,0013
66	10	0,0106	0,0065	-0,0040	1,3408	2,3641	0,0040	0,0029
67	2	0,0021	0,0064	0,0043	1,4585	2,7438	0,0043	0,0031
68	6	0,0063	0,0063	0,0000	-0,2039	0,0000	0,0000	0,0000
69	6	0,0063	0,0062	-0,0001	-0,1698	0,0013	0,0001	0,0001
70	14	0,0148	0,0062	-0,0086	3,1880	11,4604	0,0086	0,0061



71	3	0,0032	0,0061	0,0029	0,9399	1,3124	0,0029	0,0021
72	7	0,0074	0,0060	-0,0014	0,3510	0,3136	0,0014	0,0010
73	2	0,0021	0,0059	0,0038	1,3107	2,3054	0,0038	0,0027
74	4	0,0042	0,0058	0,0016	0,4334	0,4161	0,0016	0,0011
75	9	0,0095	0,0058	-0,0038	1,3148	2,3267	0,0038	0,0027
76	1	0,0011	0,0057	0,0046	1,6749	3,5568	0,0046	0,0033
77	3	0,0032	0,0056	0,0024	0,7845	0,9990	0,0024	0,0017
78	5	0,0053	0,0055	0,0002	-0,1167	0,0104	0,0002	0,0002
79	3	0,0032	0,0055	0,0023	0,7357	0,9094	0,0023	0,0016
80	10	0,0106	0,0054	-0,0052	1,9513	4,6973	0,0052	0,0037
81	3	0,0032	0,0053	0,0022	0,6882	0,8264	0,0022	0,0015
82	1	0,0011	0,0053	0,0042	1,5635	3,1808	0,0042	0,0030
83	4	0,0042	0,0052	0,0010	0,1900	0,1721	0,0010	0,0007
84	4	0,0042	0,0051	0,0009	0,1646	0,1529	0,0009	0,0006
85	5	0,0053	0,0051	-0,0002	-0,1396	0,0079	0,0002	0,0001
86	2	0,0021	0,0050	0,0029	1,0349	1,5918	0,0029	0,0021
87	4	0,0042	0,0050	0,0007	0,0904	0,1030	0,0007	0,0005
88	2	0,0021	0,0049	0,0028	0,9968	1,5040	0,0028	0,0020
89	5	0,0053	0,0049	-0,0004	-0,0423	0,0365	0,0004	0,0003
90	6	0,0063	0,0048	-0,0015	0,4518	0,4697	0,0015	0,0011
91	2	0,0021	0,0047	0,0026	0,9414	1,3810	0,0026	0,0019
92	1	0,0011	0,0047	0,0036	1,3991	2,6667	0,0036	0,0026
93	2	0,0021	0,0046	0,0025	0,9057	1,3044	0,0025	0,0018
94	3	0,0032	0,0046	0,0014	0,4074	0,4177	0,0014	0,0010
95	2	0,0021	0,0045	0,0024	0,8708	1,2318	0,0024	0,0017
96	8	0,0085	0,0045	-0,0040	1,5750	3,2899	0,0040	0,0028
97	2	0,0021	0,0045	0,0023	0,8367	1,1631	0,0023	0,0017
98	1	0,0011	0,0044	0,0034	1,3107	2,4108	0,0034	0,0024
99	3	0,0032	0,0044	0,0012	0,3103	0,3088	0,0012	0,0008

Fonte: Elaborada pelo autor

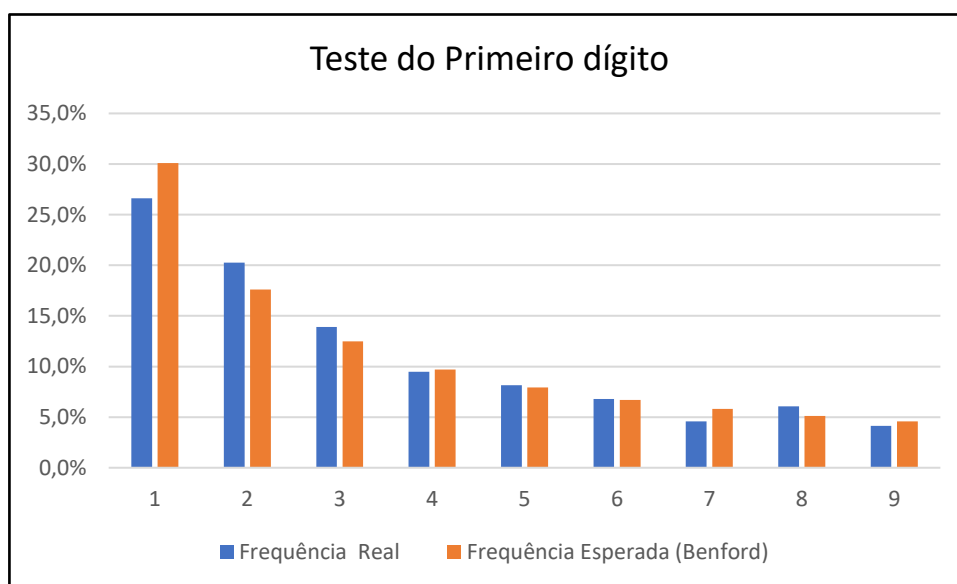
O teste Z revelou 6 categorias cujas estatísticas foram maiores que 1,96. São elas: 17, 30, 35, 41, 55 e 70. Quanto aos testes de conformidade geral da base de dados, o Qui-Quadrado resultou em 135,56 e o DAM resultou em 0,0022. Sendo o valor crítico da estatística qui-quadrado para 5% de significância e 89 graus de liberdade é 112,02, o resultado mostrou desconformidade dos dados. De acordo com a tabela 5 sugerida por Nigrini (2020), o DAM encontra-se em não-conformidade.

#### 4.4.3 Ceará

O Estado do Ceará realizou 91 pregões eletrônicos. Dos pregões analisados, resultaram em 857 itens distintos, sendo que só foi possível o acesso aos valores homologados de 676, pois 181 itens haviam sido cancelados antes da disputa de lances ou logo após a fase de julgamento das propostas. Os pregões homologados totalizaram o montante de R\$ 19.862.966,90 milhões.

Os resultados encontrados e demonstrados no gráfico 33, representam graficamente a comparação da frequência esperada por Benford com a frequência real para os primeiros dígitos dos pregões eletrônicos homologados. Os dados foram comparados na forma gráfica:

**Gráfico 33** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para o Ceará



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 33, não houve picos significativos nas frequências reais dos primeiros dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se visualmente que os dígitos 2, 3 e 8 são os que mais se afastam da curva de Benford, ainda que suavemente.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

Tabela 54 - Resultados dos Primeiros Dígitos para o Ceará

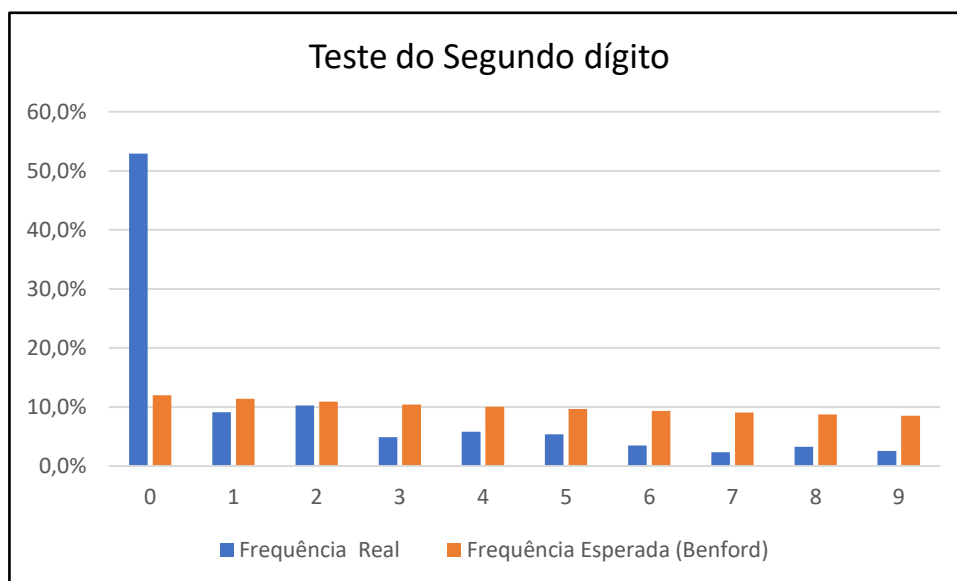
1º Dígito	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste $\chi^2$	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor $\chi^2$ Crítico	Valor K-S Crítico
1	180	29,8%	203	30,10%	0,149	2,713	2,564	0,0049	1,96	15,51	0,003
2	137	19,6%	119	17,61%	1,339	2,710	1,371				
3	94	12,5%	84	12,49%	-0,049	1,078	1,127				
4	64	8,8%	66	9,69%	0,744	0,035	0,709				
5	55	8,0%	54	7,92%	0,016	0,041	0,025				
6	46	7,2%	45	6,69%	0,419	0,012	0,407				
7	31	4,4%	39	5,80%	1,492	1,716	0,224				
8	41	5,4%	35	5,12%	0,239	1,192	0,953				
9	28	4,4%	31	4,58%	0,151	0,278	0,127				
<b>Total</b>	<b>676</b>		<b>676</b>	<b>100%</b>		<b>9,775</b>					

Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos primeiros dígitos, nenhum dígito mostrou-se superior ao valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com estes dígitos estão em desconformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (9,77) é inferior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o primeiro dígito foi calculado em 0,0049, o que denota, segundo a tabela 5, uma não-conformidade com a Lei de Benford.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19 devem ser investigados, pois de acordo com o teste DAM os dígitos estão em desconformidade.

**Gráfico 34** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para o Ceará

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 34, houve pico significativo na frequência real dos primeiros dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se que o dígito zero se afasta muito da curva de Benford.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

**Tabela 55** - Resultados dos Segundos Dígitos para o Ceará

2º Dígito	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste $\chi^2$	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor $\chi^2$ Crítico	Valor K-S Crítico
0	227	48,9%	51	11,97%	26,050	600,81	574,76	0,0578	1,96	15,51	0,003
1	39	10,9%	49	11,39%	1,423	1,991	0,568				
2	44	6,5%	47	10,88%	0,034	0,153	0,120				
3	21	6,5%	45	10,43%	3,672	12,601	8,929				
4	25	14,1%	43	10,03%	2,817	7,554	4,737				
5	23	5,4%	41	9,67%	2,938	8,236	5,298				
6	15	4,3%	40	9,34%	4,076	15,684	11,608				
7	10	1,1%	39	9,04%	4,762	21,360	16,598				
8	14	2,2%	38	8,76%	3,942	14,796	10,854				
9	11	0,0%	36	8,50%	4,322	17,783	13,461				
<b>Total</b>	<b>429</b>	<b>100,0%</b>	<b>429</b>	<b>100,00%</b>		<b>700,97</b>					

Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos segundos dígitos,

apenas os dígitos 1 e 2 ficaram abaixo em relação ao valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com dígitos 0, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9 estão em desconformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (700,97) é superior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o segundo dígito foi calculado em 0,0578, o que denota, segundo a tabela 5, uma não-conformidade com a Lei de Benford.

Destaca-se os pregões homologados com os segundos dígitos zero possuem uma frequência esperada de 51, enquanto a frequência observada foi de 227, indicando um excesso de 176 valores de pregões, o que pode representar manipulação intencional nesse dígito.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade para os valores que se iniciam com os dígitos 0, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9.

**Tabela 56** - Resultados dos Dois Primeiros Dígitos para o Ceará

Dígitos	Contagem	Real	Benford	Diferença	Teste Z	Qui Quadrado	K-S	MAD
10	19	0,0399	0,0414	0,0015	0,0467	0,0251	0,0015	0,0010
11	15	0,0315	0,0378	0,0063	0,5979	0,4961	0,0063	0,0044
12	30	0,0630	0,0348	-0,0283	3,2412	10,9381	0,0283	0,0200
13	17	0,0357	0,0322	-0,0035	0,3065	0,1843	0,0035	0,0025
14	11	0,0231	0,0300	0,0069	0,7427	0,7463	0,0069	0,0048
15	17	0,0357	0,0280	-0,0077	0,8771	1,0031	0,0077	0,0054
16	10	0,0210	0,0263	0,0053	0,5819	0,5118	0,0053	0,0038
17	9	0,0189	0,0248	0,0059	0,6823	0,6711	0,0059	0,0042
18	5	0,0105	0,0235	0,0130	1,7184	3,4137	0,0130	0,0092
19	8	0,0168	0,0223	0,0055	0,6533	0,6393	0,0055	0,0039
20	14	0,0294	0,0212	-0,0082	1,0865	1,5188	0,0082	0,0058
21	6	0,0126	0,0202	0,0076	1,0154	1,3603	0,0076	0,0054
22	11	0,0231	0,0193	-0,0038	0,4366	0,3568	0,0038	0,0027
23	4	0,0084	0,0185	0,0101	1,4626	2,6167	0,0101	0,0071
24	11	0,0231	0,0177	-0,0054	0,7159	0,7773	0,0054	0,0038
25	9	0,0189	0,0170	-0,0019	0,1389	0,0982	0,0019	0,0013
26	11	0,0231	0,0164	-0,0067	0,9740	1,3110	0,0067	0,0048
27	9	0,0189	0,0158	-0,0031	0,3610	0,2921	0,0031	0,0022
28	4	0,0084	0,0152	0,0068	1,0305	1,4598	0,0068	0,0048
29	14	0,0294	0,0147	-0,0147	2,4704	6,9752	0,0147	0,0104
30	8	0,0168	0,0142	-0,0026	0,2791	0,2201	0,0026	0,0018

31	7	0,0147	0,0138	-0,0009	-0,0249	0,0291	0,0009	0,0006
32	6	0,0126	0,0134	0,0008	-0,0554	0,0205	0,0008	0,0005
33	6	0,0126	0,0130	0,0004	-0,1332	0,0048	0,0004	0,0003
34	5	0,0105	0,0126	0,0021	0,2024	0,1644	0,0021	0,0015
35	9	0,0189	0,0122	-0,0067	1,1159	1,7325	0,0067	0,0047
36	4	0,0084	0,0119	0,0035	0,4920	0,4889	0,0035	0,0025
37	12	0,0252	0,0116	-0,0136	2,5648	7,6332	0,0136	0,0096
38	10	0,0210	0,0113	-0,0097	1,7925	3,9926	0,0097	0,0069
39	6	0,0126	0,0110	-0,0016	0,1170	0,1122	0,0016	0,0011
40	12	0,0252	0,0107	-0,0145	2,8460	9,3146	0,0145	0,0102
41	2	0,0042	0,0105	0,0063	1,1177	1,7845	0,0063	0,0044
42	3	0,0063	0,0102	0,0039	0,6218	0,7145	0,0039	0,0028
43	5	0,0105	0,0100	-0,0005	-0,1164	0,0129	0,0005	0,0004
44	2	0,0042	0,0098	0,0056	1,0004	1,5067	0,0056	0,0039
45	3	0,0063	0,0095	0,0032	0,4919	0,5244	0,0032	0,0023
46	6	0,0126	0,0093	-0,0033	0,5023	0,5433	0,0033	0,0023
47	4	0,0084	0,0091	0,0007	-0,0711	0,0285	0,0007	0,0005
48	0	0,0000	0,0090	0,0090	1,8306	4,2625	0,0090	0,0063
49	2	0,0042	0,0088	0,0046	0,8239	1,1342	0,0046	0,0032
50	5	0,0105	0,0086	-0,0019	0,2017	0,2007	0,0019	0,0013
51	3	0,0063	0,0084	0,0021	0,2577	0,2562	0,0021	0,0015
52	8	0,0168	0,0083	-0,0085	1,8026	4,1908	0,0085	0,0060
53	2	0,0042	0,0081	0,0039	0,6968	0,8993	0,0039	0,0028
54	4	0,0084	0,0080	-0,0004	-0,1512	0,0113	0,0004	0,0003
55	4	0,0084	0,0078	-0,0006	-0,1170	0,0203	0,0006	0,0004
56	1	0,0021	0,0077	0,0056	1,1330	1,9322	0,0056	0,0039
57	0	0,0000	0,0076	0,0076	1,6386	3,5953	0,0076	0,0053
58	2	0,0042	0,0074	0,0032	0,5520	0,6657	0,0032	0,0023
59	3	0,0063	0,0073	0,0010	-0,0138	0,0648	0,0010	0,0007
60	0	0,0000	0,0072	0,0072	1,5837	3,4170	0,0072	0,0051
61	3	0,0063	0,0071	0,0008	-0,0758	0,0389	0,0008	0,0005
62	3	0,0063	0,0069	0,0006	-0,1061	0,0286	0,0006	0,0005
63	7	0,0147	0,0068	-0,0079	1,8043	4,3067	0,0079	0,0056
64	3	0,0063	0,0067	0,0004	-0,1653	0,0131	0,0004	0,0003
65	4	0,0084	0,0066	-0,0018	0,1942	0,2256	0,0018	0,0013
66	3	0,0063	0,0065	0,0002	-0,2227	0,0038	0,0002	0,0002
67	3	0,0063	0,0064	0,0001	-0,2507	0,0013	0,0001	0,0001
68	1	0,0021	0,0063	0,0042	0,8766	1,3493	0,0042	0,0030
69	4	0,0084	0,0062	-0,0022	0,3057	0,3536	0,0022	0,0015
70	3	0,0063	0,0062	-0,0001	-0,2532	0,0016	0,0001	0,0001
71	5	0,0105	0,0061	-0,0044	0,9490	1,5379	0,0044	0,0031
72	2	0,0042	0,0060	0,0018	0,2087	0,2542	0,0018	0,0013
73	2	0,0042	0,0059	0,0017	0,1870	0,2348	0,0017	0,0012
74	1	0,0021	0,0058	0,0037	0,7676	1,1352	0,0037	0,0026

75	4	0,0084	0,0058	-0,0027	0,4618	0,5816	0,0027	0,0019
76	0	0,0000	0,0057	0,0057	1,3435	2,7023	0,0057	0,0040
77	0	0,0000	0,0056	0,0056	1,3308	2,6674	0,0056	0,0040
78	2	0,0042	0,0055	0,0013	0,0825	0,1524	0,0013	0,0009
79	2	0,0042	0,0055	0,0013	0,0624	0,1386	0,0013	0,0009
80	6	0,0126	0,0054	-0,0072	1,8346	4,5865	0,0072	0,0051
81	2	0,0042	0,0053	0,0011	0,0230	0,1135	0,0011	0,0008
82	1	0,0021	0,0053	0,0032	0,6371	0,9049	0,0032	0,0022
83	2	0,0042	0,0052	0,0010	-0,0154	0,0914	0,0010	0,0007
84	2	0,0042	0,0051	0,0009	-0,0343	0,0815	0,0009	0,0007
85	2	0,0042	0,0051	0,0009	-0,0530	0,0722	0,0009	0,0006
86	2	0,0042	0,0050	0,0008	-0,0714	0,0636	0,0008	0,0006
87	2	0,0042	0,0050	0,0008	-0,0896	0,0556	0,0008	0,0005
88	2	0,0042	0,0049	0,0007	-0,1076	0,0483	0,0007	0,0005
89	6	0,0126	0,0049	-0,0078	2,1042	5,8956	0,0078	0,0055
90	5	0,0105	0,0048	-0,0057	1,4696	3,2287	0,0057	0,0040
91	0	0,0000	0,0047	0,0047	1,1732	2,2593	0,0047	0,0034
92	0	0,0000	0,0047	0,0047	1,1632	2,2349	0,0047	0,0033
93	1	0,0021	0,0046	0,0025	0,4793	0,6633	0,0025	0,0018
94	4	0,0084	0,0046	-0,0038	0,8894	1,5016	0,0038	0,0027
95	0	0,0000	0,0045	0,0045	1,1340	2,1647	0,0045	0,0032
96	1	0,0021	0,0045	0,0024	0,4398	0,6090	0,0024	0,0017
97	3	0,0063	0,0045	-0,0018	0,2614	0,3650	0,0018	0,0013
98	1	0,0021	0,0044	0,0023	0,4142	0,5752	0,0023	0,0016
99	4	0,0084	0,0044	-0,0040	0,9889	1,7787	0,0040	0,0029

Fonte: Elaborada pelo autor.

O teste Z revelou 5 categorias cujas estatísticas foram maiores que 1,96. São elas: 12, 29, 36, 40 e 89. Quanto aos testes de conformidade geral da base de dados, o Qui-Quadrado resultou em 127,89 e o DAM resultou em 0,0031. Sendo o valor crítico da estatística qui-quadrado para 5% de significância e 89 graus de liberdade é 112,02, o resultado mostrou desconformidade dos dados. De acordo com a tabela 5 sugerida por Nigrini (2020), o DAM encontra-se em não-conformidade.

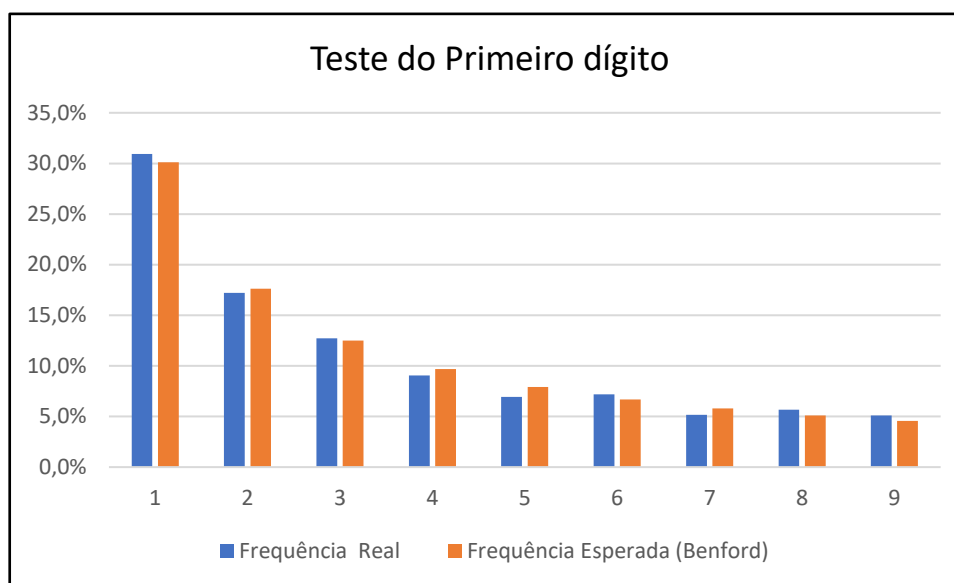
#### 4.4.4 Maranhão

O Estado do Maranhão realizou 82 pregões eletrônicos. Dos pregões analisados, resultaram em 1.693 itens distintos, sendo que só foi possível o acesso aos valores homologados de 1643, pois 50 itens haviam sido cancelados antes da disputa de lances ou logo após a fase de

juízo das propostas. Os pregões homologados totalizaram o montante de R\$ 17.533.102,86 milhões.

Os resultados encontrados e demonstrados no gráfico 35, representam graficamente a comparação da frequência esperada por Benford com a frequência real para os primeiros dígitos dos pregões eletrônicos homologados. Os dados foram comparados na forma gráfica:

**Gráfico 35** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para o Maranhão



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 35, não houve picos significativos nas frequências reais dos primeiros dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se visualmente que os dígitos 6, 8 e 9 são os que mais se afastam da curva de Benford, ainda que suavemente.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:



**Tabela 57** - Resultados dos Primeiros Dígitos para o Maranhão

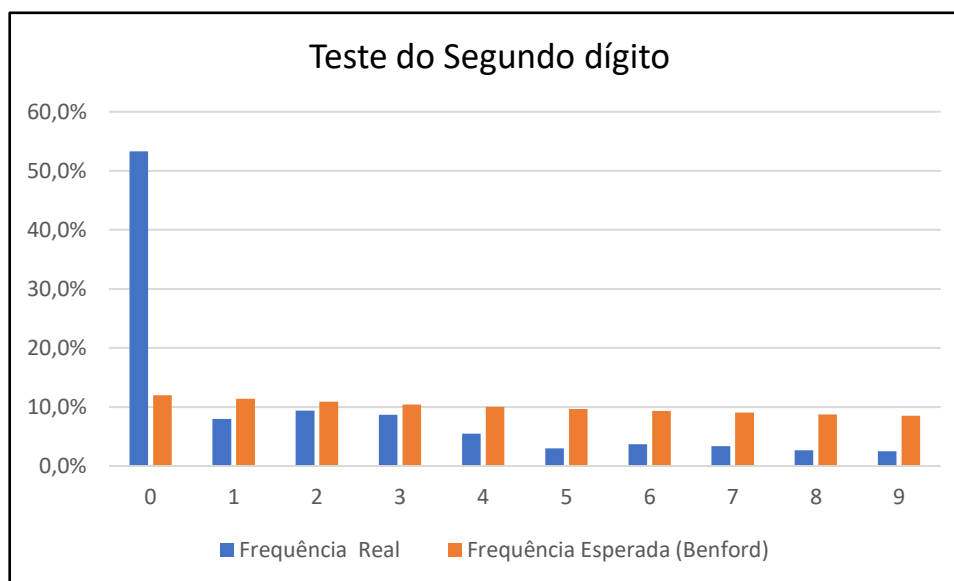
1º Dígito	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste $\chi^2$	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor $\chi^2$ Crítico	Valor K-S Crítico
1	508	30,9%	495	30,10%	0,697	0,363	0,334	0,0041	1,96	15,51	0,003
2	283	17,2%	289	17,61%	0,378	0,138	0,240				
3	209	12,7%	205	12,49%	0,245	0,068	0,177				
4	149	9,1%	159	9,69%	0,810	0,656	0,154				
5	114	6,9%	130	7,92%	1,427	1,991	0,564				
6	118	7,2%	110	6,69%	0,749	0,583	0,166				
7	85	5,2%	95	5,80%	1,034	1,109	0,075				
8	93	5,7%	84	5,12%	0,938	0,954	0,016				
9	84	5,1%	75	4,58%	0,974	1,035	0,061				
<b>Total</b>	<b>1643</b>	<b>100%</b>	<b>1643</b>	<b>100%</b>		<b>6,898</b>					

Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos primeiros dígitos, nenhum dígito mostrou-se maior do que o valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que todos os dígitos estão em conformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (6,89) é inferior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o primeiro dígito foi calculado em 0,0041, o que denota, segundo a tabela 5, uma não-conformidade com a Lei de Benford.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade, pois o teste DAM mostrou-se encontrar em não-conformidade.

**Gráfico 36** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para o Maranhão

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 36, houve pico significativo nas frequências reais dos segundos dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se visualmente que apenas o dígito zero se afastou da curva de Benford.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

**Tabela 58** - Resultados dos Segundos Dígitos para o Maranhão

2º Dígito	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste $\chi^2$	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor $\chi^2$ Crítico	Valor K-S Crítico
0	301	48,9%	68	11,97%	30,180	805,28	775,10	0,0580	1,96	15,51	0,003
1	45	10,9%	64	11,39%	2,497	5,820	3,323				
2	53	6,5%	61	10,88%	1,077	1,168	0,091				
3	49	6,5%	59	10,43%	1,298	1,673	0,375				
4	31	14,1%	57	10,03%	3,525	11,627	8,102				
5	17	5,4%	55	9,67%	5,286	25,925	20,639				
6	21	4,3%	53	9,34%	4,521	19,128	14,607				
7	19	1,1%	51	9,04%	4,633	20,144	15,511				
8	15	2,2%	49	8,76%	5,059	24,040	18,981				
9	14	0,0%	48	8,50%	5,057	24,106	19,049				
<b>Total</b>	<b>565</b>	<b>100,0%</b>	<b>565</b>	<b>100,00%</b>		<b>938,91</b>					

Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos segundos dígitos, os dígitos 0, 1, 4, 5, 6, 7, 8 e 9 mostraram-se destoantes em relação ao valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com estes dígitos estão em desconformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (938,91) é superior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o segundo dígito foi calculado em 0,0580, o que denota, segundo a tabela 5, uma não-conformidade com a Lei de Benford.

Destaca-se os pregões homologados com os segundos dígitos 2 possuem uma frequência esperada de 68, enquanto a frequência observada foi de 301, indicando um excesso de 233 valores de pregões, o que pode representar manipulação intencional nesse dígito.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade para os valores que se iniciam com os dígitos 0, 1, 4, 5, 6, 7, 8 e 9.

**Tabela 59** - Resultados dos Dois Primeiros Dígitos para o Maranhão

Dígitos	Contagem	Real	Benford	Diferença	Teste Z	Qui Quadrado	K-S	MAD
10	89	0,0645	0,0414	-0,0231	4,2475	17,8494	0,0231	0,0164
11	44	0,0319	0,0378	0,0059	1,0748	1,2623	0,0059	0,0042
12	60	0,0435	0,0348	-0,0087	1,6999	3,0356	0,0087	0,0062
13	39	0,0283	0,0322	0,0039	0,7450	0,6528	0,0039	0,0028
14	42	0,0305	0,0300	-0,0005	0,0285	0,0112	0,0005	0,0003
15	53	0,0384	0,0280	-0,0104	2,2594	5,3265	0,0104	0,0074
16	40	0,0290	0,0263	-0,0027	0,5369	0,3755	0,0027	0,0019
17	42	0,0305	0,0248	-0,0056	1,2580	1,7629	0,0056	0,0040
18	25	0,0181	0,0235	0,0054	1,2236	1,6822	0,0054	0,0038
19	29	0,0210	0,0223	0,0012	0,2225	0,0962	0,0012	0,0009
20	38	0,0276	0,0212	-0,0064	1,5482	2,6382	0,0064	0,0045
21	22	0,0160	0,0202	0,0042	1,0260	1,2328	0,0042	0,0030
22	21	0,0152	0,0193	0,0041	1,0024	1,1872	0,0041	0,0029
23	17	0,0123	0,0185	0,0062	1,5972	2,8270	0,0062	0,0044
24	25	0,0181	0,0177	-0,0004	0,0106	0,0125	0,0004	0,0003
25	16	0,0116	0,0170	0,0054	1,4545	2,3877	0,0054	0,0038
26	21	0,0152	0,0164	0,0012	0,2338	0,1136	0,0012	0,0008
27	19	0,0138	0,0158	0,0020	0,4925	0,3549	0,0020	0,0014

<b>28</b>	25	0,0181	0,0152	-0,0029	0,7659	0,7553	0,0029	0,0020
<b>29</b>	26	0,0189	0,0147	-0,0041	1,1619	1,5983	0,0041	0,0029
<b>30</b>	27	0,0196	0,0142	-0,0053	1,5597	2,7603	0,0053	0,0038
<b>31</b>	15	0,0109	0,0138	0,0029	0,8115	0,8474	0,0029	0,0021
<b>32</b>	23	0,0167	0,0134	-0,0033	0,9547	1,1338	0,0033	0,0023
<b>33</b>	20	0,0145	0,0130	-0,0015	0,3859	0,2517	0,0015	0,0011
<b>34</b>	19	0,0138	0,0126	-0,0012	0,2752	0,1549	0,0012	0,0008
<b>35</b>	17	0,0123	0,0122	-0,0001	-0,0910	0,0010	0,0001	0,0001
<b>36</b>	8	0,0058	0,0119	0,0061	1,9642	4,3093	0,0061	0,0043
<b>37</b>	10	0,0073	0,0116	0,0043	1,3771	2,2326	0,0043	0,0031
<b>38</b>	3	0,0022	0,0113	0,0091	3,0742	10,1350	0,0091	0,0064
<b>39</b>	18	0,0131	0,0110	-0,0021	0,6036	0,5310	0,0021	0,0015
<b>40</b>	13	0,0094	0,0107	0,0013	0,3368	0,2162	0,0013	0,0009
<b>41</b>	8	0,0058	0,0105	0,0047	1,5697	2,8665	0,0047	0,0033
<b>42</b>	16	0,0116	0,0102	-0,0014	0,3769	0,2583	0,0014	0,0010
<b>43</b>	8	0,0058	0,0100	0,0042	1,4269	2,4166	0,0042	0,0030
<b>44</b>	14	0,0102	0,0098	-0,0004	0,0113	0,0218	0,0004	0,0003
<b>45</b>	16	0,0116	0,0095	-0,0021	0,6472	0,6115	0,0021	0,0015
<b>46</b>	12	0,0087	0,0093	0,0006	0,1064	0,0601	0,0006	0,0005
<b>47</b>	10	0,0073	0,0091	0,0019	0,5966	0,5397	0,0019	0,0013
<b>48</b>	10	0,0073	0,0090	0,0017	0,5285	0,4467	0,0017	0,0012
<b>49</b>	11	0,0080	0,0088	0,0008	0,1730	0,0999	0,0008	0,0006
<b>50</b>	16	0,0116	0,0086	-0,0030	1,0617	1,4455	0,0030	0,0021
<b>51</b>	2	0,0015	0,0084	0,0070	2,6884	7,9733	0,0070	0,0049
<b>52</b>	10	0,0073	0,0083	0,0010	0,2699	0,1737	0,0010	0,0007
<b>53</b>	9	0,0065	0,0081	0,0016	0,5085	0,4302	0,0016	0,0011
<b>54</b>	4	0,0029	0,0080	0,0051	1,9654	4,4451	0,0051	0,0036
<b>55</b>	19	0,0138	0,0078	-0,0060	2,3559	6,2445	0,0060	0,0042
<b>56</b>	10	0,0073	0,0077	0,0004	0,0309	0,0340	0,0004	0,0003
<b>57</b>	5	0,0036	0,0076	0,0039	1,5289	2,8160	0,0039	0,0028
<b>58</b>	10	0,0073	0,0074	0,0002	-0,0823	0,0055	0,0002	0,0001
<b>59</b>	12	0,0087	0,0073	-0,0014	0,4538	0,3717	0,0014	0,0010
<b>60</b>	19	0,0138	0,0072	-0,0066	2,7435	8,3666	0,0066	0,0047
<b>61</b>	1	0,0007	0,0071	0,0063	2,6493	7,8410	0,0063	0,0045
<b>62</b>	9	0,0065	0,0069	0,0004	0,0267	0,0354	0,0004	0,0003
<b>63</b>	11	0,0080	0,0068	-0,0011	0,3491	0,2608	0,0011	0,0008
<b>64</b>	13	0,0094	0,0067	-0,0027	1,0585	1,4861	0,0027	0,0019
<b>65</b>	10	0,0073	0,0066	-0,0006	0,1183	0,0802	0,0006	0,0004
<b>66</b>	11	0,0080	0,0065	-0,0014	0,4994	0,4415	0,0014	0,0010
<b>67</b>	4	0,0029	0,0064	0,0035	1,4727	2,6759	0,0035	0,0025
<b>68</b>	7	0,0051	0,0063	0,0013	0,4218	0,3475	0,0013	0,0009
<b>69</b>	12	0,0087	0,0062	-0,0025	0,9851	1,3279	0,0025	0,0017
<b>70</b>	18	0,0131	0,0062	-0,0069	3,0991	10,6349	0,0069	0,0049
<b>71</b>	4	0,0029	0,0061	0,0032	1,3434	2,2864	0,0032	0,0022

72	6	0,0044	0,0060	0,0016	0,6144	0,6187	0,0016	0,0012
73	8	0,0058	0,0059	0,0001	-0,1236	0,0027	0,0001	0,0001
74	4	0,0029	0,0058	0,0029	1,2518	2,0293	0,0029	0,0021
75	6	0,0044	0,0058	0,0014	0,5101	0,4708	0,0014	0,0010
76	4	0,0029	0,0057	0,0028	1,1931	1,8725	0,0028	0,0020
77	4	0,0029	0,0056	0,0027	1,1644	1,7982	0,0027	0,0019
78	4	0,0029	0,0055	0,0026	1,1361	1,7265	0,0026	0,0019
79	8	0,0058	0,0055	-0,0003	-0,0122	0,0289	0,0003	0,0002
80	17	0,0123	0,0054	-0,0069	3,3307	12,2851	0,0069	0,0049
81	8	0,0058	0,0053	-0,0005	0,0561	0,0578	0,0005	0,0003
82	4	0,0029	0,0053	0,0024	1,0269	1,4634	0,0024	0,0017
83	4	0,0029	0,0052	0,0023	1,0005	1,4032	0,0023	0,0016
84	5	0,0036	0,0051	0,0015	0,5979	0,6149	0,0015	0,0011
85	14	0,0102	0,0051	-0,0051	2,4604	6,9860	0,0051	0,0036
86	6	0,0044	0,0050	0,0007	0,1614	0,1232	0,0007	0,0005
87	6	0,0044	0,0050	0,0006	0,1320	0,1042	0,0006	0,0004
88	5	0,0036	0,0049	0,0013	0,4883	0,4615	0,0013	0,0009
89	9	0,0065	0,0049	-0,0017	0,7008	0,7963	0,0017	0,0012
90	15	0,0109	0,0048	-0,0061	3,0715	10,6176	0,0061	0,0043
91	1	0,0007	0,0047	0,0040	1,9768	4,6981	0,0040	0,0028
92	9	0,0065	0,0047	-0,0018	0,7979	0,9851	0,0018	0,0013
93	7	0,0051	0,0046	-0,0004	0,0375	0,0552	0,0004	0,0003
94	7	0,0051	0,0046	-0,0005	0,0647	0,0692	0,0005	0,0003
95	7	0,0051	0,0045	-0,0005	0,0916	0,0847	0,0005	0,0004
96	6	0,0044	0,0045	0,0001	-0,1182	0,0069	0,0001	0,0001
97	4	0,0029	0,0045	0,0016	0,6642	0,7473	0,0016	0,0011
98	5	0,0036	0,0044	0,0008	0,2358	0,1919	0,0008	0,0006
99	9	0,0065	0,0044	-0,0022	1,0134	1,4763	0,0022	0,0015

Fonte: Elaborada pelo autor.

O teste Z revelou 11 categorias cujas estatísticas foram maiores que 1,96. São elas: 10, 15, 38, 51, 55,61, 70, 80, 85, 90 e 91. Quanto aos testes de conformidade geral da base de dados, o Qui-Quadrado resultou em 186,55 e o DAM resultou em 0,0022. Sendo o valor crítico da estatística qui-quadrado para 5% de significância e 89 graus de liberdade é 112,02, o resultado mostrou desconformidade dos dados. De acordo com a tabela 5 sugerida por Nigrini (2020), o DAM encontra-se marginalmente aceitável.

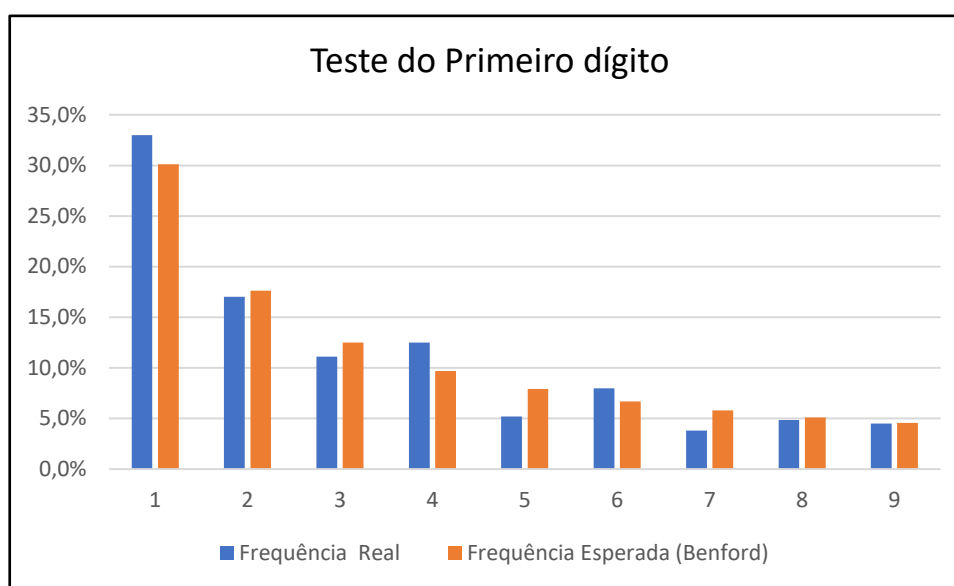
#### 4.4.5 Piauí

O Estado do Piauí realizou 25 pregões eletrônicos. Dos pregões analisados, resultaram em 340 itens distintos, sendo que só foi possível o acesso aos valores homologados de 288, pois

52 itens haviam sido cancelados antes da disputa de lances ou logo após a fase de julgamento das propostas. Os pregões homologados totalizaram o montante de R\$ 1.963.317,27 milhões.

Os resultados encontrados e demonstrados no gráfico 37, representam graficamente a comparação da frequência esperada por Benford com a frequência real para os primeiros dígitos dos pregões eletrônicos homologados. Os dados foram comparados na forma gráfica:

**Gráfico 37** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para o Piauí



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 37, não houve picos significativos nas frequências reais dos primeiros dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se visualmente que os dígitos 1, 4 e 6 são os que mais se afastam da curva de Benford, ainda que suavemente.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

**Tabela 60** - Resultados dos Primeiros Dígitos para o Piauí

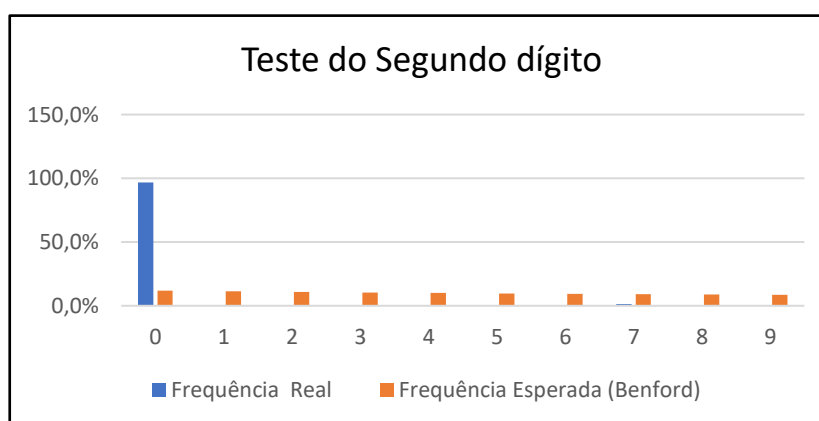
1º Dígito	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste $\chi^2$	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor $\chi^2$ Crítico	Valor K-S Crítico
1	95	33,0%	87	30,10%	1,004	0,795	0,209	0,0109	1,96	15,51	0,003
2	49	17,0%	51	17,61%	0,188	0,058	0,130				
3	32	11,1%	36	12,49%	0,619	0,441	0,178				
4	36	12,5%	28	9,69%	1,512	2,345	0,833				
5	15	5,2%	23	7,92%	1,595	2,671	1,076				
6	23	8,0%	19	6,69%	0,762	0,717	0,045				
7	11	3,8%	17	5,80%	1,312	1,946	0,634				
8	14	4,9%	15	5,12%	0,066	0,036	0,030				
9	13	4,5%	13	4,58%	-0,090	0,002	0,089				
<b>Total</b>	<b>288</b>	<b>100%</b>	<b>288</b>	<b>100%</b>		<b>9,012</b>					

Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos primeiros dígitos, nenhum dígito foi superior ao valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que pregões eletrônicos homologados estão em conformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (9,012) é inferior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o primeiro dígito foi calculado em 0,0109, o que denota, segundo a tabela 5, uma conformidade aceitável com a Lei de Benford.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19 para os primeiros dígitos, isoladamente, não seriam investigados.

**Gráfico 38** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para o Piauí

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 38, houve pico significativo nas frequências reais dos primeiros dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se que apenas o dígito zero são os que mais se afastam da curva de Benford.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

**Tabela 61** - Resultados dos Segundos Dígitos para o Piauí

2º Dígito	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste $\chi^2$	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor $\chi^2$ Crítico	Valor K-S Crítico
0	147	48,9%	18	11,97%	32,060	911,87	879,81	275,02	1,96	15,51	0,003
1	0	10,9%	17	11,39%	4,293	17,313	13,020				
2	0	6,5%	17	10,88%	4,177	16,538	12,361				
3	1	6,5%	16	10,43%	3,089	13,917	10,828				
4	0	14,1%	15	10,03%	3,981	15,246	11,265				
5	1	5,4%	15	9,67%	3,622	12,766	9,144				
6	0	4,3%	14	9,34%	3,818	14,197	10,379				
7	2	1,1%	14	9,04%	3,180	10,032	6,852				
8	1	2,2%	13	8,76%	3,390	11,390	8,000				
9	0	0,0%	13	8,50%	3,612	12,920	9,308				
<b>Total</b>	<b>152</b>	<b>100,0%</b>	<b>152</b>	<b>100,00%</b>		<b>1036,19</b>					

Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos segundos dígitos, todos os dígitos mostraram-se destoantes em relação ao valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com estes dígitos estão em desconformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (1.036,19) é superior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o segundo dígito foi calculado em 0,0580, o que denota, segundo a tabela 5, uma não-conformidade com a Lei de Benford.

Destaca-se os pregões homologados com os segundos dígitos zero possuem uma frequência esperada de 18, enquanto a frequência observada foi de 147, indicando um excesso de 129 valores de pregões, o que pode representar manipulação intencional nesse dígito.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade em todos os segundos dígitos.



**Tabela 62** - Resultados dos Dois Primeiros Dígitos para o Piauí

Dígitos	Contagem	Real	Benford	Diferença	Teste Z	Qui Quadrado	K-S	MAD
10	18	0,0698	0,0414	-0,0284	2,1317	5,0183	0,0284	0,0201
11	10	0,0388	0,0378	-0,0010	-0,0814	0,0064	0,0010	0,0007
12	2	0,0078	0,0348	0,0270	2,1985	5,4146	0,0270	0,0191
13	7	0,0271	0,0322	0,0051	0,2835	0,2047	0,0051	0,0036
14	10	0,0388	0,0300	-0,0088	0,6462	0,6663	0,0088	0,0062
15	9	0,0349	0,0280	-0,0069	0,4785	0,4325	0,0069	0,0048
16	4	0,0155	0,0263	0,0108	0,8916	1,1483	0,0108	0,0077
17	9	0,0349	0,0248	-0,0101	0,8385	1,0519	0,0101	0,0071
18	3	0,0116	0,0235	0,0119	1,0517	1,5437	0,0119	0,0084
19	7	0,0271	0,0223	-0,0049	0,3175	0,2730	0,0049	0,0034
20	25	0,0969	0,0212	-0,0757	8,2280	69,7925	0,0757	0,0535
21	1	0,0039	0,0202	0,0163	1,6428	3,4043	0,0163	0,0115
22	2	0,0078	0,0193	0,0116	1,1224	1,7838	0,0116	0,0082
23	0	0,0000	0,0185	0,0185	1,9731	4,7687	0,0185	0,0131
24	8	0,0310	0,0177	-0,0133	1,3804	2,5661	0,0133	0,0094
25	1	0,0039	0,0170	0,0132	1,3927	2,6222	0,0132	0,0093
26	3	0,0116	0,0164	0,0048	0,3573	0,3570	0,0048	0,0034
27	3	0,0116	0,0158	0,0042	0,2871	0,2836	0,0042	0,0029
28	3	0,0116	0,0152	0,0036	0,2195	0,2209	0,0036	0,0026
29	1	0,0039	0,0147	0,0108	1,1882	2,0619	0,0108	0,0077
30	12	0,0465	0,0142	-0,0323	4,1123	18,8680	0,0323	0,0228
31	1	0,0039	0,0138	0,0099	1,0984	1,8385	0,0099	0,0070
32	0	0,0000	0,0134	0,0134	1,5983	3,4479	0,0134	0,0094
33	4	0,0155	0,0130	-0,0025	0,0853	0,1283	0,0025	0,0018
34	3	0,0116	0,0126	0,0010	-0,1407	0,0189	0,0010	0,0007
35	0	0,0000	0,0122	0,0122	1,5045	3,1565	0,0122	0,0087
36	1	0,0039	0,0119	0,0080	0,9014	1,3957	0,0080	0,0057
37	4	0,0155	0,0116	-0,0039	0,2978	0,3427	0,0039	0,0028
38	1	0,0039	0,0113	0,0074	0,8315	1,2541	0,0074	0,0052
39	3	0,0116	0,0110	-0,0006	-0,2011	0,0094	0,0006	0,0004
40	17	0,0659	0,0107	-0,0552	8,3010	73,2212	0,0552	0,0390
41	0	0,0000	0,0105	0,0105	1,3460	2,7001	0,0105	0,0074
42	3	0,0116	0,0102	-0,0014	-0,0845	0,0501	0,0014	0,0010
43	0	0,0000	0,0100	0,0100	1,2999	2,5759	0,0100	0,0071
44	1	0,0039	0,0098	0,0059	0,6447	0,9152	0,0059	0,0042
45	3	0,0116	0,0095	-0,0021	0,0239	0,1172	0,0021	0,0015
46	1	0,0039	0,0093	0,0055	0,5888	0,8247	0,0055	0,0039
47	1	0,0039	0,0091	0,0053	0,5619	0,7829	0,0053	0,0037
48	6	0,0233	0,0090	-0,0143	2,1079	5,8924	0,0143	0,0101
49	1	0,0039	0,0088	0,0049	0,5098	0,7054	0,0049	0,0035

50	7	0,0271	0,0086	-0,0185	2,8865	10,3024	0,0185	0,0131
51	1	0,0039	0,0084	0,0046	0,4601	0,6354	0,0046	0,0032
52	1	0,0039	0,0083	0,0044	0,4360	0,6028	0,0044	0,0031
53	1	0,0039	0,0081	0,0042	0,4124	0,5719	0,0042	0,0030
54	0	0,0000	0,0080	0,0080	1,0895	2,0560	0,0080	0,0056
55	0	0,0000	0,0078	0,0078	1,0732	2,0189	0,0078	0,0055
56	0	0,0000	0,0077	0,0077	1,0573	1,9832	0,0077	0,0054
57	0	0,0000	0,0076	0,0076	1,0417	1,9487	0,0076	0,0053
58	2	0,0078	0,0074	-0,0003	-0,3013	0,0037	0,0003	0,0002
59	1	0,0039	0,0073	0,0034	0,2803	0,4142	0,0034	0,0024
60	9	0,0349	0,0072	-0,0277	4,9025	27,5868	0,0277	0,0196
61	0	0,0000	0,0071	0,0071	0,9829	1,8220	0,0071	0,0050
62	1	0,0039	0,0069	0,0031	0,2194	0,3506	0,0031	0,0022
63	2	0,0078	0,0068	-0,0009	-0,1999	0,0314	0,0009	0,0006
64	1	0,0039	0,0067	0,0029	0,1806	0,3128	0,0029	0,0020
65	0	0,0000	0,0066	0,0066	0,9287	1,7107	0,0066	0,0047
66	2	0,0078	0,0065	-0,0012	-0,1430	0,0589	0,0012	0,0009
67	2	0,0078	0,0064	-0,0013	-0,1246	0,0696	0,0013	0,0009
68	3	0,0116	0,0063	-0,0053	0,6779	1,1378	0,0053	0,0037
69	3	0,0116	0,0062	-0,0054	0,7014	1,1946	0,0054	0,0038
70	4	0,0155	0,0062	-0,0093	1,5202	3,6563	0,0093	0,0066
71	0	0,0000	0,0061	0,0061	0,8550	1,5671	0,0061	0,0043
72	1	0,0039	0,0060	0,0021	0,0367	0,1925	0,0021	0,0015
73	0	0,0000	0,0059	0,0059	0,8322	1,5245	0,0059	0,0042
74	2	0,0078	0,0058	-0,0019	-0,0033	0,1636	0,0019	0,0014
75	1	0,0039	0,0058	0,0019	-0,0131	0,1579	0,0019	0,0013
76	0	0,0000	0,0057	0,0057	0,7994	1,4647	0,0057	0,0040
77	0	0,0000	0,0056	0,0056	0,7888	1,4458	0,0056	0,0040
78	0	0,0000	0,0055	0,0055	0,7784	1,4274	0,0055	0,0039
79	1	0,0039	0,0055	0,0016	-0,0765	0,1189	0,0016	0,0011
80	2	0,0078	0,0054	-0,0024	0,0919	0,2657	0,0024	0,0017
81	1	0,0039	0,0053	0,0015	-0,1070	0,1022	0,0015	0,0010
82	0	0,0000	0,0053	0,0053	0,7383	1,3582	0,0053	0,0037
83	0	0,0000	0,0052	0,0052	0,7287	1,3419	0,0052	0,0037
84	0	0,0000	0,0051	0,0051	0,7192	1,3260	0,0051	0,0036
85	4	0,0155	0,0051	-0,0104	1,9175	5,5194	0,0104	0,0074
86	1	0,0039	0,0050	0,0011	-0,1802	0,0673	0,0011	0,0008
87	1	0,0039	0,0050	0,0011	-0,1944	0,0615	0,0011	0,0008
88	0	0,0000	0,0049	0,0049	0,6825	1,2661	0,0049	0,0035
89	3	0,0116	0,0049	-0,0068	1,1181	2,4408	0,0068	0,0048
90	2	0,0078	0,0048	-0,0030	0,2359	0,4688	0,0030	0,0021
91	1	0,0039	0,0047	0,0009	-0,2495	0,0412	0,0009	0,0006
92	1	0,0039	0,0047	0,0008	-0,2629	0,0369	0,0008	0,0006
93	0	0,0000	0,0046	0,0046	0,6395	1,1984	0,0046	0,0033

94	1	0,0039	0,0046	0,0007	-0,2893	0,0291	0,0007	0,0005
95	6	0,0233	0,0045	-0,0187	4,0036	19,8563	0,0187	0,0132
96	1	0,0039	0,0045	0,0006	-0,3152	0,0224	0,0006	0,0004
97	0	0,0000	0,0045	0,0045	0,6070	1,1492	0,0045	0,0031
98	0	0,0000	0,0044	0,0044	0,5991	1,1376	0,0044	0,0031
99	1	0,0039	0,0044	0,0005	-0,3531	0,0141	0,0005	0,0003

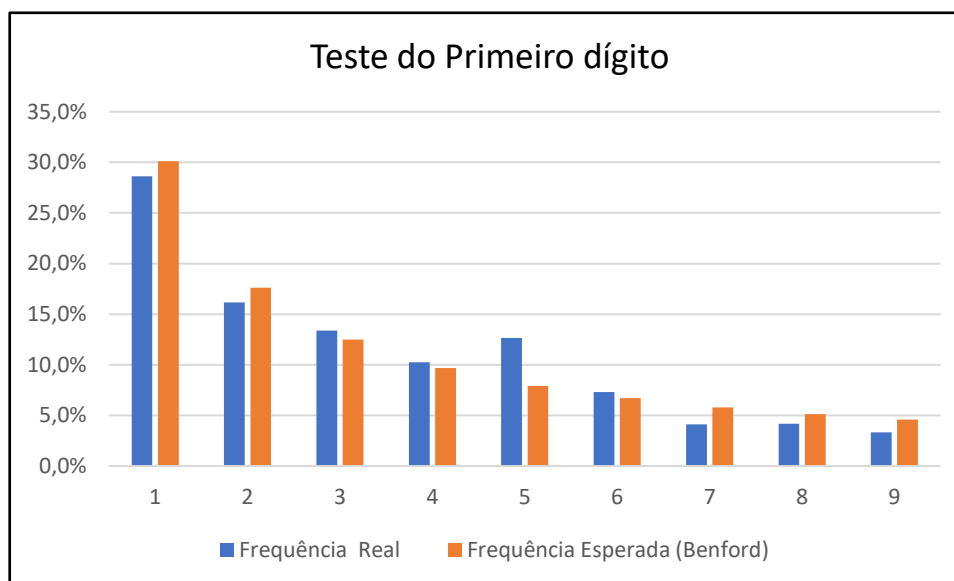
Fonte: Elaborada pelo autor.

O teste Z revelou 8 categorias cujas estatísticas foram maiores que 1,96. São elas: 10, 13, 20, 23, 30, 40, 48 e 95. Quanto aos testes de conformidade geral da base de dados, o Qui-Quadrado resultou em 326,10 e o DAM resultou em 0,0059. Sendo o valor crítico da estatística qui-quadrado para 5% de significância e 89 graus de liberdade é 112,02, o resultado mostrou desconformidade dos dados. De acordo com a tabela 5 sugerida por Nigrini (2020), o DAM encontra-se em não-conformidade.

#### 4.4.6 Pernambuco

O Estado de Pernambuco realizou 189 pregões eletrônicos. Dos pregões analisados, resultaram em 2.381 itens distintos, sendo que só foi possível o acesso aos valores homologados de 2.006, pois 375 itens haviam sido cancelados antes da disputa de lances ou logo após a fase de julgamento das propostas. Os pregões homologados totalizaram o montante de R\$ 162.671.316,96 milhões.

Os resultados encontrados e demonstrados no gráfico 39, representam graficamente a comparação da frequência esperada por Benford com a frequência real para os primeiros dígitos dos pregões eletrônicos homologados. Os dados foram comparados na forma gráfica:

**Gráfico 39** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para Pernambuco

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 39, houve pico significativo nas frequências reais dos primeiros dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se o dígito 5 destoa dos demais e o que mais se afasta da curva de Benford.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

**Tabela 63** - Resultados dos Primeiros Dígitos para Pernambuco

1º Dígito	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste $\chi^2$	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor $\chi^2$ Crítico	Valor K-S Crítico
1	618	30,8%	604	30,10%	0,667	0,331	0,336	0,0063	1,96	15,51	0,003
2	361	18,0%	353	17,61%	0,425	0,171	0,254				
3	291	14,5%	251	12,49%	2,698	6,504	3,806				
4	212	10,6%	194	9,69%	1,292	1,593	0,301				
5	143	7,1%	159	7,92%	1,271	1,579	0,308				
6	107	5,3%	134	6,69%	2,386	5,548	3,162				
7	111	5,5%	116	5,80%	0,463	0,244	0,219				
8	70	3,5%	103	5,12%	3,263	10,365	7,102				
9	93	4,6%	92	4,58%	0,067	0,016	0,051				
<b>Total</b>	<b>2006</b>	<b>100%</b>	<b>2006</b>	<b>100%</b>		<b>26,350</b>					

Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos primeiros dígitos, os dígitos 3, 6 e 8 mostraram-se destoantes em relação ao valor crítico (1,96). Desse modo, é

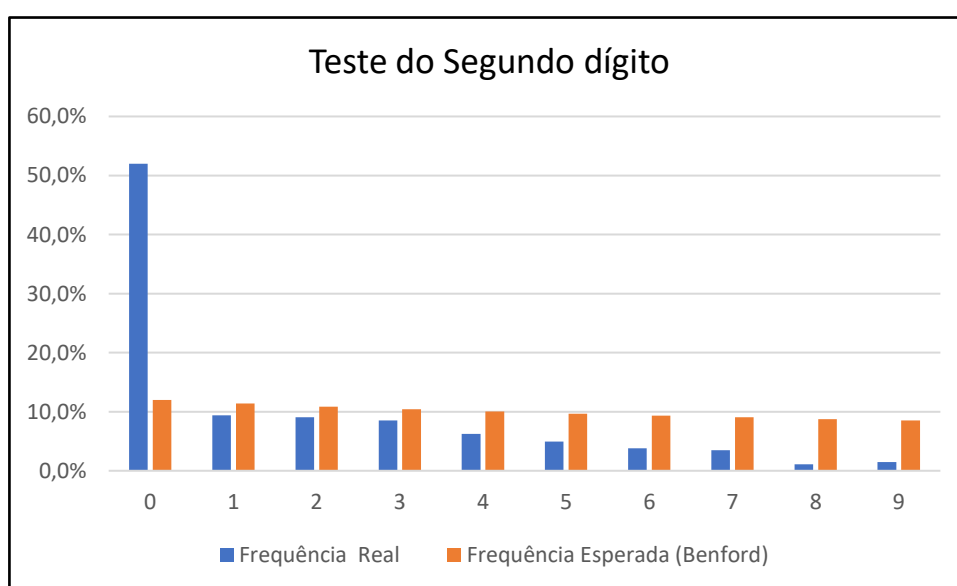
possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com estes dígitos estão em desconformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (26,35) é inferior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o primeiro dígito foi calculado em 0,0063, o que denota, segundo a tabela 5, uma não-conformidade com a Lei de Benford.

Destaca-se os pregões homologados com os primeiros dígitos 2 possuem uma frequência esperada de 251, enquanto a frequência observada foi de 291, indicando um excesso de 40 valores de pregões, o que pode representar manipulação intencional nesse dígito.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade para os valores que se iniciam com o dígito 3, 6 e 8.

**Gráfico 40** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para Pernambuco



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 40, houve um pico significativo nas frequências reais dos primeiros dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se visualmente que os dígitos zero foi o que mais se afastou da curva de Benford.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

**Tabela 64** - Resultados dos Segundos Dígitos para Pernambuco

2º Dígitos	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste $\chi^2$	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor $\chi^2$ Crítico	Valor K-S Crítico
0	630	48,9%	145	11,97%	42,860	1620,88	1578,02	0,0580	1,96	15,51	0,003
1	114	10,9%	138	11,39%	2,129	4,189	2,060				
2	110	6,5%	132	10,88%	1,971	3,626	1,655				
3	103	6,5%	126	10,43%	2,153	4,336	2,183				
4	76	14,1%	122	10,03%	4,309	17,078	12,769				
5	60	5,4%	117	9,67%	5,511	27,917	22,406				
6	46	4,3%	113	9,34%	6,584	39,893	33,309				
7	42	1,1%	110	9,04%	6,718	41,665	34,947				
8	13	2,2%	106	8,76%	9,416	81,763	72,347				
9	18	0,0%	103	8,50%	8,705	70,165	61,460				
<b>Total</b>	<b>1212</b>	<b>100,0%</b>	<b>1212</b>	<b>100,00%</b>		<b>1911,51</b>					

Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos segundos dígitos, todos os dígitos mostraram-se destoantes em relação ao valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com estes dígitos estão em desconformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (1.911,51) é superior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o segundo dígito foi calculado em 0,0580, o que denota, segundo a tabela 5, uma não-conformidade com a Lei de Benford.

Destaca-se os pregões homologados com os segundos dígitos zero possuem uma frequência esperada de 145, enquanto a frequência observada foi de 630, indicando um excesso de 485 valores de pregões, o que pode representar manipulação intencional nesse dígito.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade os segundos dígitos para o Estado de Pernambuco.

**Tabela 65** - Resultados dos Dois Primeiros Dígitos para Pernambuco

Dígitos	Contagem	Real	Benford	Diferença	Teste Z	Qui Quadrado	K-S	MAD
10	80	0,0561	0,0414	-0,0147	2,7218	7,4528	0,0147	0,0104
11	54	0,0379	0,0378	-0,0001	-0,0537	0,0002	0,0001	0,0001
12	60	0,0421	0,0348	-0,0073	1,4354	2,1942	0,0073	0,0052
13	52	0,0365	0,0322	-0,0043	0,8409	0,8120	0,0043	0,0030
14	44	0,0309	0,0300	-0,0009	0,1200	0,0379	0,0009	0,0006
15	53	0,0372	0,0280	-0,0091	2,0105	4,2485	0,0091	0,0065
16	33	0,0231	0,0263	0,0032	0,6690	0,5502	0,0032	0,0023
17	52	0,0365	0,0248	-0,0116	2,7405	7,7860	0,0116	0,0082
18	48	0,0337	0,0235	-0,0102	2,4511	6,2929	0,0102	0,0072
19	28	0,0196	0,0223	0,0026	0,5861	0,4465	0,0026	0,0019
20	39	0,0273	0,0212	-0,0062	1,5233	2,5536	0,0062	0,0044
21	17	0,0119	0,0202	0,0083	2,1287	4,8413	0,0083	0,0059
22	29	0,0203	0,0193	-0,0010	0,1868	0,0786	0,0010	0,0007
23	26	0,0182	0,0185	0,0003	-0,0280	0,0048	0,0003	0,0002
24	34	0,0238	0,0177	-0,0061	1,6493	3,0069	0,0061	0,0043
25	23	0,0161	0,0170	0,0009	0,1616	0,0685	0,0009	0,0006
26	20	0,0140	0,0164	0,0024	0,5991	0,4867	0,0024	0,0017
27	19	0,0133	0,0158	0,0025	0,6420	0,5510	0,0025	0,0017
28	19	0,0133	0,0152	0,0019	0,4825	0,3435	0,0019	0,0014
29	25	0,0175	0,0147	-0,0028	0,7706	0,7638	0,0028	0,0020
30	38	0,0266	0,0142	-0,0124	3,8428	15,4158	0,0124	0,0088
31	15	0,0105	0,0138	0,0033	0,9452	1,1054	0,0033	0,0023
32	22	0,0154	0,0134	-0,0021	0,5634	0,4545	0,0021	0,0015
33	11	0,0077	0,0130	0,0053	1,6359	3,0328	0,0053	0,0037
34	12	0,0084	0,0126	0,0042	1,2950	1,9734	0,0042	0,0030
35	28	0,0196	0,0122	-0,0074	2,4218	6,3841	0,0074	0,0052
36	21	0,0147	0,0119	-0,0028	0,8625	0,9579	0,0028	0,0020
37	14	0,0098	0,0116	0,0018	0,4989	0,3832	0,0018	0,0012
38	12	0,0084	0,0113	0,0029	0,8993	1,0382	0,0029	0,0020
39	15	0,0105	0,0110	0,0005	0,0456	0,0294	0,0005	0,0003
40	15	0,0105	0,0107	0,0002	-0,0534	0,0056	0,0002	0,0001
41	12	0,0084	0,0105	0,0021	0,6307	0,5728	0,0021	0,0014
42	17	0,0119	0,0102	-0,0017	0,5075	0,4044	0,0017	0,0012
43	18	0,0126	0,0100	-0,0026	0,8690	0,9943	0,0026	0,0019
44	18	0,0126	0,0098	-0,0029	0,9650	1,1975	0,0029	0,0020
45	16	0,0112	0,0095	-0,0017	0,5143	0,4191	0,0017	0,0012
46	9	0,0063	0,0093	0,0030	1,0513	1,4005	0,0030	0,0021
47	10	0,0070	0,0091	0,0021	0,7062	0,7081	0,0021	0,0015
48	11	0,0077	0,0090	0,0012	0,3569	0,2452	0,0012	0,0009
49	11	0,0077	0,0088	0,0011	0,2873	0,1826	0,0011	0,0007
50	14	0,0098	0,0086	-0,0012	0,3545	0,2458	0,0012	0,0009

51	7	0,0049	0,0084	0,0035	1,3106	2,1003	0,0035	0,0025
52	10	0,0070	0,0083	0,0013	0,3791	0,2736	0,0013	0,0009
53	16	0,0112	0,0081	-0,0031	1,1580	1,6906	0,0031	0,0022
54	12	0,0084	0,0080	-0,0004	0,0406	0,0356	0,0004	0,0003
55	10	0,0070	0,0078	0,0008	0,1980	0,1204	0,0008	0,0006
56	2	0,0014	0,0077	0,0063	2,5656	7,3263	0,0063	0,0044
57	1	0,0007	0,0076	0,0069	2,8356	8,8636	0,0069	0,0048
58	5	0,0035	0,0074	0,0039	1,5692	2,9481	0,0039	0,0028
59	6	0,0042	0,0073	0,0031	1,2160	1,8674	0,0031	0,0022
60	16	0,0112	0,0072	-0,0040	1,6510	3,2448	0,0040	0,0029
61	2	0,0014	0,0071	0,0057	2,3940	6,4674	0,0057	0,0040
62	6	0,0042	0,0069	0,0027	1,0868	1,5421	0,0027	0,0019
63	4	0,0028	0,0068	0,0040	1,6878	3,3935	0,0040	0,0029
64	3	0,0021	0,0067	0,0046	1,9758	4,5391	0,0046	0,0033
65	7	0,0049	0,0066	0,0017	0,6380	0,6375	0,0017	0,0012
66	2	0,0014	0,0065	0,0051	2,2398	5,7425	0,0051	0,0036
67	4	0,0028	0,0064	0,0036	1,5484	2,9189	0,0036	0,0026
68	4	0,0028	0,0063	0,0035	1,5151	2,8108	0,0035	0,0025
69	13	0,0091	0,0062	-0,0029	1,2061	1,8763	0,0029	0,0020
70	14	0,0098	0,0062	-0,0037	1,5959	3,0964	0,0037	0,0026
71	8	0,0056	0,0061	0,0005	0,0551	0,0506	0,0005	0,0003
72	8	0,0056	0,0060	0,0004	0,0145	0,0344	0,0004	0,0003
73	9	0,0063	0,0059	-0,0004	0,0256	0,0391	0,0004	0,0003
74	4	0,0028	0,0058	0,0030	1,3263	2,2376	0,0030	0,0021
75	4	0,0028	0,0058	0,0029	1,2966	2,1534	0,0029	0,0021
76	7	0,0049	0,0057	0,0008	0,2099	0,1483	0,0008	0,0005
77	4	0,0028	0,0056	0,0028	1,2385	1,9933	0,0028	0,0020
78	5	0,0035	0,0055	0,0020	0,8530	1,0582	0,0020	0,0014
79	6	0,0042	0,0055	0,0013	0,4635	0,4113	0,0013	0,0009
80	15	0,0105	0,0054	-0,0051	2,4607	6,9395	0,0051	0,0036
81	0	0,0000	0,0053	0,0053	2,5821	7,5989	0,0053	0,0038
82	2	0,0014	0,0053	0,0039	1,8322	4,0397	0,0039	0,0027
83	4	0,0028	0,0052	0,0024	1,0738	1,5741	0,0024	0,0017
84	6	0,0042	0,0051	0,0009	0,3071	0,2410	0,0009	0,0007
85	11	0,0077	0,0051	-0,0026	1,2131	1,9483	0,0026	0,0019
86	5	0,0035	0,0050	0,0015	0,6218	0,6514	0,0015	0,0011
87	2	0,0014	0,0050	0,0036	1,7250	3,6430	0,0036	0,0025
88	2	0,0014	0,0049	0,0035	1,7045	3,5695	0,0035	0,0025
89	10	0,0070	0,0049	-0,0022	0,9833	1,3712	0,0022	0,0015
90	27	0,0189	0,0048	-0,0141	7,5323	59,3722	0,0141	0,0100
91	6	0,0042	0,0047	0,0005	0,1034	0,0872	0,0005	0,0004
92	3	0,0021	0,0047	0,0026	1,2378	2,0395	0,0026	0,0018
93	5	0,0035	0,0046	0,0011	0,4376	0,3980	0,0011	0,0008
94	4	0,0028	0,0046	0,0018	0,8040	0,9950	0,0018	0,0013



95	7	0,0049	0,0045	-0,0004	0,0059	0,0409	0,0004	0,0003
96	6	0,0042	0,0045	0,0003	-0,0326	0,0272	0,0003	0,0002
97	7	0,0049	0,0045	-0,0005	0,0589	0,0661	0,0005	0,0003
98	5	0,0035	0,0044	0,0009	0,3147	0,2636	0,0009	0,0006
99	6	0,0042	0,0044	0,0002	-0,1108	0,0081	0,0002	0,0001

Fonte: Elaborado em autor.

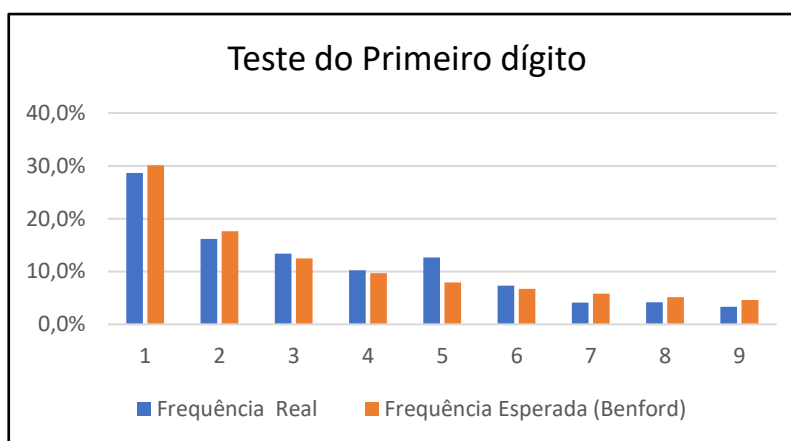
O teste Z revelou 14 categorias cujas estatísticas foram maiores que 1,96. São elas: 10, 16, 17, 21, 30, 354, 36, 56, 57, 61, 64, 66, 80, 81 e 90. Quanto aos testes de conformidade geral da base de dados, o Qui-Quadrado resultou em 244,16 e o DAM resultou em 0,0023. Sendo o valor crítico da estatística qui-quadrado para 5% de significância e 89 graus de liberdade é 112,02, o resultado mostrou desconformidade dos dados. De acordo com a tabela 5 sugerida por Nigrini (2020), o DAM encontra-se em não-conformidade.

#### 4.4.7 Rio Grande do Norte

O Estado do Rio Grande do Norte realizou 108 pregões eletrônicos. Dos pregões analisados, resultaram em 1.736 itens distintos, sendo que só foi possível o acesso aos valores homologados de 756, pois 980 itens haviam sido cancelados antes da disputa de lances ou logo após a fase de julgamento das propostas. Os pregões homologados totalizaram o montante de R\$ 8.387.457,46 milhões.

Os resultados encontrados e demonstrados no gráfico 41, representam graficamente a comparação da frequência esperada por Benford com a frequência real para os primeiros dígitos dos pregões eletrônicos homologados. Os dados foram comparados na forma gráfica:

**Gráfico 41** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para o Rio Grande do Norte



Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 41, houve um pico significativo nas frequências reais dos primeiros dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se o dígito 5 destoa dos demais e é o que mais se afasta da curva de Benford.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

**Tabela 66 - Resultados dos Primeiros Dígitos para o Rio Grande do Norte**

1º Dígito	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste $\chi^2$	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor $\chi^2$ Crítico	Valor K-S Crítico
1	197	26,1%	228	30,10%	2,383	4,109	1,726	0,0175	1,96	15,51	0,003
2	128	16,9%	133	17,61%	0,442	0,197	0,245				
3	171	22,6%	94	12,49%	8,369	62,034	53,665				
4	77	10,2%	73	9,69%	0,399	0,191	0,208				
5	35	4,6%	60	7,92%	3,283	10,325	7,042				
6	55	7,3%	51	6,69%	0,571	0,380	0,191				
7	29	3,8%	44	5,80%	2,232	5,024	2,792				
8	33	4,4%	39	5,12%	0,859	0,832	0,027				
9	31	4,1%	35	4,58%	0,544	0,373	0,171				
<b>Total</b>	<b>756</b>	<b>100%</b>	<b>756</b>	<b>100%</b>		<b>83,465</b>					

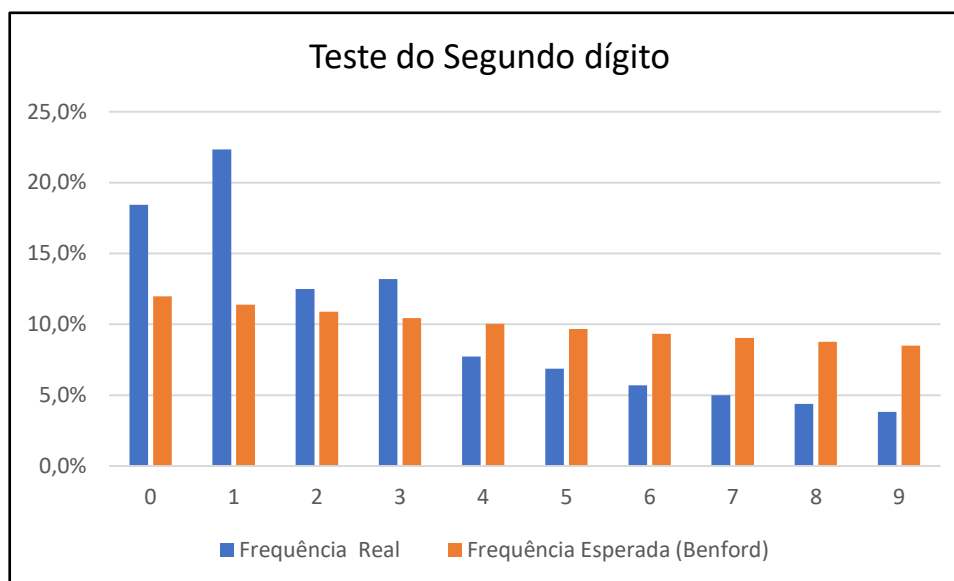
Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos primeiros dígitos, os dígitos 1, 3, 5 e 7 mostraram-se destoantes em relação ao valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com estes dígitos estão em desconformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (83,46) é superior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o primeiro dígito foi calculado em 0,0175, o que denota, segundo a tabela 5, uma não-conformidade com a Lei de Benford.

Destaca-se os pregões homologados com os primeiros dígitos 2 possuem uma frequência esperada de 94, enquanto a frequência observada foi de 171, indicando um excesso de 77 valores de pregões, o que pode representar manipulação intencional nesse dígito.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade para os valores que se iniciam com os dígitos 1, 3, 5 e 7.

**Gráfico 42** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para o Rio Grande do Norte

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 42, houve picos significativos nas frequências reais dos primeiros dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se que os dígitos 0, 1, 2 e 3 são os que mais se afastam da curva de Benford.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

**Tabela 67** - Resultados dos Segundos Dígitos para o Rio Grande do Norte

2º Dígito	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste $\chi^2$	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor $\chi^2$ Crítico	Valor K-S Crítico
0	236	48,9%	153	11,97%	7,085	44,73	37,64	0,0580	1,96	15,51	0,003
1	286	10,9%	146	11,39%	12,292	134,838	122,546				
2	160	6,5%	139	10,88%	1,816	3,088	1,272				
3	169	6,5%	134	10,43%	3,200	9,438	6,238				
4	99	14,1%	128	10,03%	2,688	6,725	4,037				
5	88	5,4%	124	9,67%	3,336	10,341	7,005				
6	73	4,3%	120	9,34%	4,423	18,127	13,704				
7	64	1,1%	116	9,04%	4,492	23,110	18,618				
8	56	2,2%	112	8,76%	5,500	28,096	22,596				
9	49	0,0%	109	8,50%	5,943	32,868	26,925				
<b>Total</b>	<b>1280</b>	<b>100,0%</b>	<b>1280</b>	<b>100,00%</b>		<b>311,36</b>					

Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos segundos dígitos,

todos os dígitos mostraram-se destoantes em relação ao valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que todos os pregões eletrônicos homologados que se iniciam com estes dígitos estão em desconformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (311,36) é superior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o primeiro dígito foi calculado em 0,0580, o que denota, segundo a tabela 5, uma não-conformidade com a Lei de Benford.

Destaca-se os pregões homologados com os segundos dígitos 2 possuem uma frequência esperada de 146, enquanto a frequência observada foi de 286, indicando um excesso de 140 valores de pregões, o que pode representar manipulação intencional nesse dígito.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade todos os segundos dígitos do Estado do Rio Grande do Norte.

**Tabela 68** - Resultados dos Dois Primeiro Dígitos para o Rio Grande do Norte

Dígitos	Contagem	Real	Benford	Diferença	Teste Z	Qui Quadrado	K-S	MAD
10	20	0,0375	0,0414	0,0039	0,3397	0,1928	0,0039	0,0027
11	23	0,0432	0,0378	-0,0054	0,5358	0,4057	0,0054	0,0038
12	13	0,0244	0,0348	0,0104	1,1890	1,6494	0,0104	0,0073
13	15	0,0281	0,0322	0,0040	0,4060	0,2706	0,0040	0,0029
14	19	0,0356	0,0300	-0,0057	0,6427	0,5747	0,0057	0,0040
15	17	0,0319	0,0280	-0,0039	0,4096	0,2842	0,0039	0,0027
16	12	0,0225	0,0263	0,0038	0,4148	0,2946	0,0038	0,0027
17	7	0,0131	0,0248	0,0117	1,5955	2,9344	0,0117	0,0083
18	11	0,0206	0,0235	0,0028	0,2905	0,1835	0,0028	0,0020
19	11	0,0206	0,0223	0,0016	0,1096	0,0642	0,0016	0,0012
20	5	0,0094	0,0212	0,0118	1,7426	3,5075	0,0118	0,0083
21	5	0,0094	0,0202	0,0108	1,6219	3,0900	0,0108	0,0077
22	13	0,0244	0,0193	-0,0051	0,6958	0,7139	0,0051	0,0036
23	6	0,0113	0,0185	0,0072	1,0778	1,5059	0,0072	0,0051
24	14	0,0263	0,0177	-0,0085	1,3295	2,1914	0,0085	0,0060
25	8	0,0150	0,0170	0,0020	0,1937	0,1282	0,0020	0,0014
26	4	0,0075	0,0164	0,0089	1,4451	2,5676	0,0089	0,0063
27	18	0,0338	0,0158	-0,0180	3,1551	10,9057	0,0180	0,0127
28	8	0,0150	0,0152	0,0002	-0,1333	0,0019	0,0002	0,0002
29	19	0,0356	0,0147	-0,0209	3,8310	15,8494	0,0209	0,0148
30	21	0,0394	0,0142	-0,0252	4,7197	23,6917	0,0252	0,0178

31	6	0,0113	0,0138	0,0025	0,3154	0,2477	0,0025	0,0018
32	12	0,0225	0,0134	-0,0092	1,6511	3,3392	0,0092	0,0065
33	10	0,0188	0,0130	-0,0058	0,9916	1,3814	0,0058	0,0041
34	7	0,0131	0,0126	-0,0005	-0,0816	0,0125	0,0005	0,0004
35	9	0,0169	0,0122	-0,0047	0,7798	0,9424	0,0047	0,0033
36	9	0,0169	0,0119	-0,0050	0,8619	1,1137	0,0050	0,0035
37	15	0,0281	0,0116	-0,0166	3,3710	12,6214	0,0166	0,0117
38	9	0,0169	0,0113	-0,0056	1,0201	1,4841	0,0056	0,0040
39	14	0,0263	0,0110	-0,0153	3,1732	11,3046	0,0153	0,0108
40	9	0,0169	0,0107	-0,0062	1,1708	1,8870	0,0062	0,0044
41	3	0,0056	0,0105	0,0048	0,8845	1,1915	0,0048	0,0034
42	8	0,0150	0,0102	-0,0048	0,8843	1,1968	0,0048	0,0034
43	3	0,0056	0,0100	0,0044	0,7936	1,0128	0,0044	0,0031
44	8	0,0150	0,0098	-0,0052	1,0125	1,5050	0,0052	0,0037
45	5	0,0094	0,0095	0,0002	-0,1837	0,0015	0,0002	0,0001
46	1	0,0019	0,0093	0,0075	1,5662	3,1791	0,0075	0,0053
47	5	0,0094	0,0091	-0,0002	-0,1699	0,0033	0,0002	0,0002
48	4	0,0075	0,0090	0,0015	0,1255	0,1252	0,0015	0,0010
49	5	0,0094	0,0088	-0,0006	-0,0820	0,0224	0,0006	0,0004
50	5	0,0094	0,0086	-0,0008	-0,0394	0,0378	0,0008	0,0006
51	0	0,0000	0,0084	0,0084	1,8923	4,4949	0,0084	0,0060
52	1	0,0019	0,0083	0,0064	1,3912	2,6361	0,0064	0,0045
53	1	0,0019	0,0081	0,0062	1,3645	2,5580	0,0062	0,0044
54	3	0,0056	0,0080	0,0023	0,3641	0,3664	0,0023	0,0017
55	2	0,0038	0,0078	0,0041	0,8214	1,1299	0,0041	0,0029
56	1	0,0019	0,0077	0,0058	1,2880	2,3412	0,0058	0,0041
57	3	0,0056	0,0076	0,0019	0,2631	0,2614	0,0019	0,0014
58	4	0,0075	0,0074	-0,0001	-0,2306	0,0005	0,0001	0,0001
59	1	0,0019	0,0073	0,0054	1,2164	2,1475	0,0054	0,0038
60	5	0,0094	0,0072	-0,0022	0,3457	0,3601	0,0022	0,0016
61	3	0,0056	0,0071	0,0014	0,1365	0,1551	0,0014	0,0010
62	4	0,0075	0,0069	-0,0006	-0,1062	0,0237	0,0006	0,0004
63	0	0,0000	0,0068	0,0068	1,6531	3,6454	0,0068	0,0048
64	3	0,0056	0,0067	0,0011	0,0471	0,0966	0,0011	0,0008
65	3	0,0056	0,0066	0,0010	0,0182	0,0807	0,0010	0,0007
66	2	0,0038	0,0065	0,0028	0,5275	0,6301	0,0028	0,0020
67	3	0,0056	0,0064	0,0008	-0,0383	0,0538	0,0008	0,0006
68	6	0,0113	0,0063	-0,0049	1,1573	2,0324	0,0049	0,0035
69	3	0,0056	0,0062	0,0006	-0,0931	0,0328	0,0006	0,0004
70	3	0,0056	0,0062	0,0005	-0,1199	0,0245	0,0005	0,0004
71	4	0,0075	0,0061	-0,0014	0,1463	0,1796	0,0014	0,0010
72	0	0,0000	0,0060	0,0060	1,5116	3,1929	0,0060	0,0042
73	3	0,0056	0,0059	0,0003	-0,1981	0,0071	0,0003	0,0002
74	1	0,0019	0,0058	0,0040	0,9144	1,4290	0,0040	0,0028

75	2	0,0038	0,0058	0,0020	0,3242	0,3706	0,0020	0,0014
76	1	0,0019	0,0057	0,0038	0,8797	1,3564	0,0038	0,0027
77	1	0,0019	0,0056	0,0037	0,8627	1,3217	0,0037	0,0026
78	1	0,0019	0,0055	0,0037	0,8460	1,2879	0,0037	0,0026
79	1	0,0019	0,0055	0,0036	0,8296	1,2552	0,0036	0,0025
80	3	0,0056	0,0054	-0,0002	-0,2221	0,0054	0,0002	0,0002
81	2	0,0038	0,0053	0,0016	0,2024	0,2486	0,0016	0,0011
82	0	0,0000	0,0053	0,0053	1,3802	2,8058	0,0053	0,0037
83	4	0,0075	0,0052	-0,0023	0,4382	0,5438	0,0023	0,0016
84	3	0,0056	0,0051	-0,0005	-0,1450	0,0248	0,0005	0,0003
85	3	0,0056	0,0051	-0,0005	-0,1264	0,0316	0,0005	0,0004
86	2	0,0038	0,0050	0,0013	0,1079	0,1708	0,0013	0,0009
87	1	0,0019	0,0050	0,0031	0,7060	1,0235	0,0031	0,0022
88	5	0,0094	0,0049	-0,0045	1,1680	2,1736	0,0045	0,0032
89	2	0,0038	0,0049	0,0011	0,0538	0,1329	0,0011	0,0008
90	7	0,0131	0,0048	-0,0083	2,4709	7,7149	0,0083	0,0059
91	4	0,0075	0,0047	-0,0028	0,6114	0,8543	0,0028	0,0020
92	0	0,0000	0,0047	0,0047	1,2688	2,5025	0,0047	0,0033
93	2	0,0038	0,0046	0,0009	-0,0155	0,0914	0,0009	0,0006
94	3	0,0056	0,0046	-0,0010	0,0323	0,1237	0,0010	0,0007
95	1	0,0019	0,0045	0,0027	0,5948	0,8364	0,0027	0,0019
96	1	0,0019	0,0045	0,0026	0,5816	0,8156	0,0026	0,0019
97	4	0,0075	0,0045	-0,0031	0,7323	1,1134	0,0031	0,0022
98	3	0,0056	0,0044	-0,0012	0,0980	0,1797	0,0012	0,0009
99	2	0,0038	0,0044	0,0006	-0,1140	0,0458	0,0006	0,0004

**Fonte:** Elaborada pelo autor.

O teste Z revelou 6 categorias cujas estatísticas foram maiores que 1,96. São elas: 27, 29, 30, 37, 39 e 90. Quanto aos testes de conformidade geral da base de dados, o Qui-Quadrado resultou em 168,52 e o DAM resultou em 0,0032. Sendo o valor crítico da estatística qui-quadrado para 5% de significância e 89 graus de liberdade é 112,02, o resultado mostrou desconformidade dos dados. De acordo com a tabela 5 sugerida por Nigrini (2020), o DAM encontra-se em não-conformidade.

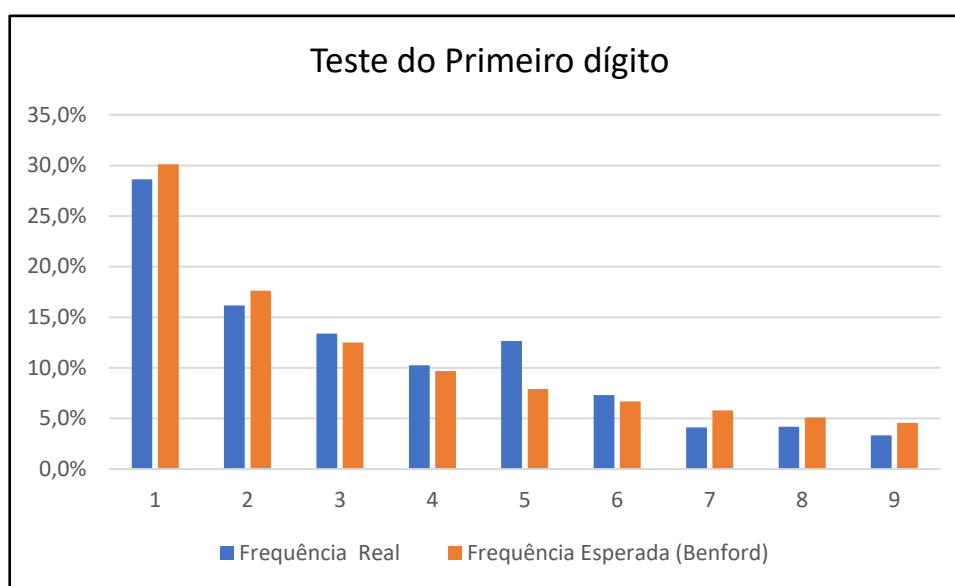
#### 4.4.8 Paraíba

O Estado da Paraíba realizou 99 pregões eletrônicos. Dos pregões analisados, resultaram em 1.302 itens distintos, sendo que só foi possível o acesso aos valores homologados de 1.107, pois 195 itens haviam sido cancelados antes da disputa de lances ou logo após a fase de

juízo das propostas. Os pregões homologados totalizaram o montante de R\$ 13.011.681,84 milhões.

Os resultados encontrados e demonstrados no gráfico 43, representam graficamente a comparação da frequência esperada por Benford com a frequência real para os primeiros dígitos dos pregões eletrônicos homologados. Os dados foram comparados na forma gráfica:

**Gráfico 43** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para a Paraíba



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 43, houve pico significativo nas frequências reais dos primeiros dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se que o dígito 5 destoou dos demais em relação à curva de Benford.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

**Tabela 69** - Resultados dos Primeiros Dígitos para a Paraíba

1º Dígitos	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste $\chi^2$	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor $\chi^2$ Crítico	Valor K-S Crítico
1	286	25,8%	333	30,10%	3,060	6,697	3,637	0,0105	1,96	15,51	0,003
2	199	18,0%	195	17,61%	0,281	0,085	0,196				
3	166	15,0%	138	12,49%	2,476	5,545	3,069				
4	146	13,2%	107	9,69%	3,884	13,976	10,092				
5	85	7,7%	88	7,92%	0,242	0,080	0,162				
6	68	6,1%	74	6,69%	0,669	0,504	0,165				
7	68	6,1%	64	5,80%	0,424	0,225	0,199				
8	51	4,6%	57	5,12%	0,706	0,559	0,147				
9	38	3,4%	51	4,58%	1,754	3,161	1,407				
<b>Total</b>	<b>1107</b>	<b>100%</b>	<b>1107</b>	<b>100%</b>		<b>30,831</b>					

Fonte: Elaborada pelo autor.

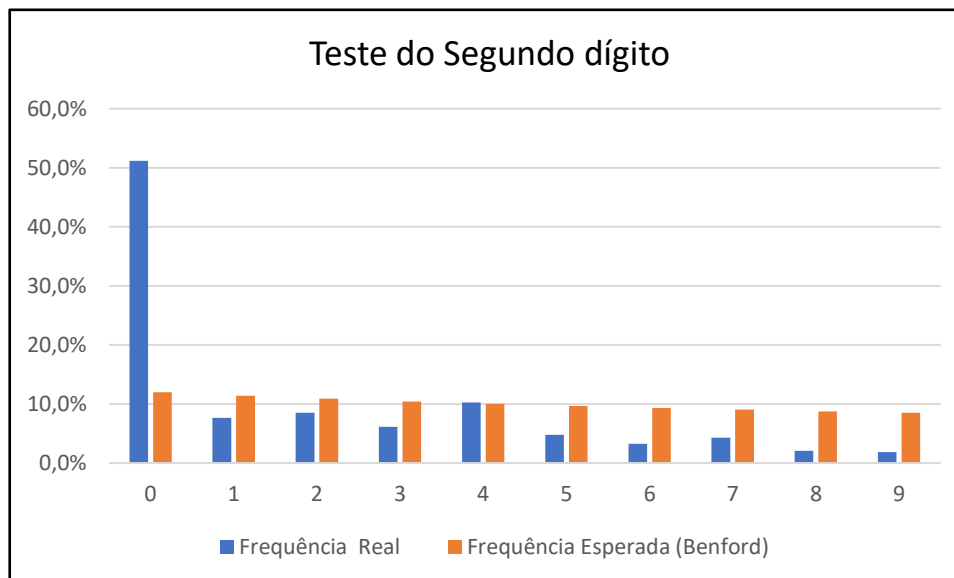
Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos primeiros dígitos, apenas os dígitos 1, 3 e 4 mostraram-se destoantes em relação ao valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com estes dígitos estão em desconformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (30,83) é superior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o primeiro dígito foi calculado em 0,0105, o que denota, segundo a tabela 5, uma conformidade aceitável com a Lei de Benford.

Destaca-se os pregões homologados com os primeiros dígitos 1 possuem uma frequência esperada de 286, enquanto a frequência observada foi de 333, indicando um excesso de 47 valores de pregões, o que pode representar manipulação intencional nesse dígito.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade para os valores que se iniciam com os dígitos 1, 3 e 4.



**Gráfico 44** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para a Paraíba

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 44, houve pico significativo nas frequências reais dos primeiros dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se que apenas o dígito zero se afastou da curva de Benford.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

**Tabela 70** - Resultados dos Segundos Dígitos para a Paraíba

2º Dígito	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste $\chi^2$	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor $\chi^2$ Crítico	Valor K-S Crítico
0	300	48,9%	70	11,97%	29,180	753,22	724,04	0,0580	1,96	15,51	0,003
1	45	10,9%	67	11,39%	2,763	7,085	4,322				
2	50	6,5%	64	10,88%	1,759	2,968	1,209				
3	36	6,5%	61	10,43%	3,327	10,324	6,997				
4	60	14,1%	59	10,03%	0,100	0,025	0,075				
5	28	5,4%	57	9,67%	3,937	14,502	10,565				
6	19	4,3%	55	9,34%	5,002	23,328	18,326				
7	25	1,1%	53	9,04%	3,958	14,773	10,815				
8	12	2,2%	51	8,76%	5,674	30,139	24,465				
9	11	0,0%	50	8,50%	3,981	30,239	26,258				
<b>Total</b>	<b>586</b>	<b>100,0%</b>	<b>586</b>	<b>100,00%</b>		<b>886,60</b>					

Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos segundos dígitos,

os dígitos 0, 1, 3, 6, 7, 8 e 9 mostraram-se destoantes em relação ao valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com estes dígitos estão em desconformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (886,60) é superior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o segundo dígito foi calculado em 0,0580, o que denota, segundo a tabela 5, uma não-conformidade com a Lei de Benford.

Destaca-se os pregões homologados com os segundos dígitos zero possuem uma frequência esperada de 70, enquanto a frequência observada foi de 300, indicando um excesso de 230 valores de pregões, o que pode representar manipulação intencional nesse dígito.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade para os valores que se iniciam com os dígitos 0, 1, 3, 6, 7, 8 e 9.

**Tabela 71** - Resultados dos Dois Primeiros Dígitos para a Paraíba

Dígitos	Contagem	Real	Benford	Diferença	Teste Z	Qui Quadrado	K-S	MAD
10	34	0,0414	0,0414	0,0000	-0,0847	0,0000	0,0000	0,0000
11	29	0,0353	0,0378	0,0025	0,2790	0,1321	0,0025	0,0017
12	28	0,0341	0,0348	0,0007	0,0076	0,0102	0,0007	0,0005
13	24	0,0292	0,0322	0,0030	0,3804	0,2223	0,0030	0,0021
14	30	0,0365	0,0300	-0,0066	1,0031	1,1855	0,0066	0,0047
15	26	0,0317	0,0280	-0,0036	0,5262	0,3881	0,0036	0,0026
16	23	0,0280	0,0263	-0,0017	0,1927	0,0886	0,0017	0,0012
17	21	0,0256	0,0248	-0,0008	0,0269	0,0189	0,0008	0,0005
18	11	0,0134	0,0235	0,0101	1,7927	3,5546	0,0101	0,0071
19	15	0,0183	0,0223	0,0040	0,6595	0,5915	0,0040	0,0028
20	19	0,0231	0,0212	-0,0020	0,2674	0,1478	0,0020	0,0014
21	15	0,0183	0,0202	0,0019	0,2696	0,1518	0,0019	0,0014
22	22	0,0268	0,0193	-0,0075	1,4332	2,3867	0,0075	0,0053
23	15	0,0183	0,0185	0,0002	-0,0842	0,0020	0,0002	0,0002
24	10	0,0122	0,0177	0,0055	1,0725	1,4257	0,0055	0,0039
25	24	0,0292	0,0170	-0,0122	2,5665	7,1732	0,0122	0,0086
26	6	0,0073	0,0164	0,0091	1,9121	4,1318	0,0091	0,0064
27	14	0,0171	0,0158	-0,0013	0,1492	0,0823	0,0013	0,0009
28	8	0,0097	0,0152	0,0055	1,1430	1,6271	0,0055	0,0039
29	16	0,0195	0,0147	-0,0048	0,9887	1,2662	0,0048	0,0034
30	11	0,0134	0,0142	0,0008	0,0564	0,0409	0,0008	0,0006

31	8	0,0097	0,0138	0,0040	0,8440	0,9738	0,0040	0,0029
32	45	0,0548	0,0134	-0,0414	10,1904	105,5357	0,0414	0,0293
33	8	0,0097	0,0130	0,0032	0,6615	0,6569	0,0032	0,0023
34	9	0,0110	0,0126	0,0016	0,2616	0,1726	0,0016	0,0012
35	10	0,0122	0,0122	0,0001	-0,1446	0,0002	0,0001	0,0000
36	6	0,0073	0,0119	0,0046	1,0522	1,4543	0,0046	0,0032
37	7	0,0085	0,0116	0,0031	0,6552	0,6619	0,0031	0,0022
38	12	0,0146	0,0113	-0,0033	0,7397	0,8096	0,0033	0,0024
39	14	0,0171	0,0110	-0,0061	1,4969	2,7393	0,0061	0,0043
40	9	0,0110	0,0107	-0,0002	-0,1031	0,0044	0,0002	0,0002
41	5	0,0061	0,0105	0,0044	1,0605	1,5018	0,0044	0,0031
42	9	0,0110	0,0102	-0,0007	0,0382	0,0444	0,0007	0,0005
43	9	0,0110	0,0100	-0,0010	0,1063	0,0787	0,0010	0,0007
44	7	0,0085	0,0098	0,0012	0,1821	0,1280	0,0012	0,0009
45	16	0,0195	0,0095	-0,0099	2,7506	8,5035	0,0099	0,0070
46	5	0,0061	0,0093	0,0032	0,7867	0,9284	0,0032	0,0023
47	11	0,0134	0,0091	-0,0043	1,0975	1,6256	0,0043	0,0030
48	5	0,0061	0,0090	0,0029	0,6861	0,7524	0,0029	0,0020
49	10	0,0122	0,0088	-0,0034	0,8595	1,0857	0,0034	0,0024
50	6	0,0073	0,0086	0,0013	0,2119	0,1594	0,0013	0,0009
51	3	0,0037	0,0084	0,0048	1,3066	2,2235	0,0048	0,0034
52	2	0,0024	0,0083	0,0058	1,6537	3,3807	0,0058	0,0041
53	6	0,0073	0,0081	0,0008	0,0641	0,0663	0,0008	0,0006
54	9	0,0110	0,0080	-0,0030	0,7684	0,9231	0,0030	0,0021
55	9	0,0110	0,0078	-0,0031	0,8220	1,0324	0,0031	0,0022
56	4	0,0049	0,0077	0,0028	0,7236	0,8462	0,0028	0,0020
57	1	0,0012	0,0076	0,0063	1,8950	4,3624	0,0063	0,0045
58	9	0,0110	0,0074	-0,0035	0,9777	1,3844	0,0035	0,0025
59	8	0,0097	0,0073	-0,0024	0,6180	0,6724	0,0024	0,0017
60	7	0,0085	0,0072	-0,0013	0,2507	0,2077	0,0013	0,0010
61	6	0,0073	0,0071	-0,0002	-0,1241	0,0071	0,0002	0,0002
62	7	0,0085	0,0069	-0,0016	0,3340	0,2939	0,0016	0,0011
63	1	0,0012	0,0068	0,0056	1,7426	3,7933	0,0056	0,0040
64	4	0,0049	0,0067	0,0019	0,4388	0,4224	0,0019	0,0013
65	9	0,0110	0,0066	-0,0043	1,3143	2,3233	0,0043	0,0031
66	7	0,0085	0,0065	-0,0020	0,4931	0,5005	0,0020	0,0014
67	4	0,0049	0,0064	0,0016	0,3415	0,3113	0,0016	0,0011
68	3	0,0037	0,0063	0,0027	0,7498	0,9343	0,0027	0,0019
69	1	0,0012	0,0062	0,0050	1,6078	3,3253	0,0050	0,0036
70	4	0,0049	0,0062	0,0013	0,2487	0,2212	0,0013	0,0009
71	2	0,0024	0,0061	0,0036	1,1170	1,7890	0,0036	0,0026
72	7	0,0085	0,0060	-0,0025	0,7155	0,8813	0,0025	0,0018
73	1	0,0012	0,0059	0,0047	1,5260	3,0573	0,0047	0,0033
74	8	0,0097	0,0058	-0,0039	1,2442	2,1582	0,0039	0,0028

75	6	0,0073	0,0058	-0,0016	0,3587	0,3455	0,0016	0,0011
76	4	0,0049	0,0057	0,0008	0,0748	0,0937	0,0008	0,0006
77	2	0,0024	0,0056	0,0032	0,9822	1,4702	0,0032	0,0022
78	6	0,0073	0,0055	-0,0018	0,4507	0,4679	0,0018	0,0013
79	3	0,0037	0,0055	0,0018	0,4664	0,4917	0,0018	0,0013
80	9	0,0110	0,0054	-0,0056	1,9394	4,7165	0,0056	0,0039
81	2	0,0024	0,0053	0,0029	0,8988	1,2893	0,0029	0,0020
82	3	0,0037	0,0053	0,0016	0,3964	0,4043	0,0016	0,0011
83	6	0,0073	0,0052	-0,0021	0,5967	0,7007	0,0021	0,0015
84	3	0,0037	0,0051	0,0015	0,3512	0,3525	0,0015	0,0011
85	4	0,0049	0,0051	0,0002	-0,1619	0,0070	0,0002	0,0001
86	2	0,0024	0,0050	0,0026	0,8010	1,0925	0,0026	0,0018
87	3	0,0037	0,0050	0,0013	0,2855	0,2836	0,0013	0,0009
88	6	0,0073	0,0049	-0,0024	0,7347	0,9643	0,0024	0,0017
89	1	0,0012	0,0049	0,0036	1,2475	2,2349	0,0036	0,0026
90	7	0,0085	0,0048	-0,0037	1,2929	2,3768	0,0037	0,0026
91	1	0,0012	0,0047	0,0035	1,2171	2,1534	0,0035	0,0025
92	3	0,0037	0,0047	0,0010	0,1811	0,1895	0,0010	0,0007
93	2	0,0024	0,0046	0,0022	0,6742	0,8624	0,0022	0,0016
94	4	0,0049	0,0046	-0,0003	-0,1409	0,0136	0,0003	0,0002
95	3	0,0037	0,0045	0,0009	0,1212	0,1441	0,0009	0,0006
96	0	0,0000	0,0045	0,0045	1,6659	3,6949	0,0045	0,0032
97	2	0,0024	0,0045	0,0020	0,6064	0,7508	0,0020	0,0014
98	2	0,0024	0,0044	0,0020	0,5899	0,7249	0,0020	0,0014
99	3	0,0037	0,0044	0,0007	0,0442	0,0950	0,0007	0,0005

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

O teste Z revelou 3 categorias cujas estatísticas foram maiores que 1,96. São elas: 25, 32 e 45. Quanto aos testes de conformidade geral da base de dados, o Qui-Quadrado resultou em 213,48 e o DAM resultou em 0,0025. Sendo o valor crítico da estatística qui-quadrado para 5% de significância e 89 graus de liberdade é 112,02, o resultado mostrou desconformidade dos dados. De acordo com a tabela 5 sugerida por Nigrini (2020), o DAM encontra-se em não-conformidade.

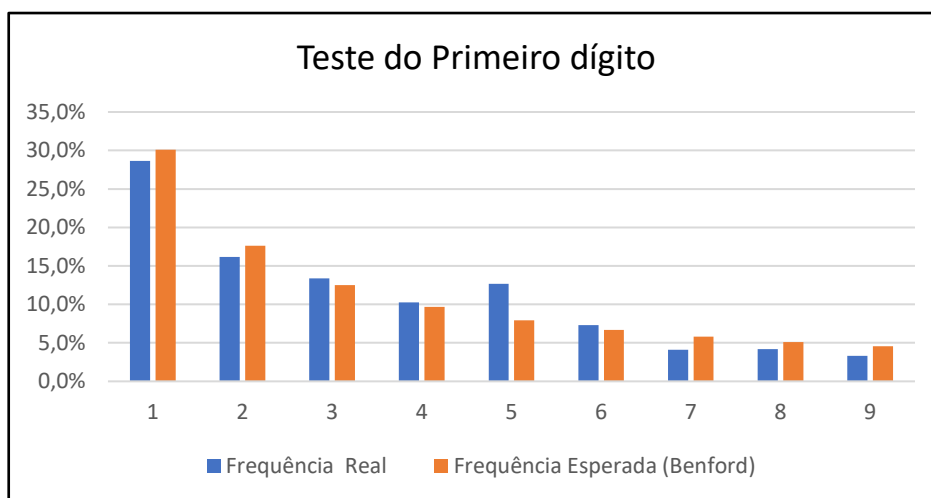
#### 4.4.9 Sergipe

O Estado de Sergipe realizou 50 pregões eletrônicos. Dos pregões analisados, resultaram em 480 itens distintos, sendo que só foi possível o acesso aos valores homologados de 412, pois 68 itens haviam sido cancelados antes da disputa de lances ou logo após a fase de

juízo das propostas. Os pregões homologados totalizaram o montante de R\$ 18.588.783,51 milhões.

Os resultados encontrados e demonstrados no gráfico 45, representam graficamente a comparação da frequência esperada por Benford com a frequência real para os primeiros dígitos dos pregões eletrônicos homologados. Os dados foram comparados na forma gráfica:

**Gráfico 45** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para Sergipe



Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 45, houve um pico significativo na frequência real dos primeiros dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se que apenas o dígito 4 se afastou da curva de Benford.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

**Tabela 72** - Resultados dos Primeiros Dígitos para Sergipe

1º Dígito	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste X <sup>2</sup>	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor X <sup>2</sup> Crítico	Valor K-S Crítico
1	286	25,8%	333	30,10%	0,055	6,697	6,642	0,0105	1,96	15,51	0,003
2	199	18,0%	195	17,61%	2,464	0,085	2,379				
3	166	15,0%	138	12,49%	2,539	5,545	3,006				
4	146	13,2%	107	9,69%	0,762	13,976	13,214				
5	85	7,7%	88	7,92%	-0,020	0,080	0,104				
6	68	6,1%	74	6,69%	0,078	0,504	0,426				
7	68	6,1%	64	5,80%	0,716	0,225	0,491				
8	51	4,6%	57	5,12%	0,314	0,559	0,245				
9	38	3,4%	51	4,58%	1,030	3,161	2,131				
<b>Total</b>	<b>1107</b>	<b>100%</b>	<b>1107</b>	<b>100%</b>		<b>30,831</b>					

Fonte: Elaborada pelo autor.

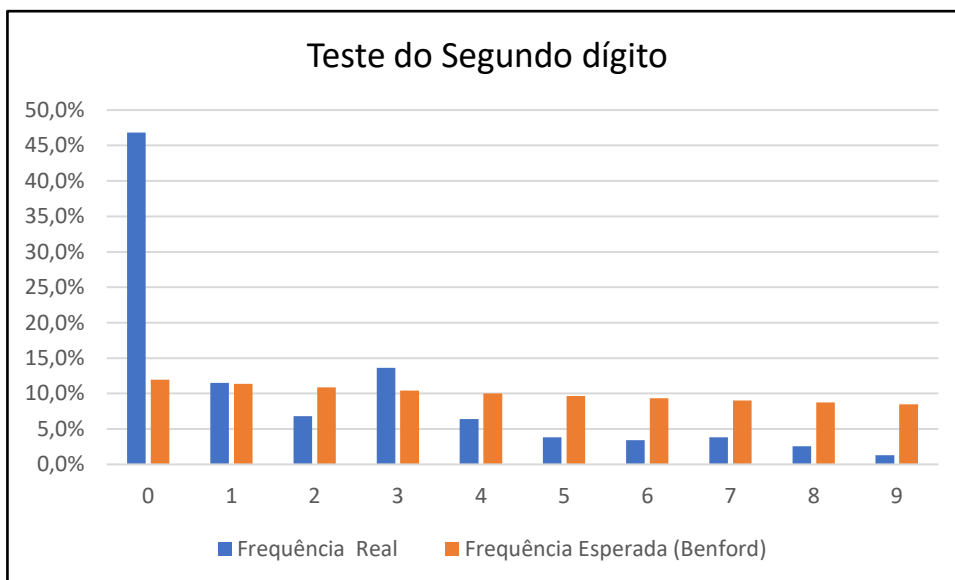
Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos primeiros dígitos, apenas os dígitos 2 e 3 mostraram-se destoantes em relação ao valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com estes dígitos estão em desconformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (30,83) é superior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o primeiro dígito foi calculado em 0,0105, o que denota, segundo a tabela 5, uma conformidade aceitável com a Lei de Benford.

Destaca-se os pregões homologados com os primeiros dígitos 3 possuem uma frequência esperada de 138, enquanto a frequência observada foi de 166, indicando um excesso de 28 valores de pregões, o que pode representar manipulação intencional nesse dígito.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade para os valores que se iniciam com o dígito 2 e 3.

**Gráfico 46** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para Sergipe



Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 47, houve pico significativo nas frequências reais dos segundos dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se que apenas o dígito zero se afastou da curva de Benford.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

**Tabela 73** - Resultados dos Segundos Dígitos para Sergipe

2º Dígito	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste $\chi^2$	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor $\chi^2$ Crítico	Valor K-S Crítico
0	110	48,9%	28	11,97%	16,352	238,28	221,93	0,0580	1,96	15,51	0,003
1	27	10,9%	27	11,39%	-0,055	0,002	0,057				
2	16	6,5%	26	10,88%	1,900	3,581	1,681				
3	32	6,5%	25	10,43%	1,492	2,289	0,797				
4	15	14,1%	24	10,03%	1,753	3,116	1,363				
5	9	5,4%	23	9,67%	2,919	8,289	5,370				
6	8	4,3%	22	9,34%	3,015	8,865	5,850				
7	9	1,1%	21	9,04%	2,672	7,057	4,385				
8	6	2,2%	21	8,76%	3,250	10,335	7,085				
9	3	0,0%	20	8,50%	3,854	14,426	10,572				
<b>Total</b>	<b>235</b>	<b>100,0%</b>	<b>235</b>	<b>100,00%</b>		<b>296,24</b>					

Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos segundos dígitos, os dígitos 0, 5, 6, 7, 8 e 9 mostraram-se destoantes em relação ao valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com estes dígitos estão em desconformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (296,24) é superior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o primeiro dígito foi calculado em 0,0580, o que denota, segundo a tabela 5, uma não-conformidade com a Lei de Benford.

Destaca-se os pregões homologados com os segundos dígitos zero possuem uma frequência esperada de 28, enquanto a frequência observada foi de 110, indicando um excesso de 82 valores de pregões, o que pode representar manipulação intencional nesse dígito.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de

Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade para os valores que se iniciam com os dígitos 0, 5, 6, 7, 8 e 9.

**Tabela 74** - Resultados dos Dois Primeiros Dígitos para Sergipe

Dígitos	Contagem	Real	Benford	Diferença	Teste Z	Qui Quadrado	K-S	MAD
10	17	0,0592	0,0414	-0,0178	1,3691	2,2069	0,0178	0,0126
11	12	0,0418	0,0378	-0,0040	0,2027	0,1229	0,0040	0,0028
12	15	0,0523	0,0348	-0,0175	1,4576	2,5292	0,0175	0,0124
13	7	0,0244	0,0322	0,0078	0,5810	0,5418	0,0078	0,0055
14	13	0,0453	0,0300	-0,0153	1,3505	2,2519	0,0153	0,0108
15	10	0,0348	0,0280	-0,0068	0,5206	0,4755	0,0068	0,0048
16	9	0,0314	0,0263	-0,0050	0,3479	0,2758	0,0050	0,0036
17	7	0,0244	0,0248	0,0004	-0,1425	0,0022	0,0004	0,0003
18	5	0,0174	0,0235	0,0061	0,4830	0,4488	0,0061	0,0043
19	1	0,0035	0,0223	0,0188	1,9572	4,5497	0,0188	0,0133
20	4	0,0139	0,0212	0,0073	0,6481	0,7123	0,0073	0,0051
21	1	0,0035	0,0202	0,0167	1,8034	3,9708	0,0167	0,0118
22	3	0,0105	0,0193	0,0089	0,8754	1,1650	0,0089	0,0063
23	4	0,0139	0,0185	0,0045	0,3527	0,3209	0,0045	0,0032
24	9	0,0314	0,0177	-0,0136	1,5261	3,0075	0,0136	0,0096
25	3	0,0105	0,0170	0,0066	0,6334	0,7296	0,0066	0,0047
26	4	0,0139	0,0164	0,0025	0,0949	0,1054	0,0025	0,0017
27	1	0,0035	0,0158	0,0123	1,4359	2,7536	0,0123	0,0087
28	6	0,0209	0,0152	-0,0057	0,5426	0,6046	0,0057	0,0040
29	2	0,0070	0,0147	0,0078	0,8457	1,1722	0,0078	0,0055
30	5	0,0174	0,0142	-0,0032	0,2058	0,2040	0,0032	0,0022
31	1	0,0035	0,0138	0,0103	1,2438	2,2099	0,0103	0,0073
32	3	0,0105	0,0134	0,0029	0,1724	0,1820	0,0029	0,0021
33	3	0,0105	0,0130	0,0025	0,1153	0,1397	0,0025	0,0018
34	3	0,0105	0,0126	0,0021	0,0599	0,1040	0,0021	0,0015
35	4	0,0139	0,0122	-0,0017	-0,0061	0,0680	0,0017	0,0012
36	4	0,0139	0,0119	-0,0020	0,0462	0,1002	0,0020	0,0014
37	8	0,0279	0,0116	-0,0163	2,3039	6,5779	0,0163	0,0115
38	5	0,0174	0,0113	-0,0061	0,7056	0,9593	0,0061	0,0043
39	1	0,0035	0,0110	0,0075	0,9372	1,4726	0,0075	0,0053
40	6	0,0209	0,0107	-0,0102	1,3882	2,7746	0,0102	0,0072
41	0	0,0000	0,0105	0,0105	1,4522	3,0036	0,0105	0,0074
42	4	0,0139	0,0102	-0,0037	0,3328	0,3883	0,0037	0,0026
43	0	0,0000	0,0100	0,0100	1,4044	2,8655	0,0100	0,0071
44	6	0,0209	0,0098	-0,0111	1,6205	3,6533	0,0111	0,0079
45	2	0,0070	0,0095	0,0026	0,1454	0,1996	0,0026	0,0018
46	3	0,0105	0,0093	-0,0011	-0,1108	0,0381	0,0011	0,0008



47	2	0,0070	0,0091	0,0022	0,0770	0,1485	0,0022	0,0015
48	2	0,0070	0,0090	0,0020	0,0439	0,1264	0,0020	0,0014
49	5	0,0174	0,0088	-0,0086	1,2545	2,4462	0,0086	0,0061
50	3	0,0105	0,0086	-0,0019	0,0203	0,1146	0,0019	0,0013
51	2	0,0070	0,0084	0,0015	-0,0514	0,0730	0,0015	0,0010
52	0	0,0000	0,0083	0,0083	1,2214	2,3742	0,0083	0,0058
53	4	0,0139	0,0081	-0,0058	0,7698	1,1973	0,0058	0,0041
54	2	0,0070	0,0080	0,0010	-0,1414	0,0360	0,0010	0,0007
55	3	0,0105	0,0078	-0,0026	0,1702	0,2532	0,0026	0,0019
56	0	0,0000	0,0077	0,0077	1,1531	2,2061	0,0077	0,0054
57	4	0,0139	0,0076	-0,0064	0,9083	1,5487	0,0064	0,0045
58	3	0,0105	0,0074	-0,0030	0,2539	0,3547	0,0030	0,0021
59	3	0,0105	0,0073	-0,0032	0,2809	0,3911	0,0032	0,0022
60	5	0,0174	0,0072	-0,0102	1,7059	4,1947	0,0102	0,0072
61	2	0,0070	0,0071	0,0001	-0,3336	0,0004	0,0001	0,0001
62	1	0,0035	0,0069	0,0035	0,3513	0,4957	0,0035	0,0024
63	5	0,0174	0,0068	-0,0106	1,8171	4,6991	0,0106	0,0075
64	2	0,0070	0,0067	-0,0002	-0,3122	0,0024	0,0002	0,0002
65	1	0,0035	0,0066	0,0031	0,2931	0,4285	0,0031	0,0022
66	2	0,0070	0,0065	-0,0004	-0,2743	0,0084	0,0004	0,0003
67	2	0,0070	0,0064	-0,0005	-0,2559	0,0127	0,0005	0,0004
68	1	0,0035	0,0063	0,0029	0,2377	0,3692	0,0029	0,0020
69	3	0,0105	0,0062	-0,0042	0,5292	0,8117	0,0042	0,0030
70	0	0,0000	0,0062	0,0062	0,9566	1,7680	0,0062	0,0044
71	1	0,0035	0,0061	0,0026	0,1848	0,3169	0,0026	0,0018
72	2	0,0070	0,0060	-0,0010	-0,1677	0,0459	0,0010	0,0007
73	0	0,0000	0,0059	0,0059	0,9210	1,6958	0,0059	0,0042
74	1	0,0035	0,0058	0,0023	0,1342	0,2708	0,0023	0,0017
75	1	0,0035	0,0058	0,0023	0,1178	0,2566	0,0023	0,0016
76	4	0,0139	0,0057	-0,0083	1,4697	3,4493	0,0083	0,0058
77	0	0,0000	0,0056	0,0056	0,8764	1,6083	0,0056	0,0040
78	0	0,0000	0,0055	0,0055	0,8657	1,5878	0,0055	0,0039
79	2	0,0070	0,0055	-0,0015	-0,0543	0,1191	0,0015	0,0011
80	3	0,0105	0,0054	-0,0051	0,7668	1,3609	0,0051	0,0036
81	1	0,0035	0,0053	0,0018	0,0238	0,1832	0,0018	0,0013
82	1	0,0035	0,0053	0,0018	0,0088	0,1727	0,0018	0,0013
83	1	0,0035	0,0052	0,0017	-0,0060	0,1627	0,0017	0,0012
84	3	0,0105	0,0051	-0,0053	0,8461	1,5765	0,0053	0,0038
85	2	0,0070	0,0051	-0,0019	0,0350	0,2016	0,0019	0,0013
86	0	0,0000	0,0050	0,0050	0,7859	1,4410	0,0050	0,0036
87	1	0,0035	0,0050	0,0015	-0,0634	0,1265	0,0015	0,0010
88	0	0,0000	0,0049	0,0049	0,7673	1,4084	0,0049	0,0035
89	5	0,0174	0,0049	-0,0126	2,6395	9,3438	0,0126	0,0089
90	0	0,0000	0,0048	0,0048	0,7493	1,3773	0,0048	0,0034

91	2	0,0070	0,0047	-0,0022	0,1183	0,2986	0,0022	0,0016
92	1	0,0035	0,0047	0,0012	-0,1317	0,0896	0,0012	0,0009
93	0	0,0000	0,0046	0,0046	0,7232	1,3331	0,0046	0,0033
94	1	0,0035	0,0046	0,0011	-0,1580	0,0771	0,0011	0,0008
95	1	0,0035	0,0045	0,0011	-0,1709	0,0714	0,0011	0,0008
96	1	0,0035	0,0045	0,0010	-0,1837	0,0659	0,0010	0,0007
97	0	0,0000	0,0045	0,0045	0,6900	1,2784	0,0045	0,0031
98	2	0,0070	0,0044	-0,0026	0,2090	0,4264	0,0026	0,0018
99	3	0,0105	0,0044	-0,0061	1,1169	2,4372	0,0061	0,0043

**Fonte:** Elaborada pelo autor.

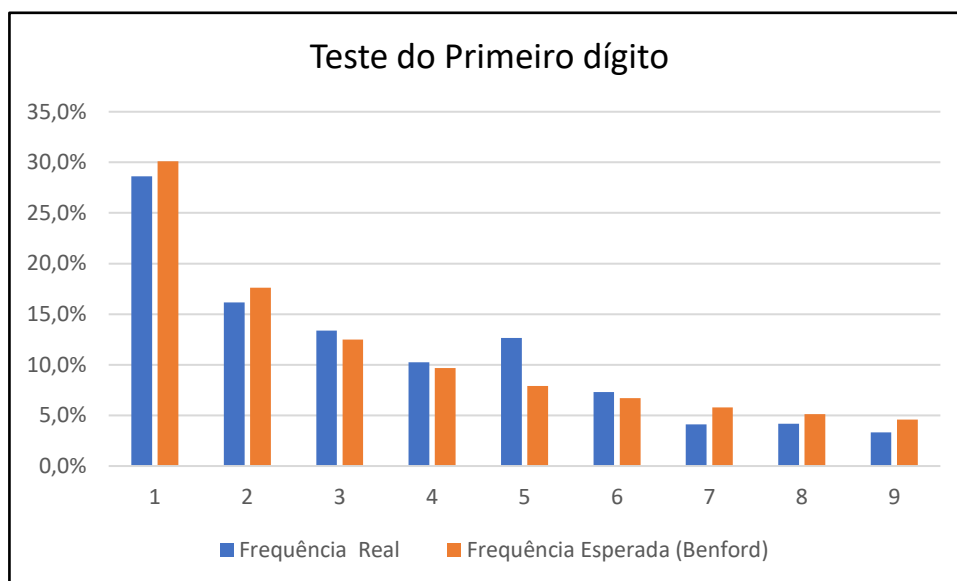
O teste Z revelou 2 categorias cujas estatísticas foram maiores que 1,96. São elas: 37 e 89. Quanto aos testes de conformidade geral da base de dados, o Qui-Quadrado resultou em 109,73 e o DAM resultou em 0,0039. Sendo o valor crítico da estatística qui-quadrado para 5% de significância e 89 graus de liberdade é 112,02, o resultado mostrou estar em conformidade com os dados. De acordo com a tabela 5 sugerida por Nigrini (2020), o DAM encontra-se em não-conformidade.

## 4.5 Região Centro-Oeste

### 4.5.1 Goiás

O Estado de Goiás realizou 137 pregões eletrônicos. Dos pregões analisados, resultaram em 1.706 itens distintos, sendo que só foi possível o acesso aos valores homologados de 1.499, pois 207 itens haviam sido cancelados antes da disputa de lances ou logo após a fase de julgamento das propostas. Os pregões homologados totalizaram o montante de R\$ 51.161.397,44 milhões.

Os resultados encontrados e demonstrados no gráfico 47, representam graficamente a comparação da frequência esperada por Benford com a frequência real para os primeiros dígitos dos pregões eletrônicos homologados. Os dados foram comparados na forma gráfica:

**Gráfico 47** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para Goiás

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 47, houve pico significativo nas frequências reais dos primeiros dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se que o dígito 5 foi o que mais se afastou da curva de Benford.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

**Tabela 75** - Resultados dos Primeiros Dígitos para Goiás

1º Dígito	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste X <sup>2</sup>	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor X <sup>2</sup> Crítico	Valor K-S Crítico
1	451	30,1%	451	30,10%	-0,017	0,000	0,017	0,0051	1,96	15,51	0,003
2	237	15,8%	264	17,61%	1,795	2,754	0,959				
3	208	13,9%	187	12,49%	1,584	2,292	0,708				
4	147	9,8%	145	9,69%	0,109	0,021	0,088				
5	131	8,7%	119	7,92%	1,127	1,276	0,149				
6	78	5,2%	100	6,69%	2,252	4,979	2,727				
7	89	5,9%	87	5,80%	0,172	0,049	0,123				
8	85	5,7%	77	5,12%	0,908	0,903	0,005				
9	73	4,9%	69	4,58%	0,475	0,283	0,192				
<b>Total</b>	<b>1499</b>		<b>1499</b>	<b>100%</b>		<b>12,557</b>					

Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos primeiros dígitos, apenas o dígito 6 se mostrou destoante em relação ao valor crítico (1,96). Desse modo, é

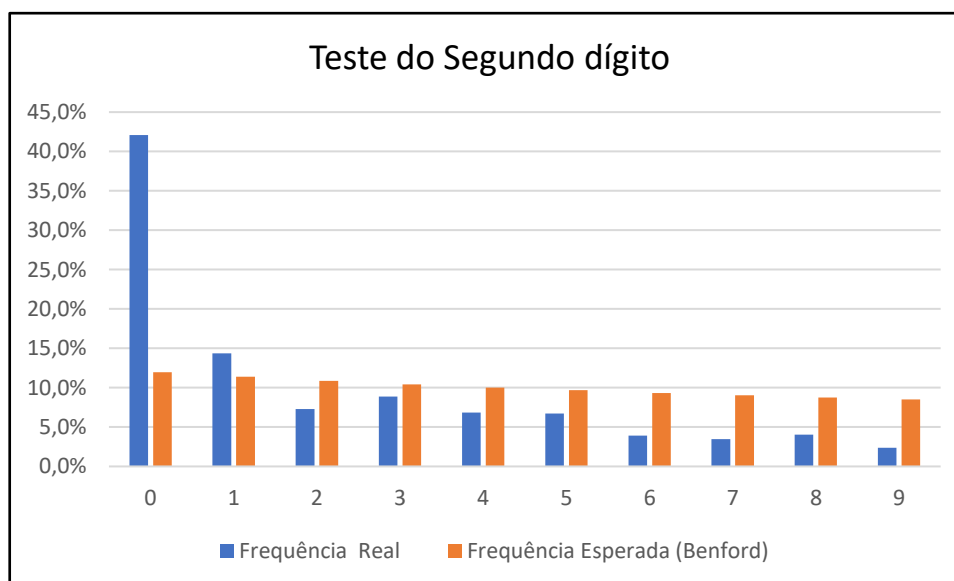
possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com este dígito estão em desconformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (12,55) é inferior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o primeiro dígito foi calculado em 0,0051, o que denota, segundo a tabela 5, uma estreita conformidade com a Lei de Benford.

Destaca-se os pregões homologados com os primeiros dígitos 6 possuem uma frequência esperada de 78, enquanto a frequência observada foi de 100, indicando um excesso de 22 valores de pregões, o que pode representar manipulação intencional nesse dígito.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade para os valores que se iniciam com o dígito 6.

**Gráfico 48** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para Goiás



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 48, houve pico significativo na frequência real dos segundos dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se o dígito zero foi o que mais se afastou da curva de Benford.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

**Tabela 76** - Resultados dos Segundos Dígitos para Goiás

2º Dígitos	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste $\chi^2$	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor $\chi^2$ Crítico	Valor K-S Crítico
0	375	48,9%	107	11,97%	27,643	675,18	647,54	0,0580	1,96	15,51	0,003
1	128	10,9%	101	11,39%	2,743	6,928	4,185				
2	65	6,5%	97	10,88%	3,383	10,524	7,141				
3	79	6,5%	93	10,43%	1,472	2,088	0,616				
4	61	14,1%	89	10,03%	3,108	9,004	5,896				
5	60	5,4%	86	9,67%	2,909	7,943	5,034				
6	35	4,3%	83	9,34%	5,494	27,940	22,446				
7	31	1,1%	81	9,04%	5,730	30,477	24,747				
8	36	2,2%	78	8,76%	4,924	22,656	17,732				
9	21	0,0%	76	8,50%	6,515	39,558	33,043				
<b>Total</b>	<b>891</b>	<b>100,0%</b>	<b>891</b>	<b>100,00%</b>		<b>832,30</b>					

Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos segundos dígitos, apenas o dígito 3 mostrou-se inferior ao valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com estes dígitos estão em desconformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (832,30) é superior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o segundo dígito foi calculado em 0,0580, o que denota, segundo a tabela 5, uma não-conformidade com a Lei de Benford.

Destaca-se os pregões homologados com os segundos dígitos zero possuem uma frequência esperada de 107, enquanto a frequência observada foi de 375, indicando um excesso de 268 valores de pregões, o que pode representar manipulação intencional nesse dígito.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade para os valores que se iniciam com os dígitos 0, 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8 e 9.

Tabela 77 - Resultados dos Dois Primeiros Dígitos para Goiás

Dígitos	Contagem	Real	Benford	Diferença	Teste Z	Qui Quadrado	K-S	MAD
10	53	0,0539	0,0414	-0,0125	1,8912	3,7249	0,0125	0,0089
11	44	0,0448	0,0378	-0,0070	1,0628	1,2646	0,0070	0,0049
12	41	0,0417	0,0348	-0,0069	1,1020	1,3647	0,0069	0,0049
13	30	0,0305	0,0322	0,0017	0,2056	0,0848	0,0017	0,0012
14	31	0,0315	0,0300	-0,0016	0,1957	0,0812	0,0016	0,0011
15	37	0,0376	0,0280	-0,0096	1,7291	3,2397	0,0096	0,0068
16	22	0,0224	0,0263	0,0039	0,6736	0,5821	0,0039	0,0028
17	21	0,0214	0,0248	0,0035	0,5948	0,4742	0,0035	0,0024
18	23	0,0234	0,0235	0,0001	-0,0881	0,0003	0,0001	0,0001
19	21	0,0214	0,0223	0,0009	0,0859	0,0368	0,0009	0,0006
20	24	0,0244	0,0212	-0,0032	0,5915	0,4827	0,0032	0,0023
21	18	0,0183	0,0202	0,0019	0,3083	0,1742	0,0019	0,0013
22	19	0,0193	0,0193	0,0000	-0,1106	0,0000	0,0000	0,0000
23	20	0,0203	0,0185	-0,0019	0,3151	0,1845	0,0019	0,0013
24	23	0,0234	0,0177	-0,0057	1,2260	1,7819	0,0057	0,0040
25	23	0,0234	0,0170	-0,0064	1,4189	2,3376	0,0064	0,0045
26	7	0,0071	0,0164	0,0093	2,1633	5,1530	0,0093	0,0066
27	13	0,0132	0,0158	0,0026	0,5182	0,4109	0,0026	0,0018
28	18	0,0183	0,0152	-0,0031	0,6559	0,6084	0,0031	0,0022
29	7	0,0071	0,0147	0,0076	1,8465	3,8586	0,0076	0,0054
30	19	0,0193	0,0142	-0,0051	1,2118	1,7871	0,0051	0,0036
31	21	0,0214	0,0138	-0,0076	1,8999	4,0907	0,0076	0,0054
32	13	0,0132	0,0134	0,0001	-0,1009	0,0014	0,0001	0,0001
33	15	0,0153	0,0130	-0,0023	0,4949	0,3991	0,0023	0,0016
34	6	0,0061	0,0126	0,0065	1,6807	3,2842	0,0065	0,0046
35	17	0,0173	0,0122	-0,0051	1,2979	2,0568	0,0051	0,0036
36	9	0,0092	0,0119	0,0027	0,6462	0,6218	0,0027	0,0019
37	8	0,0081	0,0116	0,0034	0,8600	1,0064	0,0034	0,0024
38	10	0,0102	0,0113	0,0011	0,1780	0,1070	0,0011	0,0008
39	11	0,0112	0,0110	-0,0002	-0,0943	0,0034	0,0002	0,0001
40	17	0,0173	0,0107	-0,0066	1,8451	3,9569	0,0066	0,0046
41	7	0,0071	0,0105	0,0033	0,8737	1,0506	0,0033	0,0024
42	10	0,0102	0,0102	0,0000	-0,1442	0,0002	0,0000	0,0000
43	8	0,0081	0,0100	0,0018	0,4217	0,3355	0,0018	0,0013
44	6	0,0061	0,0098	0,0037	1,0038	1,3463	0,0037	0,0026
45	9	0,0092	0,0095	0,0004	-0,0384	0,0156	0,0004	0,0003
46	3	0,0031	0,0093	0,0063	1,8838	4,1615	0,0063	0,0044
47	8	0,0081	0,0091	0,0010	0,1635	0,1086	0,0010	0,0007
48	11	0,0112	0,0090	-0,0022	0,5747	0,5485	0,0022	0,0016
49	7	0,0071	0,0088	0,0017	0,3847	0,3061	0,0017	0,0012
50	19	0,0193	0,0086	-0,0107	3,4701	13,1558	0,0107	0,0076

51	4	0,0041	0,0084	0,0044	1,3219	2,2199	0,0044	0,0031
52	9	0,0092	0,0083	-0,0009	0,1296	0,0927	0,0009	0,0006
53	5	0,0051	0,0081	0,0030	0,8815	1,1128	0,0030	0,0021
54	7	0,0071	0,0080	0,0008	0,1196	0,0887	0,0008	0,0006
55	4	0,0041	0,0078	0,0038	1,1555	1,7723	0,0038	0,0027
56	3	0,0031	0,0077	0,0046	1,4813	2,7472	0,0046	0,0033
57	3	0,0031	0,0076	0,0045	1,4458	2,6369	0,0045	0,0032
58	6	0,0061	0,0074	0,0013	0,2964	0,2308	0,0013	0,0009
59	11	0,0112	0,0073	-0,0039	1,2458	2,0389	0,0039	0,0028
60	9	0,0092	0,0072	-0,0020	0,5453	0,5352	0,0020	0,0014
61	2	0,0020	0,0071	0,0050	1,6919	3,5180	0,0050	0,0036
62	4	0,0041	0,0069	0,0029	0,8949	1,1731	0,0029	0,0020
63	5	0,0051	0,0068	0,0018	0,4734	0,4416	0,0018	0,0012
64	3	0,0031	0,0067	0,0037	1,2164	1,9787	0,0037	0,0026
65	5	0,0051	0,0066	0,0015	0,4000	0,3535	0,0015	0,0011
66	5	0,0051	0,0065	0,0014	0,3642	0,3140	0,0014	0,0010
67	6	0,0061	0,0064	0,0003	-0,0699	0,0167	0,0003	0,0002
68	2	0,0020	0,0063	0,0043	1,4998	2,8742	0,0043	0,0030
69	2	0,0020	0,0062	0,0042	1,4744	2,7939	0,0042	0,0030
70	6	0,0061	0,0062	0,0001	-0,1812	0,0005	0,0001	0,0000
71	2	0,0020	0,0061	0,0040	1,4248	2,6408	0,0040	0,0029
72	4	0,0041	0,0060	0,0019	0,5739	0,6057	0,0019	0,0014
73	5	0,0051	0,0059	0,0008	0,1283	0,1125	0,0008	0,0006
74	1	0,0010	0,0058	0,0048	1,7724	3,9049	0,0048	0,0034
75	7	0,0071	0,0058	-0,0014	0,3566	0,3201	0,0014	0,0010
76	5	0,0051	0,0057	0,0006	0,0342	0,0604	0,0006	0,0004
77	8	0,0081	0,0056	-0,0025	0,8509	1,1268	0,0025	0,0018
78	6	0,0061	0,0055	-0,0006	0,0265	0,0580	0,0006	0,0004
79	14	0,0142	0,0055	-0,0088	3,5180	13,8689	0,0088	0,0062
80	12	0,0122	0,0054	-0,0068	2,6981	8,4561	0,0068	0,0048
81	6	0,0061	0,0053	-0,0008	0,1147	0,1108	0,0008	0,0005
82	6	0,0061	0,0053	-0,0008	0,1434	0,1316	0,0008	0,0006
83	3	0,0031	0,0052	0,0021	0,7151	0,8731	0,0021	0,0015
84	4	0,0041	0,0051	0,0011	0,2463	0,2192	0,0011	0,0008
85	2	0,0020	0,0051	0,0030	1,1186	1,7943	0,0030	0,0022
86	5	0,0051	0,0050	-0,0001	-0,1965	0,0008	0,0001	0,0000
87	1	0,0010	0,0050	0,0039	1,5336	3,0840	0,0039	0,0028
88	5	0,0051	0,0049	-0,0002	-0,1478	0,0064	0,0002	0,0001
89	5	0,0051	0,0049	-0,0002	-0,1239	0,0111	0,0002	0,0002
90	10	0,0102	0,0048	-0,0054	2,2073	5,9159	0,0054	0,0038
91	2	0,0020	0,0047	0,0027	1,0050	1,5231	0,0027	0,0019
92	7	0,0071	0,0047	-0,0024	0,8794	1,2322	0,0024	0,0017
93	3	0,0031	0,0046	0,0016	0,5000	0,5371	0,0016	0,0011
94	5	0,0051	0,0046	-0,0005	-0,0083	0,0515	0,0005	0,0003

95	6	0,0061	0,0045	-0,0016	0,4881	0,5234	0,0016	0,0011
96	2	0,0020	0,0045	0,0025	0,9168	1,3282	0,0025	0,0017
97	3	0,0031	0,0045	0,0014	0,4208	0,4341	0,0014	0,0010
98	8	0,0081	0,0044	-0,0037	1,5240	3,1006	0,0037	0,0026
99	6	0,0061	0,0044	-0,0017	0,5851	0,6810	0,0017	0,0012

Fonte: Elaborado pelo autor.

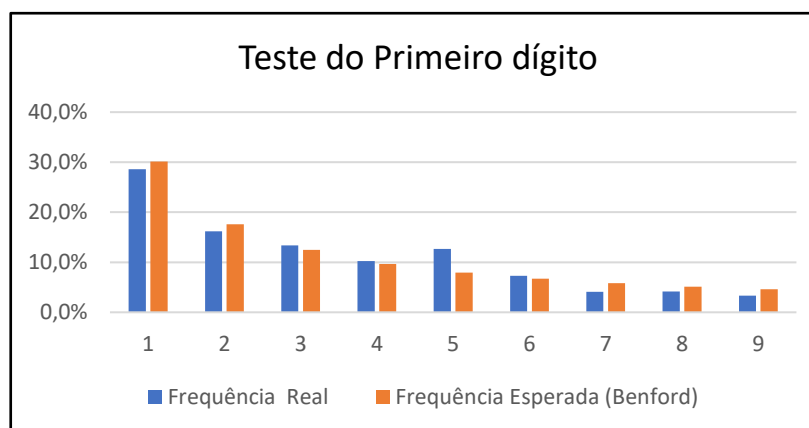
O teste Z revelou 5 categorias cujas estatísticas foram maiores que 1,96. São elas: 26, 50, 79, 80 e 90. Quanto aos testes de conformidade geral da base de dados, o Qui-Quadrado resultou em 143,84 e o DAM resultou em 0,0022. Sendo o valor crítico da estatística qui-quadrado para 5% de significância e 89 graus de liberdade é 112,02, o resultado mostrou desconformidade dos dados. De acordo com a tabela 5 sugerida por Nigrini (2020), o DAM encontra-se em não-conformidade.

#### 4.5.2 Mato Grosso

O Estado do Mato Grosso realizou 131 pregões eletrônicos. Dos pregões analisados, resultaram em 2.608 itens distintos, sendo que só foi possível o acesso aos valores homologados de 2.373, pois 235 itens haviam sido cancelados antes da disputa de lances ou logo após a fase de julgamento das propostas. Os pregões homologados totalizaram o montante de R\$ 17.999.650,48 milhões.

Os resultados encontrados e demonstrados no gráfico 50, representam graficamente a comparação da frequência esperada por Benford com a frequência real para os primeiros dígitos dos pregões eletrônicos homologados. Os dados foram comparados na forma gráfica:

**Gráfico 49** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para Mato Grosso



Fonte: Elaborado pelo autor.



Conforme se observa no gráfico 47, houve pico significativo na frequência real dos primeiros dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se que o dígito 5 foi o que mais se afastou da curva de Benford.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

**Tabela 78** - Resultados dos Primeiros Dígitos para Mato Grosso

1º Dígito	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste $\chi^2$	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor $\chi^2$ Crítico	Valor K-S Crítico
1	719	30,3%	714	30,10%	0,189	0,030	0,159	0,0104	1,96	15,51	0,003
2	343	14,5%	418	17,61%	4,009	13,413	9,404				
3	404	17,0%	296	12,49%	6,651	38,993	32,342				
4	259	10,9%	230	9,69%	1,982	3,665	1,683				
5	180	7,6%	188	7,92%	0,566	0,332	0,234				
6	95	4,0%	159	6,69%	5,197	25,674	20,477				
7	133	5,6%	138	5,80%	0,363	0,155	0,208				
8	115	4,8%	121	5,12%	0,559	0,336	0,223				
9	125	5,3%	109	4,58%	1,553	2,482	0,929				
<b>Total</b>	<b>2373</b>	<b>100%</b>	<b>2373</b>	<b>100%</b>		<b>85,080</b>					

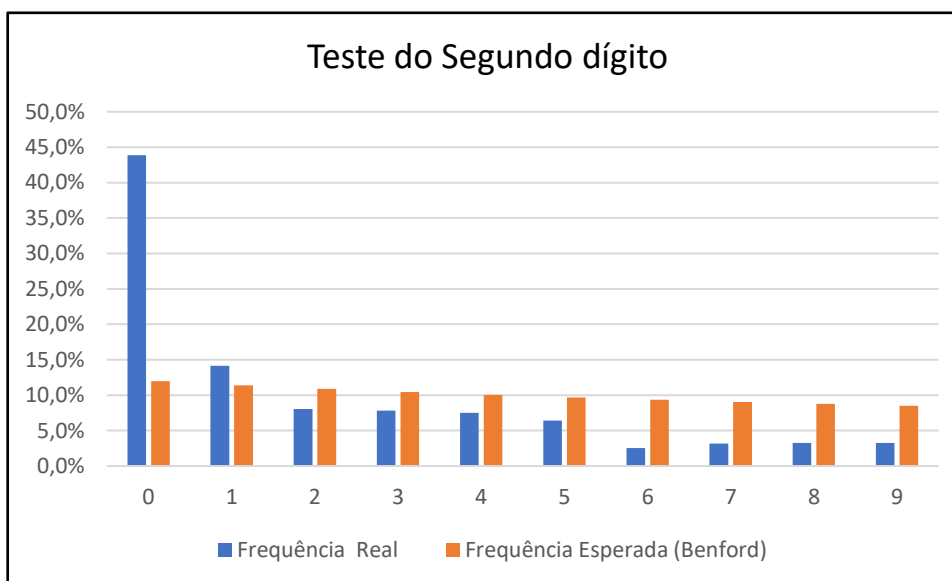
Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos primeiros dígitos, apenas os dígitos 2, 3 e 6 mostraram-se destoantes em relação ao valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com estes dígitos estão em desconformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (85,80) é superior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o primeiro dígito foi calculado em 0,0104, o que denota, segundo a tabela 5, uma conformidade aceitável com a Lei de Benford.

Destaca-se os pregões homologados com os primeiros dígitos 3 possuem uma frequência esperada de 296, enquanto a frequência observada foi de 404, indicando um excesso de 108 valores de pregões, o que pode representar manipulação intencional nesse dígito.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade para os valores que se iniciam com os dígitos 2, 3 e 6.

**Gráfico 50** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para Mato Grosso

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 51, houve pico significativo na frequência real dos segundos dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se que apenas o dígito zero se afastou da curva de Benford.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

**Tabela 79** - Resultados dos Segundos Dígitos para Mato Grosso

2º Dígito	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste $\chi^2$	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor $\chi^2$ Crítico	Valor K-S Crítico
0	539	48,9%	147	11,97%	34,393	1043,95	1009,56	0,0580	1,96	15,51	0,003
1	174	10,9%	140	11,39%	3,009	8,266	5,257				
2	99	6,5%	134	10,88%	3,134	9,013	5,879				
3	96	6,5%	128	10,43%	2,957	8,081	5,124				
4	92	14,1%	123	10,03%	2,922	7,932	5,010				
5	79	5,4%	119	9,67%	3,797	13,358	9,561				
6	31	4,3%	115	9,34%	8,194	61,161	52,967				
7	39	1,1%	111	9,04%	7,123	46,792	39,669				
8	40	2,2%	108	8,76%	6,776	42,522	35,746				
9	40	0,0%	104	8,50%	6,543	39,781	33,238				
<b>Total</b>	<b>1229</b>	<b>100,0%</b>	<b>1229</b>	<b>100,00%</b>		<b>1280,85</b>					

Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos segundos dígitos, todos os dígitos mostraram-se destoantes em relação ao valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com estes dígitos estão em desconformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (1.280,85) é superior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o segundo dígito foi calculado em 0,0580, o que denota, segundo a tabela 5, uma não-conformidade com a Lei de Benford.

Destaca-se os pregões homologados com os segundos dígitos zero possuem uma frequência esperada de 147, enquanto a frequência observada foi de 539, indicando um excesso de 392 valores de pregões, o que pode representar manipulação intencional nesse dígito.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade todos os valores dos segundos dígitos.

**Tabela 80** - Resultados dos Dois Primeiros Dígitos para Mato Grosso

Dígitos	Contagem	Real	Benford	Diferença	Teste Z	Qui Quadrado	K-S	MAD
10	97	0,0576	0,0414	-0,0162	3,2839	10,7267	0,0162	0,0115
11	65	0,0386	0,0378	-0,0008	0,1153	0,0309	0,0008	0,0006
12	45	0,0267	0,0348	0,0080	1,7306	3,1173	0,0080	0,0057
13	49	0,0291	0,0322	0,0031	0,6446	0,4928	0,0031	0,0022
14	57	0,0339	0,0300	-0,0039	0,8681	0,8565	0,0039	0,0028
15	51	0,0303	0,0280	-0,0023	0,4914	0,3106	0,0023	0,0016
16	40	0,0238	0,0263	0,0026	0,5803	0,4195	0,0026	0,0018
17	47	0,0279	0,0248	-0,0031	0,7398	0,6527	0,0031	0,0022
18	44	0,0261	0,0235	-0,0027	0,6409	0,5082	0,0027	0,0019
19	50	0,0297	0,0223	-0,0074	1,9835	4,1735	0,0074	0,0053
20	52	0,0309	0,0212	-0,0097	2,6808	7,4855	0,0097	0,0069
21	25	0,0149	0,0202	0,0053	1,4730	2,3834	0,0053	0,0038
22	17	0,0101	0,0193	0,0092	2,6557	7,3855	0,0092	0,0065
23	22	0,0131	0,0185	0,0054	1,5578	2,6665	0,0054	0,0038
24	22	0,0131	0,0177	0,0047	1,3554	2,0587	0,0047	0,0033
25	36	0,0214	0,0170	-0,0044	1,2872	1,8757	0,0044	0,0031
26	22	0,0131	0,0164	0,0033	0,9762	1,1308	0,0033	0,0023
27	18	0,0107	0,0158	0,0051	1,5800	2,7706	0,0051	0,0036

28	12	0,0071	0,0152	0,0081	2,6163	7,2631	0,0081	0,0057
29	18	0,0107	0,0147	0,0040	1,2708	1,8547	0,0040	0,0028
30	42	0,0250	0,0142	-0,0107	3,6072	13,5689	0,0107	0,0076
31	8	0,0048	0,0138	0,0090	3,0740	9,9636	0,0090	0,0064
32	15	0,0089	0,0134	0,0045	1,4842	2,4953	0,0045	0,0031
33	19	0,0113	0,0130	0,0017	0,4999	0,3645	0,0017	0,0012
34	33	0,0196	0,0126	-0,0070	2,4733	6,5857	0,0070	0,0050
35	15	0,0089	0,0122	0,0033	1,1288	1,5179	0,0033	0,0023
36	7	0,0042	0,0119	0,0077	2,8159	8,4732	0,0077	0,0055
37	62	0,0368	0,0116	-0,0253	9,5703	92,6985	0,0253	0,0179
38	72	0,0428	0,0113	-0,0315	12,1206	148,0301	0,0315	0,0223
39	35	0,0208	0,0110	-0,0098	3,7388	14,7027	0,0098	0,0069
40	21	0,0125	0,0107	-0,0018	0,5802	0,4827	0,0018	0,0012
41	12	0,0071	0,0105	0,0033	1,2248	1,7890	0,0033	0,0024
42	24	0,0143	0,0102	-0,0040	1,5272	2,6895	0,0040	0,0029
43	17	0,0101	0,0100	-0,0001	-0,0744	0,0023	0,0001	0,0001
44	7	0,0042	0,0098	0,0056	2,2132	5,4089	0,0056	0,0040
45	20	0,0119	0,0095	-0,0023	0,8612	0,9640	0,0023	0,0017
46	28	0,0166	0,0093	-0,0073	2,9853	9,5944	0,0073	0,0052
47	11	0,0065	0,0091	0,0026	0,9958	1,2514	0,0026	0,0018
48	7	0,0042	0,0090	0,0048	1,9590	4,3223	0,0048	0,0034
49	20	0,0119	0,0088	-0,0031	1,2372	1,8548	0,0031	0,0022
50	28	0,0166	0,0086	-0,0080	3,4387	12,6398	0,0080	0,0057
51	9	0,0053	0,0084	0,0031	1,2510	1,9001	0,0031	0,0022
52	6	0,0036	0,0083	0,0047	1,9976	4,5084	0,0047	0,0033
53	0	0,0000	0,0081	0,0081	3,5755	13,6624	0,0081	0,0057
54	14	0,0083	0,0080	-0,0003	0,0242	0,0258	0,0003	0,0002
55	11	0,0065	0,0078	0,0013	0,4620	0,3576	0,0013	0,0009
56	0	0,0000	0,0077	0,0077	3,4711	12,9369	0,0077	0,0054
57	8	0,0048	0,0076	0,0028	1,1858	1,7466	0,0028	0,0020
58	13	0,0077	0,0074	-0,0003	0,0015	0,0204	0,0003	0,0002
59	12	0,0071	0,0073	0,0002	-0,0617	0,0066	0,0002	0,0001
60	8	0,0048	0,0072	0,0024	1,0341	1,3789	0,0024	0,0017
61	0	0,0000	0,0071	0,0071	3,3142	11,8851	0,0071	0,0050
62	8	0,0048	0,0069	0,0022	0,9375	1,1674	0,0022	0,0016
63	10	0,0059	0,0068	0,0009	0,2989	0,1983	0,0009	0,0006
64	0	0,0000	0,0067	0,0067	3,2287	11,3323	0,0067	0,0048
65	16	0,0095	0,0066	-0,0029	1,3037	2,0998	0,0029	0,0020
66	5	0,0030	0,0065	0,0036	1,6618	3,2659	0,0036	0,0025
67	5	0,0030	0,0064	0,0035	1,6245	3,1373	0,0035	0,0024
68	10	0,0059	0,0063	0,0004	0,0524	0,0421	0,0004	0,0003
69	2	0,0012	0,0062	0,0051	2,4799	6,8973	0,0051	0,0036
70	16	0,0095	0,0062	-0,0033	1,5988	3,0596	0,0033	0,0024
71	2	0,0012	0,0061	0,0049	2,4228	6,6141	0,0049	0,0035

72	4	0,0024	0,0060	0,0036	1,7632	3,6688	0,0036	0,0026
73	14	0,0083	0,0059	-0,0024	1,1308	1,6538	0,0024	0,0017
74	19	0,0113	0,0058	-0,0055	2,7821	8,6061	0,0055	0,0039
75	14	0,0083	0,0058	-0,0026	1,2309	1,9267	0,0026	0,0018
76	17	0,0101	0,0057	-0,0044	2,2533	5,8018	0,0044	0,0031
77	0	0,0000	0,0056	0,0056	2,9164	9,4313	0,0056	0,0040
78	5	0,0030	0,0055	0,0026	1,2525	1,9961	0,0026	0,0018
79	3	0,0018	0,0055	0,0037	1,8830	4,1729	0,0037	0,0026
80	16	0,0095	0,0054	-0,0041	2,1364	5,2742	0,0041	0,0029
81	5	0,0030	0,0053	0,0024	1,1613	1,7560	0,0024	0,0017
82	8	0,0048	0,0053	0,0005	0,1212	0,0834	0,0005	0,0004
83	17	0,0101	0,0052	-0,0049	2,6251	7,7686	0,0049	0,0035
84	4	0,0024	0,0051	0,0028	1,4147	2,4997	0,0028	0,0020
85	3	0,0018	0,0051	0,0033	1,7312	3,6016	0,0033	0,0023
86	2	0,0012	0,0050	0,0038	2,0520	4,9234	0,0038	0,0027
87	4	0,0024	0,0050	0,0026	1,3366	2,2688	0,0026	0,0018
88	6	0,0036	0,0049	0,0013	0,6136	0,6179	0,0013	0,0009
89	10	0,0059	0,0049	-0,0011	0,4677	0,4115	0,0011	0,0008
90	25	0,0149	0,0048	-0,0101	5,7929	35,4613	0,0101	0,0071
91	4	0,0024	0,0047	0,0024	1,2371	1,9912	0,0024	0,0017
92	0	0,0000	0,0047	0,0047	2,6394	7,9019	0,0047	0,0033
93	0	0,0000	0,0046	0,0046	2,6232	7,8174	0,0046	0,0033
94	2	0,0012	0,0046	0,0034	1,8865	4,2518	0,0034	0,0024
95	11	0,0065	0,0045	-0,0020	1,0312	1,4631	0,0020	0,0014
96	4	0,0024	0,0045	0,0021	1,1196	1,6867	0,0021	0,0015
97	14	0,0083	0,0045	-0,0039	2,1975	5,6416	0,0039	0,0027
98	21	0,0125	0,0044	-0,0081	4,8121	24,8501	0,0081	0,0057
99	4	0,0024	0,0044	0,0020	1,0523	1,5240	0,0020	0,0014

Fonte: Elaborada pelo autor.

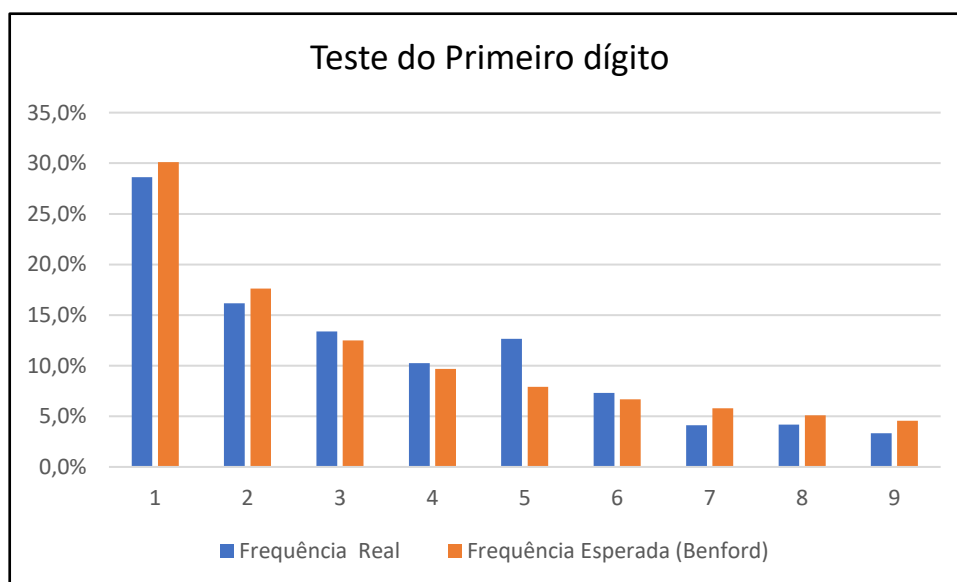
O teste Z revelou 32 categorias cujas estatísticas foram maiores que 1,96. São elas: 10, 19, 20, 22, 28, 30, 31, 34, 36, 37, 38, 39, 44, 45, 50, 52, 53, 56, 61, 64, 69, 71, 74, 76, 77, 80, 83, 86, 90, 92, 93 e 98. Quanto aos testes de conformidade geral da base de dados, o Qui-Quadrado resultou em 642,85 e o DAM resultou em 0,0034. Sendo o valor crítico da estatística qui-quadrado para 5% de significância e 89 graus de liberdade é 112,02, o resultado mostrou desconformidade dos dados. De acordo com a tabela 5 sugerida por Nigrini (2020), o DAM encontra-se em não-conformidade.

#### 4.5.3 Mato Grosso do Sul

O Estado do Mato Grosso do Sul realizou 41 pregões eletrônicos. Dos pregões analisados, resultaram em 459 itens distintos, sendo que só foi possível o acesso aos valores homologados de 377, pois 82 itens haviam sido cancelados antes da disputa de lances ou logo após a fase de julgamento das propostas. Os pregões homologados totalizaram o montante de R\$ 1.931.204,63 milhões.

Os resultados encontrados e demonstrados no gráfico 52, representam graficamente a comparação da frequência esperada por Benford com a frequência real para os primeiros dígitos dos pregões eletrônicos homologados. Os dados foram comparados na forma gráfica:

**Gráfico 51** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para Mato Grosso do Sul



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 52, houve pico significativo na frequência real dos primeiros dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se que o dígito 5 foi o que mais se afastou da curva de Benford.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

**Tabela 81** - Resultados dos Primeiros Dígitos para Mato Grosso do Sul

1º Dígito	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste $\chi^2$	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor $\chi^2$ Crítico	Valor K-S Crítico
1	89	23,6%	113	30,10%	2,692	5,284	2,592	0,0186	1,96	15,51	0,003
2	90	23,9%	66	17,61%	3,125	8,399	5,274				
3	51	13,5%	47	12,49%	0,532	0,323	0,209				
4	51	13,5%	37	9,69%	2,432	5,727	3,295				
5	23	6,1%	30	7,92%	1,213	1,572	0,359				
6	20	5,3%	25	6,69%	0,973	1,087	0,114				
7	19	5,0%	22	5,80%	0,521	0,375	0,146				
8	22	5,8%	19	5,12%	0,514	0,382	0,132				
9	12	3,2%	17	4,58%	1,174	1,598	0,424				
<b>Total</b>	<b>377</b>		<b>377</b>	<b>100%</b>		<b>24,748</b>					

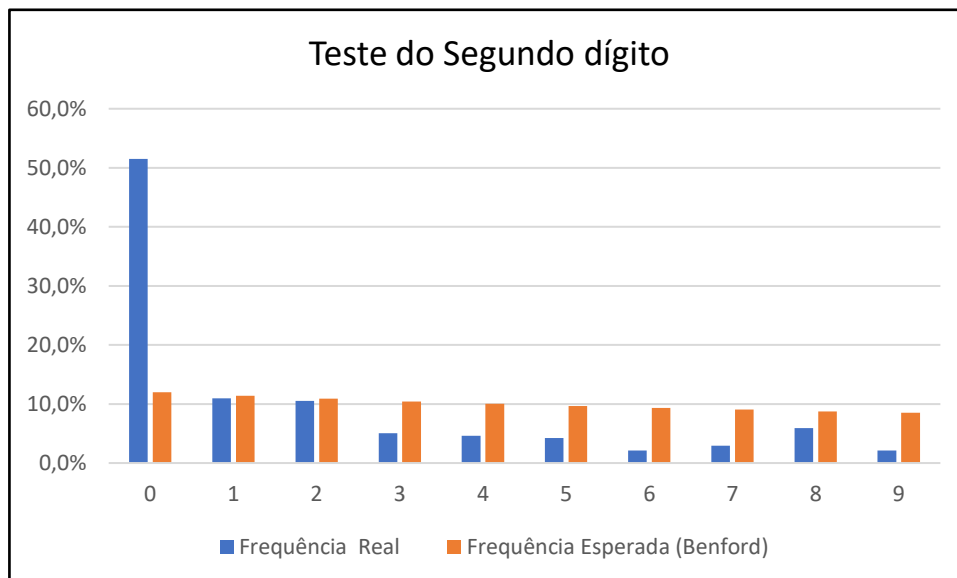
Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos primeiros dígitos, apenas os dígitos 1, 2 e 4 mostraram-se destoantes em relação ao valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com estes dígitos estão em desconformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (24,74) é superior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o primeiro dígito foi calculado em 0,0186, o que denota, segundo a tabela 5, uma não-conformidade com a Lei de Benford.

Destaca-se os pregões homologados com os primeiros dígitos 2 possuem uma frequência esperada de 66, enquanto a frequência observada foi de 90, indicando um excesso de 34 valores de pregões, o que pode representar manipulação intencional nesse dígito.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade para os valores que se iniciam com os dígitos 1, 2 e 4.

**Gráfico 52** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para Mato Grosso do Sul

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 53, houve pico significativo na frequência real dos primeiros dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se que apenas o dígito zero se afastou da curva de Benford.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

**Tabela 82** - Resultados dos Segundos Dígitos para Mato Grosso do Sul

2º Dígito	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste $\chi^2$	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor $\chi^2$ Crítico	Valor K-S Crítico
0	122	48,9%	28	11,97%	15,022	309,03	294,01	0,0580	1,96	15,51	0,003
1	26	10,9%	27	11,39%	1,239	0,037	1,202				
2	25	6,5%	26	10,88%	1,292	0,024	1,268				
3	12	6,5%	25	10,43%	1,213	6,545	5,332				
4	11	14,1%	24	10,03%	1,196	6,861	5,665				
5	10	5,4%	23	9,67%	1,579	7,281	5,702				
6	5	4,3%	22	9,34%	3,495	13,265	9,770				
7	7	1,1%	21	9,04%	3,036	9,712	6,676				
8	14	2,2%	21	8,76%	2,883	2,202	0,681				
9	5	0,0%	20	8,50%	2,779	11,386	8,607				
<b>Total</b>	<b>237</b>	<b>100,0%</b>	<b>237</b>	<b>100,00%</b>		<b>366,34</b>					

Fonte: Elaborada pelo autor.



Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos segundos dígitos, apenas os dígitos 0, 6, 7, 8 e 9 mostraram-se destoantes em relação ao valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com estes dígitos estão em desconformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (366,34) é superior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o segundo dígito foi calculado em 0,0580, o que denota, segundo a tabela 5, uma não-conformidade com a Lei de Benford.

Destaca-se os pregões homologados com os segundos dígitos zero possuem uma frequência esperada de 28, enquanto a frequência observada foi de 122, indicando um excesso de 94 valores de pregões, o que pode representar manipulação intencional nesse dígito.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade para os valores que se iniciam com os dígitos 0, 6, 7, 8 e 9.

**Tabela 83** - Resultados dos Dois Primeiros Dígitos para Mato Grosso do Sul

Dígitos	Contagem	Real	Benford	Diferença	Teste Z	Qui Quadrado	K-S	MAD
10	9	0,0344	0,0414	0,0070	0,4171	0,3138	0,0070	0,0050
11	7	0,0267	0,0378	0,0111	0,7778	0,8498	0,0111	0,0078
12	3	0,0115	0,0348	0,0233	1,8913	4,0958	0,0233	0,0165
13	6	0,0229	0,0322	0,0093	0,6764	0,7016	0,0093	0,0066
14	7	0,0267	0,0300	0,0032	0,1270	0,0921	0,0032	0,0023
15	3	0,0115	0,0280	0,0166	1,4386	2,5691	0,0166	0,0117
16	10	0,0382	0,0263	-0,0118	1,0039	1,3948	0,0118	0,0084
17	6	0,0229	0,0248	0,0019	0,0015	0,0390	0,0019	0,0014
18	4	0,0153	0,0235	0,0082	0,6740	0,7528	0,0082	0,0058
19	8	0,0305	0,0223	-0,0083	0,6964	0,8021	0,0083	0,0058
20	7	0,0267	0,0212	-0,0055	0,4069	0,3779	0,0055	0,0039
21	6	0,0229	0,0202	-0,0027	0,0908	0,0944	0,0027	0,0019
22	8	0,0305	0,0193	-0,0112	1,0965	1,7113	0,0112	0,0079
23	7	0,0267	0,0185	-0,0082	0,7602	0,9611	0,0082	0,0058
24	8	0,0305	0,0177	-0,0128	1,3366	2,4234	0,0128	0,0091
25	10	0,0382	0,0170	-0,0211	2,4051	6,8705	0,0211	0,0149
26	8	0,0305	0,0164	-0,0141	1,5598	3,1978	0,0141	0,0100
27	2	0,0076	0,0158	0,0082	0,8117	1,1047	0,0082	0,0058

28	6	0,0229	0,0152	-0,0077	0,7601	1,0089	0,0077	0,0054
29	3	0,0115	0,0147	0,0033	0,1834	0,1906	0,0033	0,0023
30	7	0,0267	0,0142	-0,0125	1,4439	2,8642	0,0125	0,0088
31	2	0,0076	0,0138	0,0062	0,5894	0,7198	0,0062	0,0044
32	5	0,0191	0,0134	-0,0057	0,5373	0,6414	0,0057	0,0040
33	2	0,0076	0,0130	0,0053	0,4898	0,5744	0,0053	0,0038
34	2	0,0076	0,0126	0,0050	0,4424	0,5111	0,0050	0,0035
35	5	0,0191	0,0122	-0,0068	0,7275	1,0047	0,0068	0,0048
36	4	0,0153	0,0119	-0,0034	0,2179	0,2498	0,0034	0,0024
37	6	0,0229	0,0116	-0,0113	1,4237	2,8982	0,0113	0,0080
38	2	0,0076	0,0113	0,0036	0,2665	0,3090	0,0036	0,0026
39	4	0,0153	0,0110	-0,0043	0,3668	0,4348	0,0043	0,0030
40	6	0,0229	0,0107	-0,0122	1,6137	3,6226	0,0122	0,0086
41	3	0,0115	0,0105	-0,0010	-0,1469	0,0243	0,0010	0,0007
42	0	0,0000	0,0102	0,0102	1,3376	2,6774	0,0102	0,0072
43	3	0,0115	0,0100	-0,0015	-0,0720	0,0564	0,0015	0,0010
44	1	0,0038	0,0098	0,0059	0,6643	0,9481	0,0059	0,0042
45	2	0,0076	0,0095	0,0019	0,0006	0,1003	0,0019	0,0014
46	5	0,0191	0,0093	-0,0097	1,3185	2,6633	0,0097	0,0069
47	7	0,0267	0,0091	-0,0176	2,6641	8,8500	0,0176	0,0124
48	6	0,0229	0,0090	-0,0139	2,0683	5,6903	0,0139	0,0099
49	7	0,0267	0,0088	-0,0179	2,7832	9,6145	0,0179	0,0127
50	1	0,0038	0,0086	0,0048	0,5040	0,6970	0,0048	0,0034
51	1	0,0038	0,0084	0,0046	0,4793	0,6621	0,0046	0,0033
52	3	0,0115	0,0083	-0,0032	0,2269	0,3198	0,0032	0,0022
53	1	0,0038	0,0081	0,0043	0,4316	0,5971	0,0043	0,0030
54	1	0,0038	0,0080	0,0042	0,4085	0,5668	0,0042	0,0029
55	1	0,0038	0,0078	0,0040	0,3858	0,5380	0,0040	0,0028
56	2	0,0076	0,0077	0,0001	-0,3438	0,0001	0,0001	0,0000
57	1	0,0038	0,0076	0,0037	0,3417	0,4842	0,0037	0,0026
58	0	0,0000	0,0074	0,0074	1,0400	1,9451	0,0074	0,0052
59	2	0,0076	0,0073	-0,0003	-0,2993	0,0040	0,0003	0,0002
60	6	0,0229	0,0072	-0,0157	2,6486	9,0217	0,0157	0,0111
61	1	0,0038	0,0071	0,0032	0,2584	0,3907	0,0032	0,0023
62	0	0,0000	0,0069	0,0069	0,9822	1,8206	0,0069	0,0049
63	1	0,0038	0,0068	0,0030	0,2188	0,3500	0,0030	0,0021
64	0	0,0000	0,0067	0,0067	0,9550	1,7641	0,0067	0,0048
65	5	0,0191	0,0066	-0,0125	2,1031	6,1281	0,0125	0,0088
66	0	0,0000	0,0065	0,0065	0,9289	1,7111	0,0065	0,0046
67	1	0,0038	0,0064	0,0026	0,1435	0,2789	0,0026	0,0019
68	0	0,0000	0,0063	0,0063	0,9038	1,6611	0,0063	0,0045
69	1	0,0038	0,0062	0,0024	0,1076	0,2480	0,0024	0,0017
70	0	0,0000	0,0062	0,0062	0,8796	1,6140	0,0062	0,0044
71	2	0,0076	0,0061	-0,0016	-0,0727	0,1049	0,0016	0,0011

72	1	0,0038	0,0060	0,0022	0,0556	0,2066	0,0022	0,0015
73	0	0,0000	0,0059	0,0059	0,8449	1,5481	0,0059	0,0042
74	0	0,0000	0,0058	0,0058	0,8337	1,5273	0,0058	0,0041
75	2	0,0076	0,0058	-0,0019	-0,0058	0,1612	0,0019	0,0013
76	1	0,0038	0,0057	0,0019	-0,0104	0,1597	0,0019	0,0013
77	1	0,0038	0,0056	0,0018	-0,0263	0,1493	0,0018	0,0013
78	2	0,0076	0,0055	-0,0021	0,0421	0,2091	0,0021	0,0015
79	3	0,0115	0,0055	-0,0060	0,8958	1,7194	0,0060	0,0042
80	3	0,0115	0,0054	-0,0061	0,9163	1,7807	0,0061	0,0043
81	0	0,0000	0,0053	0,0053	0,7605	1,3962	0,0053	0,0038
82	1	0,0038	0,0053	0,0014	-0,1031	0,1043	0,0014	0,0010
83	1	0,0038	0,0052	0,0014	-0,1179	0,0965	0,0014	0,0010
84	0	0,0000	0,0051	0,0051	0,7314	1,3466	0,0051	0,0036
85	2	0,0076	0,0051	-0,0026	0,1470	0,3365	0,0026	0,0018
86	0	0,0000	0,0050	0,0050	0,7128	1,3154	0,0050	0,0036
87	0	0,0000	0,0050	0,0050	0,7036	1,3004	0,0050	0,0035
88	1	0,0038	0,0049	0,0011	-0,1894	0,0635	0,0011	0,0008
89	0	0,0000	0,0049	0,0049	0,6858	1,2714	0,0049	0,0034
90	2	0,0076	0,0048	-0,0028	0,2170	0,4387	0,0028	0,0020
91	0	0,0000	0,0047	0,0047	0,6684	1,2436	0,0047	0,0034
92	0	0,0000	0,0047	0,0047	0,6598	1,2301	0,0047	0,0033
93	0	0,0000	0,0046	0,0046	0,6514	1,2170	0,0046	0,0033
94	0	0,0000	0,0046	0,0046	0,6431	1,2041	0,0046	0,0032
95	1	0,0038	0,0045	0,0007	-0,2833	0,0308	0,0007	0,0005
96	1	0,0038	0,0045	0,0007	-0,2962	0,0272	0,0007	0,0005
97	0	0,0000	0,0045	0,0045	0,6188	1,1670	0,0045	0,0031
98	0	0,0000	0,0044	0,0044	0,6109	1,1552	0,0044	0,0031
99	3	0,0115	0,0044	-0,0071	1,2712	3,0136	0,0071	0,0050

Fonte: Elaborada pelo autor.

O teste Z revelou 6 categorias cujas estatísticas foram maiores que 1,96. São elas: 24, 47, 48, 49, 60 e 65. Quanto aos testes de conformidade geral da base de dados, o Qui-Quadrado resultou em 130,33 e o DAM resultou em 0,0044. Sendo o valor crítico da estatística qui-quadrado para 5% de significância e 89 graus de liberdade é 112,02, o resultado mostrou desconformidade dos dados. De acordo com a tabela 5 sugerida por Nigrini (2020), o DAM encontra-se em não-conformidade.

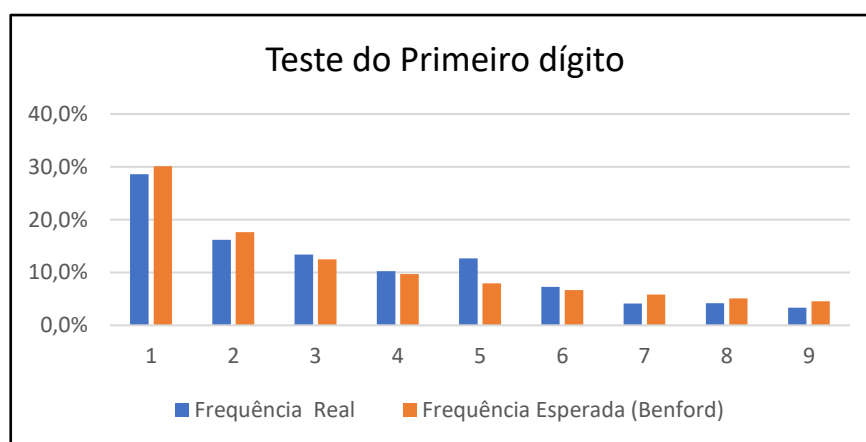
#### 4.5.4 Distrito Federal

O Distrito Federal realizou 145 pregões eletrônicos. Dos pregões analisados, resultaram em 2.166 itens distintos, sendo que só foi possível o acesso aos valores homologados de 1.628,

pois 538 itens haviam sido cancelados antes da disputa de lances ou logo após a fase de julgamento das propostas. Os pregões homologados totalizaram o montante de R\$ 76.230.686,12 milhões.

Os resultados encontrados e demonstrados no gráfico 54, representam graficamente a comparação da frequência esperada por Benford com a frequência real para os primeiros dígitos dos pregões eletrônicos homologados. Os dados foram comparados na forma gráfica:

**Gráfico 53** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito para o Distrito Federal



Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 54, houve pico significativo na frequência real dos primeiros dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se que o dígito 5 foi o que mais se afastou da curva de Benford. A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

**Tabela 84** - Resultados dos Primeiros Dígitos para o Distrito Federal

1º Dígito	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste $\chi^2$	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor $\chi^2$ Crítico	Valor K-S Crítico
1	466	28,6%	490	30,10%	1,271	1,183	0,088	0,0107	1,96	15,51	0,003
2	263	16,2%	287	17,61%	1,509	1,955	0,446				
3	218	13,4%	203	12,49%	1,602	1,048	0,554				
4	167	10,3%	158	9,69%	0,733	0,540	0,193				
5	206	12,7%	129	7,92%	7,027	46,105	39,078				
6	119	7,3%	109	6,69%	0,951	0,919	0,032				
7	67	4,1%	94	5,80%	2,855	7,958	5,103				
8	68	4,2%	83	5,12%	1,670	2,802	1,132				
9	54	3,3%	74	4,58%	2,379	5,638	3,259				
<b>Total</b>	<b>1628</b>	<b>100%</b>	<b>1628</b>	<b>100%</b>		<b>68,150</b>					

Fonte: Elaborada pelo autor.

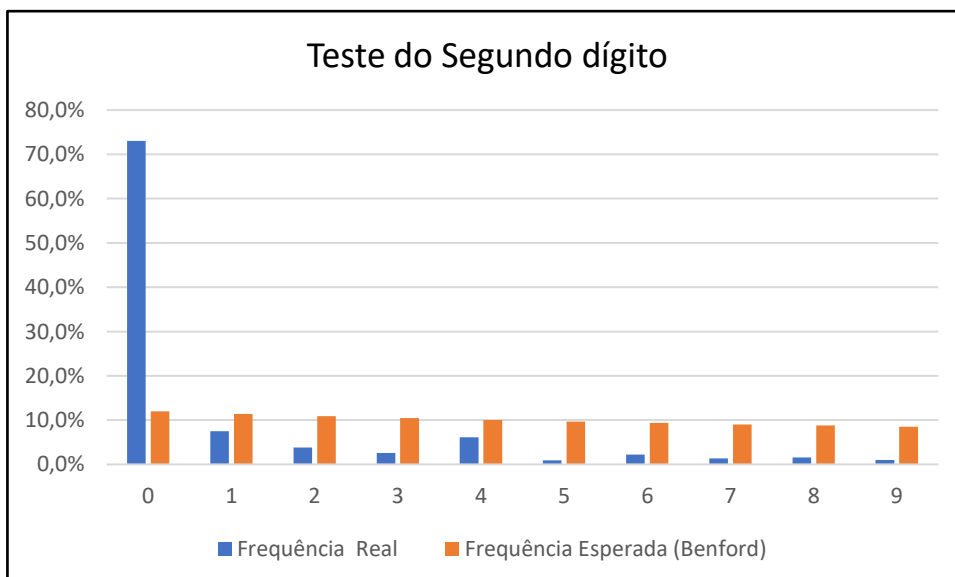
Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos primeiros dígitos, apenas os dígitos 7 e 9 mostraram-se destoantes em relação ao valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com estes dígitos estão em desconformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (68,15) é inferior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o primeiro dígito foi calculado em 0,0107, o que denota, segundo a tabela 5, uma não-conformidade com a Lei de Benford.

Destaca-se os pregões homologados com os primeiros dígitos 7 possuem uma frequência esperada de 67, enquanto a frequência observada foi de 94, indicando um excesso de 27 valores de pregões, o que pode representar manipulação intencional nesse dígito.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade para os valores que se iniciam com os dígitos 7 e 9.

**Gráfico 54** – Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito para o Distrito Federal



Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme se observa no gráfico 55, houve pico significativo na frequência real dos segundos dígitos em relação às frequências esperadas da curva de Benford. Percebe-se que o dígito zero se afastou da curva de Benford.

A seguir, os resultados estatísticos são apresentados por meio da tabela abaixo:

**Tabela 85 - Resultados dos Segundos Dígitos para o Distrito Federal**

2º Dígito	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste $\chi^2$	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor $\chi^2$ Crítico	Valor K-S Crítico
0	802	48,9%	131	11,97%	62,295	3421,30	3359,00	0,0580	1,96	15,51	0,003
1	82	10,9%	125	11,39%	4,043	14,827	10,784				
2	42	6,5%	119	10,88%	7,459	50,229	42,770				
3	28	6,5%	115	10,43%	8,493	65,367	56,874				
4	67	14,1%	110	10,03%	4,283	16,891	12,608				
5	10	5,4%	106	9,67%	9,770	87,118	77,348				
6	24	4,3%	103	9,34%	8,095	60,170	52,075				
7	15	1,1%	99	9,04%	8,815	71,526	62,711				
8	17	2,2%	96	8,76%	8,399	65,189	56,790				
9	11	0,0%	93	8,50%	8,855	72,626	63,771				
<b>Total</b>	<b>1098</b>	<b>100,0%</b>	<b>1098</b>	<b>100,00%</b>		<b>3925,24</b>					

Fonte: Elaborada pelo autor.

Foram aplicados os testes estatísticos para verificar se os dígitos se encontram em conformidade com a Lei de Benford. Na aplicação do teste Z, em relação aos segundos dígitos, todos os dígitos mostraram-se destoantes em relação ao valor crítico (1,96). Desse modo, é possível afirmar que pregões eletrônicos homologados que se iniciam com estes dígitos estão em desconformidade com a Lei de Benford.

Em relação ao teste Qui-Quadrado, verifica-se que o teste o  $\chi^2$  total (3.925,24) é superior ao  $\chi^2_c$  (15,51). O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,51. No entanto, o teste DAM para o segundo dígito foi calculado em 0,0580, o que denota, segundo a tabela 5, uma não-conformidade com a Lei de Benford.

Destaca-se os pregões homologados com os segundos dígitos zero possuem uma frequência esperada de 131, enquanto a frequência observada foi de 802, indicando um excesso de 671 valores de pregões, o que pode representar manipulação intencional nesse dígito.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de

Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade para os valores que se iniciam com os segundos dígitos.

**Tabela 86** - Resultados dos Dois Primeiro Dígitos para o Distrito Federal

Dígitos	Contagem	Real	Benford	Diferença	Teste Z	Qui Quadrado	K-S	MAD
10	79	0,0593	0,0414	-0,0179	3,2070	10,2863	0,0179	0,0126
11	59	0,0443	0,0378	-0,0065	1,1675	1,4778	0,0065	0,0046
12	31	0,0233	0,0348	0,0115	2,2186	5,0769	0,0115	0,0081
13	33	0,0248	0,0322	0,0074	1,4591	2,2855	0,0074	0,0053
14	39	0,0293	0,0300	0,0007	0,0708	0,0222	0,0007	0,0005
15	45	0,0338	0,0280	-0,0057	1,1844	1,5613	0,0057	0,0041
16	21	0,0158	0,0263	0,0106	2,3259	5,6618	0,0106	0,0075
17	24	0,0180	0,0248	0,0068	1,5122	2,4970	0,0068	0,0048
18	23	0,0173	0,0235	0,0062	1,4109	2,2011	0,0062	0,0044
19	30	0,0225	0,0223	-0,0002	-0,0361	0,0031	0,0002	0,0002
20	39	0,0293	0,0212	-0,0081	1,9503	4,0949	0,0081	0,0057
21	21	0,0158	0,0202	0,0044	1,0573	1,3062	0,0044	0,0031
22	31	0,0233	0,0193	-0,0040	0,9488	1,0777	0,0040	0,0028
23	26	0,0195	0,0185	-0,0010	0,1752	0,0752	0,0010	0,0007
24	24	0,0180	0,0177	-0,0003	-0,0275	0,0057	0,0003	0,0002
25	26	0,0195	0,0170	-0,0025	0,5915	0,4780	0,0025	0,0017
26	16	0,0120	0,0164	0,0044	1,1537	1,5655	0,0044	0,0031
27	10	0,0075	0,0158	0,0083	2,3185	5,8035	0,0083	0,0059
28	9	0,0068	0,0152	0,0085	2,4180	6,3021	0,0085	0,0060
29	19	0,0143	0,0147	0,0005	0,0287	0,0200	0,0005	0,0003
30	47	0,0353	0,0142	-0,0210	6,3613	41,3528	0,0210	0,0149
31	10	0,0075	0,0138	0,0063	1,8508	3,8205	0,0063	0,0044
32	10	0,0075	0,0134	0,0059	1,7446	3,4277	0,0059	0,0041
33	21	0,0158	0,0130	-0,0028	0,7791	0,7997	0,0028	0,0020
34	14	0,0105	0,0126	0,0021	0,5604	0,4610	0,0021	0,0015
35	39	0,0293	0,0122	-0,0170	5,5291	31,5726	0,0170	0,0120
36	8	0,0060	0,0119	0,0059	1,8595	3,8966	0,0059	0,0042
37	12	0,0090	0,0116	0,0026	0,7523	0,7659	0,0026	0,0018
38	13	0,0098	0,0113	0,0015	0,3988	0,2761	0,0015	0,0011
39	16	0,0120	0,0110	-0,0010	0,2215	0,1231	0,0010	0,0007
40	21	0,0158	0,0107	-0,0050	1,6501	3,1450	0,0050	0,0036
41	3	0,0023	0,0105	0,0082	2,8127	8,5956	0,0082	0,0058
42	6	0,0045	0,0102	0,0057	1,9396	4,2649	0,0057	0,0040
43	8	0,0060	0,0100	0,0040	1,3248	2,1178	0,0040	0,0028
44	11	0,0083	0,0098	0,0015	0,4207	0,3105	0,0015	0,0011
45	12	0,0090	0,0095	0,0005	0,0631	0,0412	0,0005	0,0004
46	3	0,0023	0,0093	0,0071	2,5485	7,1731	0,0071	0,0050

47	9	0,0068	0,0091	0,0024	0,7735	0,8339	0,0024	0,0017
48	13	0,0098	0,0090	-0,0008	0,1637	0,0947	0,0008	0,0006
49	14	0,0105	0,0088	-0,0017	0,5299	0,4540	0,0017	0,0012
50	27	0,0203	0,0086	-0,0117	4,4600	21,0542	0,0117	0,0082
51	30	0,0225	0,0084	-0,0141	5,4688	31,3025	0,0141	0,0100
52	4	0,0030	0,0083	0,0053	1,9738	4,4782	0,0053	0,0037
53	10	0,0075	0,0081	0,0006	0,0980	0,0623	0,0006	0,0004
54	11	0,0083	0,0080	-0,0003	-0,0378	0,0134	0,0003	0,0002
55	12	0,0090	0,0078	-0,0012	0,3322	0,2359	0,0012	0,0008
56	2	0,0015	0,0077	0,0062	2,4294	6,6369	0,0062	0,0044
57	80	0,0600	0,0076	-0,0525	21,9647	485,7247	0,0525	0,0371
58	9	0,0068	0,0074	0,0007	0,1264	0,0812	0,0007	0,0005
59	11	0,0083	0,0073	-0,0010	0,2478	0,1658	0,0010	0,0007
60	12	0,0090	0,0072	-0,0018	0,6265	0,6176	0,0018	0,0013
61	2	0,0015	0,0071	0,0056	2,2613	5,8384	0,0056	0,0039
62	4	0,0030	0,0069	0,0039	1,5704	2,9902	0,0039	0,0028
63	6	0,0045	0,0068	0,0023	0,8697	1,0656	0,0023	0,0017
64	6	0,0045	0,0067	0,0022	0,8291	0,9865	0,0022	0,0016
65	6	0,0045	0,0066	0,0021	0,7892	0,9116	0,0021	0,0015
66	15	0,0113	0,0065	-0,0047	1,9703	4,5509	0,0047	0,0033
67	8	0,0060	0,0064	0,0004	0,0263	0,0388	0,0004	0,0003
68	32	0,0240	0,0063	-0,0177	7,9535	65,6140	0,0177	0,0125
69	4	0,0030	0,0062	0,0032	1,3311	2,2507	0,0032	0,0023
70	15	0,0113	0,0062	-0,0051	2,2012	5,6116	0,0051	0,0036
71	5	0,0038	0,0061	0,0023	0,9154	1,1845	0,0023	0,0016
72	2	0,0015	0,0060	0,0045	1,9469	4,4861	0,0045	0,0032
73	3	0,0023	0,0059	0,0037	1,5640	3,0191	0,0037	0,0026
74	3	0,0023	0,0058	0,0036	1,5365	2,9290	0,0036	0,0025
75	3	0,0023	0,0058	0,0035	1,5095	2,8416	0,0035	0,0025
76	5	0,0038	0,0057	0,0019	0,7537	0,8712	0,0019	0,0014
77	5	0,0038	0,0056	0,0019	0,7228	0,8167	0,0019	0,0013
78	5	0,0038	0,0055	0,0018	0,6923	0,7647	0,0018	0,0013
79	7	0,0053	0,0055	0,0002	-0,0810	0,0109	0,0002	0,0001
80	16	0,0120	0,0054	-0,0066	3,1066	10,7888	0,0066	0,0047
81	2	0,0015	0,0053	0,0038	1,7318	3,6665	0,0038	0,0027
82	5	0,0038	0,0053	0,0015	0,5743	0,5799	0,0015	0,0011
83	3	0,0023	0,0052	0,0030	1,3073	2,2313	0,0030	0,0021
84	4	0,0030	0,0051	0,0021	0,9006	1,1865	0,0021	0,0015
85	3	0,0023	0,0051	0,0028	1,2603	2,1002	0,0028	0,0020
86	1	0,0008	0,0050	0,0043	2,0123	4,8421	0,0043	0,0030
87	7	0,0053	0,0050	-0,0003	-0,0453	0,0223	0,0003	0,0002
88	4	0,0030	0,0049	0,0019	0,8002	0,9874	0,0019	0,0013
89	6	0,0045	0,0049	0,0004	-0,0125	0,0339	0,0004	0,0002
90	15	0,0113	0,0048	-0,0065	3,2115	11,5701	0,0065	0,0046



91	1	0,0008	0,0047	0,0040	1,9236	4,4851	0,0040	0,0028
92	1	0,0008	0,0047	0,0039	1,9066	4,4184	0,0039	0,0028
93	5	0,0038	0,0046	0,0009	0,2786	0,2293	0,0009	0,0006
94	0	0,0000	0,0046	0,0046	2,2783	6,1261	0,0046	0,0032
95	7	0,0053	0,0045	-0,0007	0,1783	0,1451	0,0007	0,0005
96	3	0,0023	0,0045	0,0022	1,0227	1,4994	0,0022	0,0016
97	2	0,0015	0,0045	0,0030	1,4139	2,6113	0,0030	0,0021
98	4	0,0030	0,0044	0,0014	0,5694	0,5997	0,0014	0,0010
99	5	0,0038	0,0044	0,0006	0,1322	0,1151	0,0006	0,0004

Fonte: Elaborada pelo autor.

O teste Z revelou 18 categorias cujas estatísticas foram maiores que 1,96. São elas: 10, 12, 16, 27, 28, 30, 35, 41, 46, 50, 51, 57, 61, 66, 68, 80, 90 e 94. Quanto aos testes de conformidade geral da base de dados, o Qui-Quadrado resultou em 880,72 e o DAM resultou em 0,0034. Sendo o valor crítico da estatística qui-quadrado para 5% de significância e 89 graus de liberdade é 112,02, o resultado mostrou desconformidade dos dados. De acordo com a tabela 5 sugerida por Nigrini (2020), o DAM encontra-se em não-conformidade.

#### 4.6 Operações de repressão realizadas contra o desvio de recursos durante a pandemia

Acerca das contratações durante a pandemia, em julho de 2021, a Polícia Federal (PF) ultrapassou a marca de 100 operações de repressão ao desvio e utilização irregular de recursos públicos federais destinados ao enfrentamento da pandemia do Covid-19. Desde abril de 2020, o montante de contratos para a aquisição de materiais/equipamentos e contratações de serviços ultrapassou R\$ 3 bilhões. Até o momento, a PF efetuou mais de 170 prisões e cumpriu cerca de 1.500 mandados de busca e apreensão em 26 Estados da Federação e 200 municípios. A tabela 87 resume os Estados com o maior número de operações deflagradas (POLÍCIA FEDERAL, 2021).

Mesmo não computado na quantidade de operações, o Estado de Minas Gerais figura entre os que mais desviaram recursos, com um montante de R\$ 102 milhões. Como Estado que mais teve contratos sob suspeitas investigados encontra-se o Pará, com um montante de R\$ 1,4 bilhões, conforme depreende-se da tabela 87 (POLÍCIA FEDERAL, 2021). Esta tabela mostra os Estados com as maiores quantidade de operações deflagradas para o combate à corrupção e desvios de verbas públicas no país.

**Tabela 87** - Operações de combate ao desvio de verbas públicas durante a pandemia

Estados	Quantidade de Operações Deflagradas	Valores dos Contratos Investigados
Amapá	11	-
Maranhão	10	-
Pernambuco	8	198 MI
Sergipe	8	-
Rio de Janeiro	7	850 MI
São Paulo	6	118 MI
Piauí	6	82 MI
Pará	6	1,4 BI
Amazonas	4	-
Rondônia	4	92 MI

Fonte: site da Polícia Federal (2021).

Os dados supracitados vão de encontro aos achados desta pesquisa, pois o que foi encontrado nos Testes de Primeira Ordem de Nigrini (2020) para as compras de materiais comuns durante a pandemia do Covid-19 são o reflexo das operações deflagradas. A PF divulgou que já havia realizado operações em 26 Estados.

#### 4.7 Sumarização dos Resultados

A tabela 88 apresenta um resumo acerca dos resultados encontrados de todos os entes federativos analisados, isto é, os 26 Estados mais o Distrito Federal, quanto à análise dos primeiros dígitos, segundos dígitos e os dois primeiros dígitos, além dos testes estatísticos de conformidade.

Tabela 87 – Sumarização dos Resultados

Regiões	Estados	Quant. de itens dos Pregões	Valores Totais dos Pregões	Primeiros Dígitos				Segundos Dígitos			1º e 2º Dígitos		
				Dígitos visualmente destoantes	Teste Z	X²	MAD	Teste Z	X²	MAD	Teste Z	X²	MAD
Sudeste	Rio de Janeiro	2701	R\$ 105.147.118,60	1, 2, 7 e 8	2 e 8	15,29	0,0047	-	6400,58	0,8452	20, 25, 27, 32, 33, 40, 43, 48, 50, 60, 61, 73, 86 e 90	231,28	0,0017
	São Paulo	1389	R\$ 77.065.724,55	2, 3, 4 e 9	4 e 9	24,46	0,0714	-	1356,46	0,8452	31, 35, 38, 48 e 56	132,26	0,0017
	Minas Gerais	1100	R\$ 47.051.378,17	1, 2, 4 e 7	8	14,72	0,033	-	3901,33	0,0845	10, 30, 35, 39, 40, 50, 60, 67, 75, 83, 87 e 90	201,58	0,0014
	Espírito Santo	304	R\$ 9.302.616,61	1, 2, 4 e 7	1 e 4	26,73	0,019	0, 7, 8 e 9	132,39	0,0731	47, 49, 75 e 94	131,47	0,0035
Sul	Paraná	2674	R\$ 16.067.500,72	2 e 4	5	24,04	0,0028	-	4835,71	0,058	10, 20, 21, 26, 27, 30, 40, 50, 52, 53, 66, 77, 80 e 90.	239,67	0,0019
	Santa Catarina	979	R\$ 16.281.369,48	1, 2, 4, 7 e 8	5 e 7	14,94	0,0063	0, 2, 3, 5, 6, 7, 8 e 9	684,99	0,058	10, 51, 60, 70 e 90	153,83	0,0026
	Rio Grande do Sul	2035	R\$ 13.192.682,69	1, 2, 4 e 7	2 e 4	12,35	0,0048	-	2997,55	796,0	10, 20, 23, 35, 45, 50, 51, 60, 80 e 87	208,41	0,0021
Norte	Acre	269	R\$ 570.100,51	1, 4 e 5	4	16,5	0,0144	0, 1, 5, 7, 8 e 9	338,52	0,058	10, 20, 40, 42 e 50	175,18	0,0052
	Amapá	85	R\$ 101.994,03	1, 2, 7 e 8	-	10,01	0,0045	0 e 1	90,29	0,0578	29, 39, 40 e 50	94,03	0,0073
	Amazonas	461	R\$ 4.094.954,78	2, 3, 7 e 8	-	14,69	0,0045	0, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9	848,19	220,23	11, 14, 25, 29, 50 e 60	159,7	0,0038

	Pará	2294	R\$ 34.426.546,26	2, 5 e 7	2 e 7	14,45	0,0045	0, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9	2070,87	0,058	19, 24, 25, 29, 30, 37, 39, 40, 50, 60, 60, 70, 85 e 89	271,36	0,0022
	Rondônia	1104	R\$ 147.154.012,50	2, 3, 4, 5, 6 e 7	6	15,21	0,0072	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9	1887,53	0,058	13, 24, 31, 51 e 79	141,75	0,0022
	Roraima	565	R\$ 3.378.009,29	1, 5 e 7	-	17, 75	0,0045	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9	813,48	0,0578	15, 25, 35 e 70	162,39	0,0039
	Tocantins	212	R\$ 6.850.654,23	1, 2, 3 e 4	-	12,87	0,0045	0, 1, 3, 7, 8 e 9	117,12	20,82	10, 30, 39 e 40	164,62	0,0066
Nordeste	Alagoas	1438	R\$ 97.297.233,99	2, 5, 7 e 8	9	15,99	0,0059	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9	1827,28	0,058	20, 22, 45, 50, 59, 60, 70, 79 e 90	192,51	0,0024
	Bahia	1270	R\$ 5.031.629,20	2,3 e 5	1, 2, 5 e 9	24,65	0,0099	0, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9	1453,38	0,0578	17, 30, 35, 41, 55 e 70	135,56	0,0022
	Ceará	676	R\$ 19.862.966,90	2, 3 e 8	-	9,77	0,0049	0, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9	700,97	0,0578	12, 29, 36, 40 e 89	127,89	0,0031
	Maranhão	1643	R\$ 17.533.102,86	6, 8 e 9	-	6,89	0,0041	0, 1, 4, 5, 6, 7, 8 e 9	938,91	0,058	10, 15, 38, 51, 55,61, 70, 80, 85, 90 e 91	186,55	0,0022
	Piauí	288	R\$ 1.963.317,27	1, 4 e 6	-	9,01	0,0109	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9	1036,19	275,02	10, 13, 20, 23, 30, 40, 48 e 95	326,1	0,0059
	Pernambuco	2006	R\$ 162.671.316,96	5	3, 6 e 8	26,35	0,0063	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9	1911,51	0,058	10, 16, 17, 21, 30, 354, 36, 56, 57, 61, 64, 66, 80, 81 e 90	244,16	0,0023
	Rio Grande do Norte	756	R\$ 8.387.457,46	5	1, 3, 5, 7	83,46	0,0175	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9	311,36	0,058	27, 29, 30, 37, 39 e 90	168,52	0,0032
	Paraíba	1107	R\$ 13.011.681,84	5	1, 3 e 4	30,83	0,0105	0, 1, 3, 6, 7, 8 e 9	886,6	0,058	25, 32 e 45	213,48	0,0025

	Sergipe	412	R\$ 18.588.783,51	4	2 e 3	30,83	0,0105	0, 5, 6, 7, 8 e 9	296,24	0,058	37 e 89	109,73	0,0039
Centro-Oeste	Goiás	1499	R\$ 51.161.397,44	5	6	12,55	0,0051	0, 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8 e 9	832,3	0,058	26, 50, 79, 80 e 90	143,84	0,0022
	Mato Grosso	2373	R\$ 17.999.650,48	5	2, 3 e 6	85,08	0,0104	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9	1280,85	0,058	10, 19, 20, 22, 28, 30, 31, 34, 36, 37, 38, 39, 44, 45, 50, 52, 53, 56, 61, 64, 69, 71, 74, 76, 77, 80, 83, 86, 90, 92, 93 e 98	642,85	0,0034
	Mato Grosso do Sul	377	R\$ 1.931.204,63	5	1, 2 e 4	24,74	0,0186	0, 6, 7, 8 e 9	366,34	0,058	24, 47, 48, 49, 60 e 65	130,33	0,0044
	Distrito Federal	1628	R\$ 76.230.686,12	5	7 e 9	68,15	0,0107	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9	3925,24	0,058	10, 12, 16, 27, 28, 30, 35, 41, 46, 50, 51, 57, 61, 66, 68, 80, 90 e 94	880,72	0,0034

Fonte: Elaborada pelo autor.

Após a aplicação da lei de Benford às compras de materiais comuns realizadas por pregões eletrônicos durante a pandemia, e considerando os resultados obtidos nas análises realizadas em cada Estado do Brasil, sugere-se uma análise mais aprofundada nas seguintes informações abaixo:

- ✓ O Estado com maior número de compras de materiais comuns durante a pandemia foi o Estado do Rio de Janeiro, totalizando R\$ 105.147.118,60.
- ✓ O Estado de Minas Gerais foi o que mais possuía itens nos pregões eletrônicos, ao todo foram acessados 3.785 valores homologados.
- ✓ Ao todo, os Estados gastaram R\$ 1.944.710.182,16 na compra de materiais comuns durante o enfrentamento à pandemia.
- ✓ A Região que mais gastou recurso foi a Região Nordeste, totalizando R\$ 344.347.489,99.
- ✓ Os Estados do Amapá (85), Acre (269), Tocantins (212) e Piauí (288) somaram menos que 300 itens para análise, o que poderia prejudicar a amostra segundo Cunha (2013) e para Nigrini (2020) eles devem ser pulados. Contudo, todos os testes foram realizados e ratificou-se o posicionamento dos autores de que nos testes no primeiro dígito e testes estatísticos eles foram reprovados, não necessitando prosseguir com os demais testes.
- ✓ O Estado do Amazonas foi aprovado no teste do primeiro dígito, mas no teste dos segundos dígitos tiveram o teste Z,  $X^2$  e MAD acima do valor crítico. Isso aponta que o Amazonas é um Estado com potencial enorme potencial de fraudes, o que pode ser investigado.
- ✓ O Estado de Mato Grosso foi o que mais apresentou desvios em relação aos testes dos dois primeiros dígitos com desvios nas seguintes categorias: 10, 19, 20, 22, 28, 30, 31, 34, 36, 37, 38, 39, 44, 45, 50, 52, 53, 56, 61, 64, 69, 71, 74, 76, 77, 80, 83, 86, 90, 92, 93 e 98.
- ✓ Na Região Sudeste, os Estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais foram reprovados nos testes do segundo dígito e no teste dos dois primeiros

dígitos. No Rio de Janeiro, o teste de  $X^2$  atingiu 6.400,58 em comparação ao  $X^2$  Crítico de 15,56.

- ✓ Da Região Sul, o Paraná foi o Estado que mais comprou, sendo ao todo 2.674 aquisições. No teste dos dois primeiros dígitos as categorias: 10, 20, 21, 26, 27, 30, 40, 50, 52, 53, 66, 77, 80 e 90 foram as que apresentaram um teste Z acima do valor crítico e deverão ser investigadas.
- ✓ Da Região Norte, o Estado do Pará com 2.294 aquisições cerca de R\$ 34 MI, em contrapartida Rondônia com apenas 1.104 aquisições gastou R\$ 147 MI. Em Rondônia, nos testes do segundos dígitos e no teste dos dois primeiros dígitos todos os dígitos foram reprovados. Os dígitos 13, 24, 31, 51 e 79 destoaram na aplicação do Teste Z. No Pará, de acordo com a tabela 87, das 4 operações de combate à corrupção no Estado, os valores dos contratos investigados somam R\$ 92 MI.
- ✓ Da Região Nordeste, o Estado de Pernambuco foi o que mais comprou (R\$ 162.671.316,96). De acordo com a tabela 87, é o terceiro Estado com maior número de investigações (8) e o segundo em valores de contratos investigados (R\$ 198 MI).
- ✓ Da Região Centro-Oeste, o Estado de Mato Grosso realizou 2.373 compras (R\$ 17.999.650,48), porém o que mais gastou foi o Distrito Federal com apenas 1.628 compras (R\$ 76.230.686, 12). No Distrito Federal, os testes do segundo dígito tiveram o teste Z,  $X^2$  e MAD acima do valor crítico e no teste dos dois primeiros dígitos os que começam com as categorias: 10, 12, 16, 27, 28, 30, 35, 41, 46, 50, 51, 57, 61, 66, 68, 80, 90 e 94, precisam ser investigados com mais profundidade.
- ✓ O Estado do Amapá se destaca por ser o que teve o maior número de operações contra o desvio de verbas (11), em que pese ter o menor número de compras por pregões eletrônicos no Brasil (85). É possível inferir que os contratos oriundos de investigações não foram realizados por pregão eletrônico, possivelmente foram realizados por dispensa de licitação.
- ✓ Quanto aos testes dos primeiros dígitos, os seguintes Estados foram aprovados no teste Z: Amazonas, Roraima, Ceará e Maranhão. No teste  $X^2$ , foram

reprovados os seguintes Estados: São Paulo, Espírito Santo, Paraná, Roraima, Bahia, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Paraíba, Sergipe, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Distrito Federal. Já no Teste DAM, foram reprovados: São Paulo, Minas Gerais, Espírito Santo, Rio Grande do Norte e Mato Grosso do Sul.

- ✓ Quanto aos testes dos Segundos dígitos, nos Teste Z alguns dígitos dentro dos Estados passaram no teste, mas nos testes  $X^2$  e MAD todos os dígitos foram reprovados.
- ✓ Quanto aos Testes dos Dois primeiros dígitos, nos Teste Z algumas categorias de 10 a 99 foram reprovados. No Teste  $X^2$  todos os dígitos foram reprovados. Já no teste DAM, os seguintes Estados foram reprovados: Espírito Santo, Roraima Pernambuco, Rio Grande do Norte, Paraíba, Sergipe, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Distrito Federal.



## 5 CONCLUSÃO

A presente pesquisa buscou aplicar o modelo contabilométrico baseado na Lei de Newcomb-Benford a fim de identificar indícios de fraudes, anomalias ou possíveis desvios de recursos públicos nas aquisições de materiais comuns dos órgãos federais, estaduais e municipais localizados nos 26 Estados e Distrito Federal, nos pregões eletrônicos homologados com recursos transferidos pelo governo federal durante a pandemia do Covid-19.

Desta forma, o estudo respondeu à pergunta de pesquisa, pois observou-se que nas aquisições públicas de materiais comuns dos órgãos que utilizaram recursos do governo federal para o combate ao Covid-19, a partir das investigações por meio dos testes dos primeiros, segundos e dois primeiros dígitos da Lei de Benford foi possível identificar potenciais erros, anomalias ou indícios de fraudes nos pregões eletrônicos, uma vez que a comprovação dependeria de uma etapa posterior de auditoria, investigação.

Evidencia-se que a análise de Benford, quando usada de modo correto, tem o potencial de ser uma ferramenta eficiente para identificar pregões homologados com suspeitas de fraude para investigação e análises aprofundadas. É importante salientar que a metodologia proposta, baseada nos testes da Lei de Newcomb-Benford, não é para ser considerada a palavra final quando se falar em detecção de fraude. Para uma constatação mais profunda é recomendável o auxílio de outras técnicas. Além disso, os Estados que estavam sob suspeita de fraude nos pregões eletrônicos homologados, pode ser um ponto de partida para futuras auditorias pormenorizadas.

Conquanto, não se pode afirmar que há fraude baseado somente na Lei de Benford, mas pelo simples fato de não existir grande investimento e ser uma ferramenta de simples implantação, ela pode colaborar na identificação de quais pregões homologados, que ainda não houve contratações, e alertar quais devem ser verificados detalhadamente.

Ao levar em conta as quantias vultosas que as compras públicas representam nos gastos dos governos, vislumbra-se a importância de entender a dinâmica do sistema de aquisições públicas; de uma melhor compreensão do comportamento dos fraudadores, sejam eles fornecedores ou agentes públicos de compras; e melhorar a governança das compras públicas, de modo a eliminar ou mitigar o impacto que os esquemas de corrupção, as fraudes nas aquisições e contratos, o conluio de empresas e os desvios por parte de compradores.

No transcorrer desta pesquisa, após 28 anos de discussões sobre a necessidade de sua atualização, foi promulgada a lei nº 14.133, de 01 de abril de 2021, a nova lei que trata de licitações e contratos administrativos no Brasil. No que concerne à governança das contratações públicas, houve um avanço na Administração Pública Federal com a emissão da Portaria nº 8.678, de 19 de julho de 2021, da Secretaria de Gestão da Secretaria Especial de Desburocratização, Gestão e Governo Digital, do Ministério da Economia. Esta, definiu um conjunto de mecanismos de liderança, estratégia e controle para avaliar, direcionar e monitorar a atuação da gestão das compras públicas.

Não obstante, os princípios e diretrizes norteadores da governança pública previstos no Decreto nº 9.203/2017, devem ser perseguidos por todo agente público que desempenhe alguma função que tenha por interesse a prestação de serviço à coletividade. Neste campo desafiador e dinâmico das aquisições públicas, o gestor público deve sempre está atento às constantes mudanças nas legislações, pois apenas em 2021 foi modificada a lei de licitações e contratos, criada a portaria sobre governança em contratações públicas e alterada a lei de enfrentamento à pandemia do Covid-19, todas trazendo mudanças significativas nas contratações.

Ao longo do tempo, o campo das contratações públicas evoluiu sobremaneira, principalmente no que tange à evolução do *E-procurement*, que contribui para maior capacidade de governança dos órgãos públicos. Foi a partir do *benchmarking* realizado junto à iniciativa privada que ferramentas de governança eletrônica aliadas às técnicas aplicadas surgiram para melhorar o controle e transparência do gasto público.

A transparência aliada ao controle social exercido pela sociedade irá colaborar cada vez mais com o melhor uso do recurso público, além de mitigar o impacto que as fraudes e a corrupção podem causar. Todavia, o resultado da malservação da coisa pública acarreta perdas incalculáveis aos cofres públicos, e, conseqüentemente, impacta no bem-estar do cidadão.

Cumpra aqui repisar que desvios em relação à LNB não constituem em confirmação definitiva de adulteração ou manipulação dos dados, assim como uma conformidade com o modelo não assegura a sua fidedignidade (CAVALCANTI, 2015). Assim, apesar das limitações dos testes realizados, a Lei de Newcomb-Benford mostrou-se efetiva para uma análise inicial, pois identificou-se potenciais irregularidades acontecidas nos pregões homologados.

Em consulta ao site da Polícia Federal, os 26 Estados tiveram investigações relacionadas à fraude ou desvio de recursos. Logo, os achados do estudo mesmo em uma análise inicial mostraram que todos os Estados, após a aplicação dos testes propostos por Nigrini (2020),

demonstraram não estar em conformidade em pelo menos um dos testes, e, conseqüentemente, não apresentaram aderência à Lei de Benford. Dessa forma, os testes que apresentaram alguma anomalia nos testes dos dígitos e/ou nos testes estatísticos merecem uma investigação por parte dos órgãos de auditoria.

Percebe-se que o Brasil vem investindo em ferramentas de auxílio no controle de irregularidades dos processos licitatórios e melhoria da eficiência da gestão contratual. A Controladoria Geral da União investiu na compra de um equipamento conhecido como “Alice”, que verifica irregularidades em editais e processos licitatórios. Para os contratos, o Comprasnet 4.0, também conhecido como Comprasnet-contratos, promove a eficiência na gestão contratual, a alocação mais eficiente de recursos e maior transparência das informações dos contratos celebrados por toda a Administração Pública.

Espera-se que esta pesquisa possa colaborar para com os acadêmicos e a Administração Pública em geral, ao passo que além de terem sido encontradas suspeitas de fraudes com a aplicação da LNB, as operações de investigação de contratos suspeitos realizadas pela Polícia Federal corroboraram com o estudo na medida em que 26 Estados estavam envolvidos, até o momento, em escândalos de corrupção. Além do mais, espera-se que esta pesquisa possa auxiliar os auditores no incremento da capacidade de detectar fraudes em compras públicas, que não se restringem apenas durante a pandemia do Covid-19.

Como principal limitação do estudo foi a impossibilidade de acesso à 7.919 valores de pregões homologados, que ocorreu em todos os Estados, seja porque os itens haviam sido cancelados antes da disputa de lances na fase externa do certame ou por outro motivo desconhecido logo após a fase de julgamento das propostas. Tal limitação afetou sobremaneira a análise, principalmente dos Estados do Amapá, Tocantins e Piauí, o que poderia conferir maior acurácia para fins de conclusões do trabalho.

Recomenda-se para estudos futuros, o aprofundamento nas contratações de serviços realizados por Estados por meio de dispensa de licitação (aquela que não necessita haver uma disputa em plataforma eletrônica); a aplicação de testes avançados propostos por Nigrini (2020), como os testes de segunda ordem e o teste da soma para aprofundar o comportamento das possíveis anomalias; o estudo das compras públicas após o fim do enfrentamento da pandemia, comparando-as com o período antes da pandemia na busca por superfaturamento de valores; e uma comparação das compras públicas após a conclusão da Comissão Parlamentar de Inquérito (CPI) da Covid-19.

## REFERÊNCIAS

ALVAREZ, Marisol. **Evolução das Responsabilidades e Atribuições da Função Compras/Suprimentos - um estudo na indústria têxtil-confecção de Santa Catarina**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, p. 10, 2004. Disponível em: <<http://www.tede.ufsc.br/teses/PEMC0782.pdf>>. Acesso em 15 jan. 2021.

ASHFORTH, Blake, GIOIA, Dennis, ROBINSON, Sandra e TREVIÑO, Linda. **Reviewing organizational corruption**. *Academy of Management Review*, 33 (3), 670–684, 2008.

AUDITOR GENERAL OFFICE OF SINGAPORE – AGO. **What is public accountability?** 2018. Disponível em: [www.ago.gov.sg/docs/default-source/publication/68b41542-49ed-4117-92d6-563f53d12b38.pdf](http://www.ago.gov.sg/docs/default-source/publication/68b41542-49ed-4117-92d6-563f53d12b38.pdf). Acesso: 21 Fev 2021.

BAHIA, Leandro. **Guia referencial para construção e análise de indicadores**. Brasília: Enap, 2021.

BAILY, Peter; FARMER, David; JESSOP, David; JONES, David. **Compras: princípios e administração**. São Paulo: Atlas, v. 8, 2000.

BAILY, Peter; FARMER, David; JESSOP, David; JONES, David. **Procurement principles and management**. Pearson Education, 2008.

BASHEKA, Benon. **Economic and political determinants of public procurement corruption in developing countries: an empirical study from Uganda**. *Journal of Public Procurement*. Vol. 11, No. 1, p. 33, 2011.

BANCO MUNDIAL. **Um Ajuste Justo: Análise da eficiência e equidade do gasto público no Brasil**. World Bank, 2017. Disponível em: [http://www.worldbank.org/pt/country/brazil/publication/brazil-expenditure-review-report?cid=EXT\\_WBEmailShare\\_EXT](http://www.worldbank.org/pt/country/brazil/publication/brazil-expenditure-review-report?cid=EXT_WBEmailShare_EXT). Acesso em: 03 Jan 2021.

BERTALANFFY, Von. **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1975.

BIAZZIN, Cristiane. **Inteligência em compras**. *FGV-executivo*, v. 16, n. 6, p. 39, 2017.

BITTENCOURT, Sidney. **Licitação de Registro de Preços**. 4. ed. Belo Horizonte: Fórum, 2015.

BITTENCOURT, Jairo; VELOSO, Carlos; ALMEIDA, Geraldo e JOSEMIN, Gilberto. **Governança das aquisições públicas: o caso da central de compras do governo federal**. In: XV Simpósio em Excelência em Gestão e Tecnologia - SeGET, 2018, Resende. Anais... Resende: AEDB, 2018.

BOVENS, Marks. **Public Accountability: Paper for the EGPA Annual Conference**, Oeiras, September 3-6, presented in workshop 8 (Ethics and integrity of Governance) Utrecht School

of Governance, Utrecht University, 2003. Disponível em: [www.usg.uu.nl/organisatie/medewerkers/m.bovens](http://www.usg.uu.nl/organisatie/medewerkers/m.bovens). Acesso: 21 Fev 2021.

BEKEROM, Petra; VOET, Joris; CHRISTENSEN, Joahan. **Are Citizens More Negative About Failing Service Delivery by Public Than Private Organizations? Evidence From a Large-Scale Survey Experiment**. *Journal of Public Administration Research and Theory*. Volume 31, 2021, p. 128-149.

BRASIL. Lei nº 14.133, de 01 de abril de 2021. **Lei de licitações e contratos administrativos**. Brasília, 2021.

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**. (1993). Brasília, DF

\_\_\_\_\_. 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**. (2020). Brasília, DF.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 7.892, de 23 de janeiro de 2013. **Regulamenta o Sistema de Registro de Preços previsto no art. 15 da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993**. (2013). Brasília, DF.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 9.203, de 22 de novembro de 2017. **Dispõe sobre a política de governança da administração pública federal direta, autárquica e fundacional**. (2017). Brasília, DF.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 9.412, de 19 de junho de 2018. **Atualiza os valores das modalidades de licitação de que trata o art. 23 da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993**. (2018). Brasília, DF.

\_\_\_\_\_. PORTARIA SEGES/ME nº 8.678, de 19 de julho de 2021. **Dispõe sobre a governança das contratações públicas no âmbito da Administração Pública federal direta, autárquica e fundacional**. Brasília, 2021.

\_\_\_\_\_. Tribunal de Contas da União - TCU. **Referencial de Combate à Fraude e Corrupção: aplicável a órgãos e entidades da Administração Pública**. Brasília: TCU, 2a. Edição, 2018.

\_\_\_\_\_. Tribunal de Contas da União - TCU. **Dez passos para a boa governança**. Brasília: TCU, Secretaria de Controle Externo da Administração do Estado, 2a. Edição, 2021.

CARSLAW, Charles. **Anomalies in Income Numbers: Evidence of Goal Oriented Behavior**. *The Accounting Review*, v. 63, n. 2, p. 321-327, abr, 1988.

CAVALCANTI, Gustavo. **Aplicação da Lei de Newcomb-Benford na Identificação de Irregularidades: o exemplo dos gastos com cartões de pagamento do governo federal**. 2015.

CHEN, Can; NESHKOVA, Milena. **The effect of fiscal transparency on corruption: A panel cross-country analysis**. *Public Administration*, v. 98, n. 1, p. 226-243, 2020.

CHRISTIAN, Charles; GUPTA, Sanjay. **New evidence on “secondary evasion”**. The Journal of the American Taxation Association. American Accounting Association, 15(1), p. 72, 1993.

COENEN, Tracy. **ESSENTIALS OF CORPORATE FRAUD**. NJ: John Wiley & Sons. Hoboken, 4<sup>a</sup> ed., 2008.

CONTROLADORIA GERAL DA UNIÃO – CGU. Instrução Normativa Conjunta MPOG/CGU nº 1/2016. **Dispõe sobre controles internos, gestão de riscos e governança no âmbito do Poder Executivo federal**. Disponível em: [https://www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/21519355/do1-2016-05-11-instrucao-normativa-conjunta-n-1-de-10-de-maio-de-2016-21519197](https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/21519355/do1-2016-05-11-instrucao-normativa-conjunta-n-1-de-10-de-maio-de-2016-21519197). Acesso em: 08 de Fev 2021.

CORRAR, Luiz; PAULO, Edison; DIAS FILHO, Maria. **Análise multivariada para os cursos de administração, ciências contábeis e economia**. São Paulo: Atlas, 2011.

CRESSEY, Donald. **Other people’s money: a study in the social psychology of embezzlement**. Glencoe, IL: The Free Press, 1953.

CUNHA, Flávia. **Aplicações da lei Newcomb-Benford à auditoria de obras públicas**. Dissertação (Mestrado em Regulação e Gestão de Negócios) – Universidade de Brasília, Brasília, p. 486, 2013. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/16379>. Acesso em: 14 Mar 2021.

DA SILVA AZEVEDO, Caio; GONÇALVES, Rodrigo; GAVA, Vagner; MESQUITA SPINOLA, Mauro. **A Benford’s Law based methodology for fraud detection in social welfare programs: Bolsa Familia analysis**. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, v. 567, p. 125626, 2021.

DA VEIGA, Maria e MAJOR, Maria. **Governance as integrity: The case of the internal oversight at the United Nations through the lens of Public and Private Bureaucracies Transaction Cost Economics**. Journal of Public Budgeting, Accounting & Financial Management, 2019, Vol. 32 n. 1, pp. 67-91.

DIAS, Mario. **Manual do comprador: conceitos, técnicas e práticas indispensáveis em um departamento de compras**. Saraiva Educação SA, 2017.

DIEKMANN, Andreas. **Not the First Digit! Using Benford's Law to Detect Fraudulent Scientific Data**. Journal of Applied Statistics, 2007. 34:3, 321-329,

DURTSCHI, Cindy; HILLISON, William; PACINI, Carl. **The effective use of Benford’s law to assist in detecting fraud in accounting data**. Journal of forensic accounting, v. 5, n. 1, p. 17-34, 2004.

EDWARDS, Jonathan; WOLFE, Simon. Compliance: A review. **Journal of Financial Regulation and Compliance**, 2005.

EVANS, Eric. **Fraud and incompetence in purchasing**. Industrial Management and Data Systems, v. 87, nº 3/4, p. 25-27, 1987.

ETTREDGE, Michael; SRIVASTAVA, Rajendra. **Using digital analysis to enhance data integrity**. Issues in Accounting Education, v. 14, n. 4, p. 675-690, 1999.

FERNANDES, Ciro. **Compras Públicas no Brasil: Tendências de inovação, avanços e dificuldades no período recente**. Administração Pública e Gestão Social, vol. 11, n. 4, 2019.

FERNANDES, Ciro. **Transformações na gestão de compras da administração pública brasileira**. VIII Congresso Internacional Del CLAD sobre La Reforma del Estado y de la Administración Pública, Panamá, 28-31, 2003.

FERNANDO, Mario; BANDARA, Ruwan. **Towards virtuous and ethical organizational performance in the context of corruption: A case study in the public sector**. Public Administration and Development, v. 40, p. 196– 204, 2020.

FARIA, Evandro; FERREIRA, Marco; SANTOS, Lucas; SILVEIRA, Suely. **Pregão Eletrônico versus Pregão Presencial: estudo comparativo de redução de preços e tempo**. Revista de Contabilidade do Mestrado em Ciências Contábeis da UERJ, v. 16, n. 1, p. 47-62, 2011.

FIUZA, Eduardo. **Licitações e governança de contratos: a visão dos economistas**. In: SALGADO, L. H.; FIUZA, E. P. S. (Orgs.). Marcos regulatórios no Brasil: é tempo de rever regras? Brasília: Ipea, 2009. v. 2. p. 239-274, 2009.

FRANCO, Felipe; MARTINS, Henrique; GONÇALVES, Carlos. **Influência do Compliance nos Custos de Transação e na superação de Falhas Institucionais: um estudo sobre o Programa Operador Econômico Autorizado**. EnANPAD, 2019.

GAETANI, Francisco; HENRIQUES, Ricardo. **Gestão integrada de políticas públicas**. In: Fabio Giambiagi, Sergio Guimarães Ferreira, Antônio Marcos Hoelz Ambrozio (org). Reforma do Estado Brasileiro: Transformando a Atuação do Governo. São Paulo: Atlas, 2020.

GANASSIN. Eduardo; COSTA. Abimael e WILBERT. Marcelo. **Aplicação de Modelo Contabilométrico Baseado na Lei de Newcomb Benford no Controle das Contas Públicas**. V Congresso Nacional de Administração e Ciências Contábeis - AdCont 2014, Rio de Janeiro, 2014.

GAMERMANN, Daniel; ANTUNES, Felipe. **Statistical analysis of Brazilian electoral campaigns via Benford's law**. Phys. A, v. 496, 171-188, 2018.

GIL, Antonio. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GIRARDI, Jeferson. OLIVEIRA, Antônio. **A governança na Administração Pública Federal para a mitigação da corrupção uma análise de conteúdo da política pública**. Revista de Auditoria, Governança e Contabilidade, v.7, n. 27, p. 59-72, 2019. Disponível em: <http://www.fucamp.edu.br/editora/index.php/ragc/article/viewFile/1722/1132>. Acesso em: 06 Mar 2021.

GONÇALVES, Paulo. **Administração de Materiais**. 3. ed., Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

GNOFFO, Salvatore. **A dynamic performance management approach to frame corruption in public procurement: a case study**. Journal of Public Procurement, 2021.

GORSIRA, Madelijne; DENKERS, Adriaan; HUISMAN, Wim. **Both sides of the coin: Motives for corruption among public officials and business employees**. Journal of Business Ethics, v. 151, n. 1, p. 179-194, 2018.

GUEDES, Danilo; DA SILVA JÚNIOR, Agnello. **Governança Pública no Brasil: Estado da Arte dos Estudos Publicados de 2009 a 2019**. Revista Controladoria e Gestão, v. 2, n. 1, p. 370-387, 2021.

HEINRITZ, Stuart F.; FARRELL, Paul V.; REIS, Augusto. **Compras: princípios e aplicações**. In: **Compras: princípios e aplicações**. 1994. p. 460-460.

JUNIOR, Milton; PROENÇAS, Sibéli; DUENHAS, Rogério. **Eficiência no Pregão Eletrônico: Um Estudo sob a Perspectiva da Celeridade**. EnAPG-2019. Fortaleza/CE - 16 a 18 de maio, 2019.

JUSTEN FILHO, Marçal. **Comentários à Lei de Licitações e Contratos Administrativos**. 16a. ed. São Paulo: Dialética, 2014.

KAJIMBWA, Monsiapile. **Benchmarking accountability of local government authorities in public procurement in Tanzania: A methodological approach**. Benchmarking: An International Journal, v. 25, n. 6, p. 1829-1843, 2018.

KRAEMER, Maria. **Contabilidade criativa: maquiando as demonstrações contábeis**. Pensar Contábil, v. 7, n. 28, 2008.

LEONI, Roberto; SANTOS, Graciele; MENDONÇA, Marialda; SAMPAIO, Nilo; SILVA, José. **Aplicação da lei de Newcomb-Benford no auxílio à detecção de fraudes**. Research, Society and Development, v. 9, n. 8, 2020.

LEAVY, Patricia. **Research designs: Quantitative, Qualitative, Mixed Methods, Arts-Based, and Community-Based Participatory Research Approaches**. The Guilford Press, 2017.

LIMA, Diego. **Uso do pentágono da fraude no processo de identificação de riscos de corrupção em empresas privadas**. Dissertação. Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo, 2019.

LISTON-HEYES, Catherine; JUILLET, Luc. **Burdens of transparency: An analysis of public sector internal auditing**. Public Administration, v. 98, n. 3, p. 659-674, 2020.



MACHADO, Michele; GARTNER, Ivan. **A hipótese de Cressey (1953) e a investigação da ocorrência de fraudes corporativas: uma análise empírica em instituições bancárias brasileiras.** Revista Contabilidade & Finanças, v. 29, n. 76, p. 60-81, 2018.

MACOHIN, Gilmar. **Compras, contratações e Terceirizações.** Curitiba: IESDE Brasil S.A, p. 124, 2008.

MATIAS-PEREIRA, José. **Curso de Administração Pública: foco nas instituições e ações governamentais.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MATIAS-PEREIRA, José. **Manual de gestão pública contemporânea.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

MEBANE JR, Walter. **Election Forensics: vote counts and Benford's Law.** Papers, Posters and Syllabi, The Society Political Methodology, n. 620, 2006.

MEBANE JR, Walter. **Note on the presidential election in Iran.** Michigan: University of Michigan, 2009.

MEDEIROS, Cláudia. **A Importância do Planejamento nas Contratações Públicas: Prevenção de Falhas e Efetividade nos Resultados.** Revista Acadêmica Escola Superior do Ministério Público do Ceará, Fortaleza, 2017.

MENEZES, Rhômulo. **Aplicação da Lei de Benford nos números de casos confirmados de COVID-19 em diferentes países.** REMAT: Revista Eletrônica da Matemática, v. 7, n. 1, p. e3005-e3005, 2021.

MINISTÉRIO DA ECONOMIA. **Economia assina acordo em contratações públicas com agência americana de comércio e desenvolvimento.** Disponível em: <https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/noticias/2022/janeiro/economia-assina-acordo-em-contratacoes-publicas-com-agencia-americana-de-comercio-e-desenvolvimento>. Acesso em: 24 Jan 2022.

MOON, Jae. **The evolution of e-government among municipalities: rhetoric or reality?** Public Administration Review, v. 62, n. 4, p. 424-433, 2002.

MOREIRA, Heloísa; DE MORAES, José. **Compras governamentais: políticas e procedimentos na organização mundial de comércio, União Européia, Nafta, Estados Unidos e Brasil.** Brasília: IPEA, 2002.

MOTTA, Paulo. **O estado da arte da gestão pública.** Revista de Administração de Empresas, v. 53, n. 1, p. 82-90, 2013.

MOTTA, Alexandre. **O combate ao desperdício no gasto público: uma reflexão baseada na comparação entre os sistemas de compra privado, público Federal norte-americano e brasileiro.** Dissertação (mestrado em desenvolvimento econômico) - Instituto de Economia, Universidade de Campinas, Campinas, 2010.

MWANGI, Kiarie. **CONTRACT MANAGEMENT PRACTICES AND PERFORMANCE OF COUNTY GOVERNMENTS IN KENYA**. International Journal of Social Sciences Management and Entrepreneurship (IJSSME), v. 4, n. 1, 2020.

NASER, Kamal. **Creative financial accounting: its nature and use**. London: Prentice House, 1993.

NETO, Macário; JUNIOR, José. **LICITAÇÃO PÚBLICA E SUA RELAÇÃO COM A GOVERNANÇA E A GOVERNABILIDADE**. FACEF Pesquisa-Desenvolvimento e Gestão, v. 23, n. 1, 2020.

NEUPANE, Arjun; SOAR, Jeffrey; VAIDYA, Kishor; YONG, Jianming. **Role of public e-procurement technology to reduce corruption in government procurement**. In: Proceedings of the 5th International Public Procurement Conference (IPPC5). Public Procurement Research Center, p. 304-334, 2012.

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

NIGRINI, Mark. **Digital analysis using Benford's law**. Vancouver: Global Audit Publications, 2000.

NIGRINI, Mark. **Forensic Analytics Methods and Techniques for Forensic Accounting Investigations**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2011.

NIGRINI, Mark. **Forensic Analytics Methods and Techniques for Forensic Accounting Investigations**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2020.

NIJBOER, Kimberly; SENDEN, Shirin; TELGEN, Jan. **Cross-country learning in public procurement: An exploratory study**. Journal of public procurement, 2017.

ODCE. ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Annual Report**. 2004.

ODCE. ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Annual Report**. 2008.

OLIVEIRA, Erivanilson; SILVA, Pedrosa; Silva, Janderson; Costa, Wênyka. **O Uso de Tecnologias Para Detecção de Fraudes na Pandemia da Covid-19**. Revista Contabilidade e Controladoria, v. 13, n. 1, 2021.

OLIVEIRA, W. X. CARVALHO, M.A.W.S. **A polêmica questão da adesão ilimitada dos caronas às atas de registro de preços**. Revista Zênite - Informativo de Licitações e Contratos (ILC), Curitiba: Zênite, n. 230, p. 367-375, abr. 2013.

PAIVA, Maria Eduarda; RIBEIRO, Lilian; GOMES, Jose. **O tamanho do governo aumenta a corrupção? Uma análise para os municípios brasileiros**. Revista de Administração Pública, v. 55, p. 272-291, 2021.

PAMOJA, Twajega. **Capacity development for partners of accountability**. Project document, Chemonics International a USAID Contractor, 2013.

PARAFINA, Redempto. **The government can pay for citizen participation**. (2015). Disponível em: [www.opengovpartnership.org/blog/blog-editor/2015/11/18/government-can-pay-citizen-participation](http://www.opengovpartnership.org/blog/blog-editor/2015/11/18/government-can-pay-citizen-participation). Acesso em: 27 jan. 2021.

PATRUCCO, Andrea, LUZZINI, Davide; RONCHI, Stefano. **Research perspectives on public procurement: Content analysis of 14 years of publications in the journal of public procurement**. Journal of Public Procurement, Vol. 17 n. 2, p. 229-269, 2017.

PIMENTA, Carlos. **Desafios e oportunidades no setor de compras governamentais na América Latina e Caribe: o caso brasileiro**. Brasília: ENAP, 1998.

PINTO, Vera. **Um breve histórico sobre inovações em compras e licitações públicas no Brasil**. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 8, p. 63378-63397, 2020.

PLAVSIC, A. **Procurement takes second place on fraudsters' hit list**, 2004. Disponível em: [www.cips.org/en-SG/supply-management/news/2004/may/procurement-takes-second-place-on-fraudsters-hit-list](http://www.cips.org/en-SG/supply-management/news/2004/may/procurement-takes-second-place-on-fraudsters-hit-list). Acesso em: 26 Jan 2021.

POLÍCIA FEDERAL. **Polícia Federal completa mais de 100 operações contra fraudes relacionadas ao enfrentamento à pandemia**. Disponível em: <https://www.gov.br/pf/pt-br/assuntos/noticias/2021/07/policia-federal-completa-mais-de-100-operacoes-contras-fraudes-relacionadas-as-acoes-de-enfrentamento-a-pandemia>. Acesso em: 13 Nov 2021.

RAUCH, Bernhard.; BRÄHLER, Gernot.; GÖTTSCHE, Max.; ENGEL, Stefan. **Fact and fiction in EU-Governmental Economic Data**. German Economic Review, v. 12, n. 3, p. 243-255, 2011.

REIS, Paulo; CABRAL, Sandro. **Para além dos preços contratados: Fatores determinantes da celeridade nas entregas de compras públicas eletrônicas**. Revista de Administração Pública, v. 52, n. 1, p. 107-125, 2018.

RUSTIARINI, Ni, NURKHOLIS, Sutrisno; ANDAYANI, Wuryan. **Why people commit public procurement fraud? The fraud diamond view**. Journal of Public Procurement, v. 19, n. 4, p. 345-362, 2019.

SÁ, Leandro Marques de. **Aplicação da Lei de Benford e Curva ABC na Seleção de Itens de Auditoria para Detecção de Indícios de Fraudes no Âmbito da Auditoria Interna Governamental: Operação Sangue Frio**, 2020.

SAAD, Youssef. **Antifragilizing public procurement systems: A paradigm shift**. Journal of Public Procurement, v.16, n. 4, p. 419-453, 2016.

SABET, Daniel. **Bidding despite corruption: evidence from Honduras**. Journal of Public Procurement, 2021.

SAMPAIO, Adilson; FIGUEIREDO, Paulo. **Análise de fragilidades no Sistema de Compras Públicas do Brasil: verificação de indícios de Fraudes em Pregões Eletrônicos por meio da Lei de Benford**. XLIII Encontro da ANPAD – EnANPAD, 2019.

SANTOS, Josenildo.; DINIZ, Josedilton. A.; RIBEIRO FILHO, Jose. **A Lei de Newcomb-Benford: uma aplicação para determinar o DNA-equivalente das despesas no setor público**. Anais do Seminário USP de Contabilidade e Controladoria, v. 3, 2003.

SANTOS, Renato. **Modelo preditivo de fraude ocupacional nas organizações privadas**. 2016. Tese (Doutorado em Administração) – Faculdade de Economia, Administração, Contábeis e Atuariais Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2016. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/18875>. Acesso em: 29 Jan 2021.

SENADO FEDERAL DO BRASIL. **Programa Federativo de Enfrentamento ao Coronavírus**. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/relatorios-legislativos/covid-19>. Acesso: 28 Mai 2021.

SHAKYA, Rajesh. **Procurement governance framework: success to e-government procurement (E-GP) system implementation**. Proceedings of the International Public Procurement Conference (IPPC5), Seattle, United States, 2012.

SOARES, Ricardo. **Compras governamentais: características das firmas industriais e participação das que inovam**. In: DE NEGRI, J. A.; SALERNO, M. S. (Orgs.). Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras. Brasília: Ipea, 2005.

SCHIELE, Holger. **Comparing public and private organizations in their quest to become a preferred customer of suppliers**. Journal of public procurement, v. 20, n. 2, p. 119-144, 2020.

SPAGNOLO, Giancarlo. **Reputation, Competition, and Entry in Procurement**, SITE Working Paper, No. 14, Stockholm School of Economics, Stockholm Institute of Transition Economics (SITE), Stockholm, 2012.

SILVA, Renato; BARKI, Teresa. **Compras públicas compartilhadas: a prática das licitações sustentáveis**. Revista do Serviço Público, 63(2), 157-175, 2012.

SOARES, Hugo. **Organização de Compras em Empresas Industriais Brasileiras: um estudo de estruturas, papéis e responsabilidades**. p. 121, 2003. Dissertação (Mestrado em Administração) – Instituto COOPEAD, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: [http://www2.coppead.ufrj.br/port/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=1156&Itemid=204](http://www2.coppead.ufrj.br/port/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=1156&Itemid=204). Acesso em: 15 Fev 2009.

SQUEFF, Flávia. **Poder De Compras Governamental Como Instrumento De Desenvolvimento Tecnológico: Análise Do Caso Brasileiro**. Texto para discussão/Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, n. 1922, p. 1–30, 2014.

SUJEEWA, Gamlath; YAJID, Mohd; KHATIBI, Ali; AZAM, Ferdous; DHARMARATNE, Isuri **The new fraud triangle theory - Integrating ethical values of employees**. International Journal of Business, Economics and Law, v. 16, n. 5 p. 52-57, ago. 2018.

SUNDFELD, Carlos. **Como tornar o controle eficiente? Definindo os limites do papel do Ministério Público e dos Tribunais de Contas**. In: Fabio Giambiagi, Sergio Guimarães Ferreira, Antônio Marcos Hoelz Ambrózio (org). Reforma do Estado Brasileiro: Transformando a Atuação do Governo. São Paulo: Atlas, 2020.

TAMAGNO, Gabriela; MOTTA, Marta; CAMARGO, Maria; BIZOTTO, Beatriz; FERNADES, Alice. **CONTABILIDADE CRIATIVA: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA**. Conference: 8th International Symposium on Technological Innovation, 2017.

THAI, Khi. **Public procurement re-examined**. Journal of Public Procurement, v.1, n.1, p.9-50, 2001.

TRANSPARÊNCIA INTERNACIONAL - BRASIL (2020). **Índice de Percepção da Corrupção 2019**. Disponível em: <https://transparenciainternacional.org.br/ipc/resultados-2019>. Acesso em: 27 Jan 2021.

TRANSPARÊNCIA INTERNACIONAL - BRASIL (2021). **Índice de Percepção da Corrupção 2020**. Disponível em: <https://transparenciainternacional.org.br/ipc/resultados-2020>. Acesso em: 28 Jan 2021.

TRIBUNAL DE CONTAS UNIÃO – TCU. **Referencial básico de governança aplicável a órgãos e entidades da administração pública**. Brasília, 2014. Disponível em: [https://portal.tcu.gov.br/data/files/FA/B6/EA/85/1CD4671023455957E18818A8/Referencial\\_basico\\_governanca\\_2\\_edicao.PDF](https://portal.tcu.gov.br/data/files/FA/B6/EA/85/1CD4671023455957E18818A8/Referencial_basico_governanca_2_edicao.PDF). Acesso em 04 Fev 2021.

\_\_\_\_\_. **Referencial de combate à fraude e corrupção: aplicável a órgãos e entidades da Administração Pública/Tribunal de Contas da União**. Brasília. 2017. Disponível em: <https://portal.tcu.gov.br/imprensa/noticias/conheca-o-referencial-de-combate-a-fraude-e-corrupcao-produzido-pelo-tcu.htm>. Acesso em: 08 Mar 2021.

TRIDAPALLI, Juarez; FERNANDES, Elton.; MACHADO, Waltair. **Gestão da cadeia de suprimento do setor público: uma alternativa para controle de gastos correntes no Brasil**. Revista de Administração Pública, v. 45, n. 2, p. 401–433, 2011.

VAIDYA, Kishor; SAJEEV, A.S.M; CALLENDER, Guy. **Critical factors that influence e-procurement implementation success in the public sector**. Journal of Public Procurement, 6 (1/2): 70, 2006.

WARE, Glenn; MOSS, Shaun; CAMPOS, Edgardo; NOONE, Gregory. **Corruption in public procurement: a perennial challenge**. in J.E. Campos and S. Pradhan (Eds), The Many Faces of Corruption: Tracking Vulnerabilities at the Sector Level, World Bank, Washington, DC, 2007.

WELLS, Joseph. **Corporate fraud handbook: prevention and detection**. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 3 ed., 2011.

WILLIAMS-ELEGBE, Sope. **Systemic corruption and public procurement in developing countries: are there any solutions?** *Journal of Public Procurement*, v. 18, n. 2, p. 131-147, 2018.

WOLFE, David; HERMANSON, Dana. **The fraud diamond: considering the four elements of fraud**. *The CPA Journal, New York State Society of Certified Public Accountants*, v. 74. n. 12, p. 38, 2004.

WU, Alfred; YAN, Yifei; VYAS, Lina. **Public sector innovation, e-government, and anticorruption in China and India: Insights from civil servants**. *Australian Journal of Public Administration*, v. 79, n. 3, p. 370-385, 2020.