



Universidade de Brasília
Instituto de Ciências Humanas
Departamento de Economia

MESTRADO PROFISSIONAL EM REGULAÇÃO E
GESTÃO DE NEGÓCIOS

**APLICAÇÕES DA LEI NEWCOMB-BENFORD À
AUDITORIA DE OBRAS PÚBLICAS.**

FLÁVIA CECCATO

Brasília, DF
2013

FLÁVIA CECCATO RODRIGUES DA CUNHA

APLICAÇÕES DA LEI NEWCOMB-BENFORD À
AUDITORIA DE OBRAS PÚBLICAS.

Dissertação apresentada ao
Centro de Estudos em Regulação
de Mercados da Faculdade de
Economia, Administração,
Contabilidade e Ciência da
Informação e Documentação da
Universidade de Brasília, para
obtenção do título de Mestre em
Regulação e Gestão de
Negócios.

Área de Concentração: Gestão
de Negócios

Orientador: Prof. Maurício Soares
Bugarin

Brasília, DF

2013

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade de
Brasília. Acervo 1013628.

C972a Cunha, Flávia Ceccato Rodrigues da.
Aplicações da Lei Newcomb-Benford à auditoria de obras
públicas / Flávia Ceccato Rodrigues da Cunha. -- 2013.
486 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) - Universidade de Brasília,
Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade,
2013.

Inclui bibliografia.

Orientação: Maurício Bugarin.

1. Auditoria. 2. Obras públicas. I. Bugarin, Maurício.
II. Título.

CDU 657.6



Universidade de Brasília
Instituto de Ciências Humanas
Departamento de Economia

MESTRADO PROFISSIONAL EM REGULAÇÃO E GESTÃO DE
NEGÓCIOS

**APLICAÇÕES DA LEI NEWCOMB-BENFORD À
AUDITORIA DE OBRAS PÚBLICAS.**

FLÁVIA CECCATO RODRIGUES DA CUNHA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO PROFISSIONAL SUBMETIDA AO CENTRO DE ESTUDOS EM REGULAÇÃO DE MERCADOS DA FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, CONTABILIDADE E CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO E DOCUMENTAÇÃO DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE.

BANCA EXAMINADORA:

**PROFESSOR MAURÍCIO SOARES BUGARIN, PHD, UnB
(ORIENTADOR)**

WALDERY RODRIGUES JÚNIOR, Doutor, UnB

ADRIANA CUOCO PORTUGAL, Doutora, UnB

DATA: BRASÍLIA/DF, DEZEMBRO DE 2013

DEDICATÓRIA

Aos meus avós Godofredo e Ana Maria, ausentes, e Ana Rosa e Benito, felizmente ainda conosco.

Ao meu filho amado que completará agora um aninho e testemunhou, desde o nascimento, o meu esforço em conciliar a maternidade, a vida acadêmica, o trabalho e as tarefas do lar.

À minha mãe, que gastou suas férias de 2013 me ajudando a cuidar do meu filho recém-nascido e, posteriormente, hospedou-nos por semanas em sua casa.

Ao meu namorado Marcéu e à minha sogra Cristina, com amor, admiração e gratidão por sua compreensão, carinho e presença durante o período de elaboração deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, que me proporcionou todas as condições para que eu pudesse concluir esse trabalho.

Depois, ao Tribunal de Contas da União, que investiu no meu conhecimento, arcando com os custos deste mestrado, concedendo-me jornada de trabalho reduzida e licença capacitação para finalizar a dissertação. Fez jus à sua reputação de órgão público de excelência em gestão de pessoas.

Ao querido Professor Maurício Bugarin, que felizmente aceitou ser meu orientador e, mesmo tendo ido passar um tempo no Japão, não abdicou de participar desse projeto.

À minha secretária Paty, que abriu mão dos seus descansos semanais para cuidar do meu filho, enquanto eu finalizava essa dissertação.

EPÍGRAFE

"Comece por fazer o que é necessário, depois o que é possível e, de repente, estará a fazer o impossível."

Francisco de Assis

RESUMO

CUNHA, Flávia Ceccato Rodrigues. Aplicações da Lei Newcomb-Benford à Auditoria de Obras Públicas. Dissertação de Mestrado em Regulação e Gestão de Negócios. Departamento de Economia, Universidade de Brasília, Brasília. Orientador: Maurício Soares Bugarin. Defesa em 13 de dezembro de 2012.

As análises de preços nas auditorias de obras públicas ocupam algumas vezes semanas de trabalho do auditor. Em muitos casos, as planilhas orçamentárias são extensas e de difícil análise. A Lei Newcomb-Benford poderia ser uma ferramenta de trabalho para selecionar de forma mais eficiente as planilhas orçamentárias de obras públicas para análise de sobrepreço e ainda possibilitar um melhor entendimento das licitações, das empresas participantes e, conseqüentemente do mercado do setor. A metodologia consistiu: na revisão do instrumental teórico existente; na coleta e tratamento dos dados; no desenvolvimento e aplicação dos testes; e na apresentação dos resultados e conclusões. Mediante as análises efetuadas, esperou-se encontrar padrões de impropriedades nas planilhas orçamentárias de obras públicas e se propôs um modelo para selecionar de forma rápida e assertiva as amostras com maior probabilidade de erro.

Palavras-chave: Auditoria. Obras públicas. Lei Newcomb-Benford. Sobrepreço.

ABSTRACT

CUNHA, Flávia Ceccato Rodrigues. Applications of the Newcomb-Benford Law on Audit of Public Works. Dissertation in Business and Management Regulation. Department of Economics, University of Brasilia, Brasilia. Supervisor: Mauricio Soares Bugarin. Defense on December 13, 2012.

The analysis of prices in audits of public works occupy sometimes weeks of the auditor's work. In many cases the budget spreadsheets are extensive and difficult to analyze. The Newcomb-Benford Law could be a working tool to select more efficiently the public works budget spreadsheets for analysis of overpricing and still enable a better understanding of the bids, the participating companies and consequently the market sector . The methodology consisted in: Review of existing theoretical tools, the collection and processing of data , the development and application of tests, and the reporting of results and conclusions. Through the analyzes performed , it was expected to find patterns of improprieties in the public works budget spreadsheets and proposed a model to select quickly and assertively samples with higher probability of error.

Keywords : Audit . Public works. Newcomb-Benford Law. Overpricing.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Frequências dos quatro primeiros dígitos, calculadas segundo a Lei de Newcomb-Benford.....	65
Tabela 2 – Exemplo de confronto entre o Teste dos Dois Primeiros Dígitos e o Teste de Soma.....	67
Tabela 3 - Adaptada de Nigrini (2012) – Valores críticos e conclusões para vários MDA.	84
Tabela 4 - Testes Primários - análise conjunta dos dígitos para os valores unitários e totais.	88
Tabela 5 - Testes Primários - análise individual dos dígitos para os valores unitários e totais.	89
Tabela 6 - Testes Primários - análise conjunta dos dígitos para os valores unitários.....	91
Tabela 7 - Testes Primários - análise conjunta dos dígitos para os valores totais.	93
Tabela 8 - Testes Primários - análise individual dos dígitos para os valores unitários.....	95
Tabela 9 - Testes Primários - análise individual dos dígitos para os valores totais.	96
Tabela 10 - Ordenamento das propostas de preço por ordem decrescente de vantajosidade (classificação final).....	108
Tabela 11 – Resultados dos testes primários para os valores unitários por empresa licitante	109
Tabela 12 – Resultados dos testes primários para os valores totais por empresa licitante	110
Tabela 13 – Classificação do certame licitatório por ordem de menor preço global	112
Tabela 14 – Resultados consolidados dos Testes do Primeiro Dígito aplicados aos valores unitários, exibidos por empresa	113
Tabela 15 – Resultados consolidados dos Testes do Primeiro Dígito aplicados aos valores totais, exibidos por empresa	114
Tabela 16 – Resultados consolidados do Modelo Fator de Distorção aplicado aos valores unitários, exibidos por empresa	115
Tabela 17 – Resultados consolidados do Modelo Fator de Distorção aplicado aos valores totais, exibidos por empresa	116
Tabela 18 - Teste do Primeiro Dígito para os valores totais.....	123
Tabela 19 – Teste do Segundo Dígito para os valores totais.....	125

Tabela 20 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos valores totais	126
Tabela 21 – Teste de Soma para os valores totais	129
Tabela 22 – Teste de Duplicação de Número para os valores totais	133
Tabela 23 – Teste de Segunda Ordem para os valores totais	134
Tabela 24 – Teste dos Dois Últimos Dígitos para os valores totais.....	137
Tabela 25 – Modelo Fator de Distorção para os valores totais	139
Tabela 26 – Regressão Linear para os valores totais	140
Tabela 27 – Mantissa Arc Test valores totais.....	141
Tabela 28- Teste do Primeiro Dígitos para os valores unitários.....	142
Tabela 29 – Teste do Segundo Dígitos para os valores unitários	144
Tabela 30 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos valores unitários	145
Tabela 31 – Teste de Soma para os valores unitários	148
Tabela 32 – Teste de Duplicação de Número para os valores unitários	152
Tabela 33 – Teste de Segunda Ordem para os valores unitários	153
Tabela 34 – Teste dos Dois Últimos Dígitos para os valores unitários.....	156
Tabela 35 – Modelo Fator de Distorção para os valores unitários	158
Tabela 36 – Regressão linear para os valores unitários	160
Tabela 37 – Mantissa Arc Test valores unitários.....	160
Tabela 38 –Curva ABC – Análise TCU: Maracanã.....	166
Tabela 39- Teste do Primeiro Dígitos para os custos unitários do Maracanã ..	169
Tabela 40- Teste do Segundo Dígitos para os custos unitários do Maracanã .	171
Tabela 41- Teste dos Dois Primeiros Dígitos para os custos unitários do Maracanã	173
Tabela 42 – Teste de Soma para os custos unitários do Maracanã.....	176
Tabela 43 – Teste de Duplicação de Número para os custos unitários do Maracanã	179
Tabela 44 – Teste de Segunda Ordem para os custos unitários do Maracanã	179
Tabela 45 – Teste dos Dois Últimos Dígitos para os custos unitários do Maracanã	183
Tabela 46 – Modelo Fator de Distorção para os custos unitários do Maracanã	184
Tabela 47 – Regressão linear (custos unitários - Maracanã)	186
Tabela 48 – Mantissa Arc Test custos unitários do Maracanã	186

Tabela 49- Teste do Primeiro Dígito para os custos totais do Maracanã	188
Tabela 50- Teste do Segundo Dígito para os custos totais do Maracanã	190
Tabela 51- Teste dos Dois Primeiros Dígitos para os custos totais do Maracanã	191
Tabela 52 – Teste de Soma para os custos totais do Maracanã.....	195
Tabela 53 – Teste de Duplicação de Número para os custos totais do Maracanã	197
Tabela 54 – Teste de Segunda Ordem para os custos totais do Maracanã...	198
Tabela 55 – Teste dos Dois Últimos Dígitos para os custos totais do Maracanã	201
Tabela 56 – Modelo Fator de Distorção para os custos totais do Maracanã..	203
Tabela 57 – Regressão linear (custos totais - Maracanã)	204
Tabela 58 – Mantissa Arc Test custos totais do Maracanã	205
Tabela 59- Itens detectados pela Lei NB (dígitos 11 e 25), cujo sobrepreço fora identificado pelo TCU - Maracanã	206
Tabela 60- Itens detectados pela Lei NB, cujo sobrepreço fora identificado pelo TCU	208
Tabela 61- Itens detectados pela Lei NB, cujo sobrepreço fora identificado pelo TCU: Maracanã	210
Tabela 62 – Análise realizada pela Infraero – preços questionados pelo TCU	217
Tabela 63 – Reduções nos valores dos serviços da planilha orçamentária da reforma do Aeroporto de Confins em Minas Gerais.	219
Tabela 64- Teste do Primeiro Dígito para os preços unitários de Confins.	227
Tabela 65- Teste do Segundo Dígito para os preços unitários de Confins	229
Tabela 66- Teste dos Dois Primeiros Dígitos para os preços unitários de Confins	231
Tabela 67 – Teste de Soma para os preços unitários de Confins	235
Tabela 68 – Teste de Duplicação de Número para os preços unitários de Confins	237
Tabela 69 – Teste de Segunda Ordem para os preços unitários de Confins .	238
Tabela 70 – Teste dos Dois Últimos Dígitos para os preços unitários de Confins	241
Tabela 71 – Modelo Fator de Distorção para os preços unitários de Confins	243
Tabela 72 – Regressão linear (preços unitários - Confins)	244
Tabela 73 – Mantissa Arc Test preços unitários de Confins	244

Tabela 74- Teste do Primeiro Dígito para os preços totais de Confins	246
Tabela 75- Teste do Segundo Dígito para os preços totais de Confins	247
Tabela 76- Teste dos Dois Primeiros Dígitos para os preços totais de Confins	249
Tabela 77 – Teste de Soma para os preços totais de Confins	252
Tabela 78 – Teste de Duplicação de Número para os preços totais de Confins	255
Tabela 79 – Teste de Segunda Ordem para os preços totais do Confins	255
Tabela 80 – Teste dos Dois Últimos Dígitos para os preços totais de Confins	258
Tabela 81 – Modelo Fator de Distorção para os preços totais de Confins	260
Tabela 82 – Regressão linear (preços totais - Confins)	262
Tabela 83 – Mantissa Arc Test preços totais - Confins	262
Tabela 84- Dígitos de valores que sofreram redução (17 e 79) – preços unitários Confins	264
Tabela 85- Outros dígitos de valores que sofreram redução – preços unitários Confins	265
Tabela 86- Dígitos de valores que sofreram redução – preços totais Confins	268
Tabela 87. Análise de preços elaborada pelo TCU em relação ao orçamento do projeto executivo – Arena da Amazônia	277
Tabela 88- Teste do Primeiro Dígito para os preços unitários da Arena da Amazônia	282
Tabela 89- Teste do Segundo Dígito para os preços unitários da Arena da Amazônia	284
Tabela 90- Teste dos Dois Primeiros Dígitos para os preços unitários da Arena da Amazônia	286
Tabela 91 – Teste de Soma para os preços unitários da Arena da Amazônia	290
Tabela 92 – Teste de Duplicação de Número para os preços unitários da Arena da Amazônia	292
Tabela 93 – Teste de Segunda Ordem para os preços unitários da Arena da Amazônia	293
Tabela 94 – Teste dos Dois Últimos Dígitos para os preços unitários da Arena da Amazônia	296
Tabela 95 – Modelo Fator de Distorção para os preços unitários da Arena da Amazônia	298
Tabela 96 – Regressão linear (preços unitários - da Arena da Amazônia)	299

Tabela 97 – Mantissa Arc Test preços unitários da Arena da Amazônia	300
Tabela 98. Análise de sobrepreço do TCU adaptada- Arena da Amazônia. ..	302
Tabela 99 – Confronto entre os dois primeiros dígitos mais críticos e a análise de preços do TCU - Arena da Amazônia.....	307
Tabela 100 – Confronto entre os dois primeiros dígitos e a análise de preços do TCU - Arena da Amazônia.	308
Tabela 101 – Análise dos dígitos com preço unitário inferior a 10 - Arena da Amazônia.	309
Tabela 102 – Teste do Primeiro Dígito dos valores unitários Construtora NM Ltda.	313
Tabela 103 – Teste do Primeiro Dígito dos valores unitários Concrepoxi Engenharia Ltda.	313
Tabela 104 – Teste do Primeiro Dígito Consórcio FBS/DP Barr”os.....	314
Tabela 105 – Teste do Primeiro Dígito dos valores unitários Consórcio MPE/EPC Construções	314
Tabela 106 – Teste do Segundo Dígito dos valores unitários Construtora NM Ltda.	315
Tabela 107 – Teste do Segundo Dígito dos valores unitários Concrepoxi Engenharia Ltda.	315
Tabela 108 – Teste do Segundo Dígito dos valores unitários Consórcio FBS/DP Barros.....	316
Tabela 109 – Teste do Segundo Dígito dos valores unitários Consórcio MPE/EPC Construções	316
Tabela 110 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores unitários Construtora NM.....	317
Tabela 111 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores unitários Concrepoxi Engenharia Ltda.	319
Tabela 112 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores unitários Consórcio FBS/DP Barros.....	321
Tabela 113 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores unitários Consórcio MPE/EPC Construções	324
Tabela 114 – Modelo Fator de Distorção dos valores unitários Construtora NM Ltda.	326
Tabela 115 – Modelo Fator de Distorção dos valores unitários Concrepoxi Engenharia Ltda.	326
Tabela 116 – Modelo Fator de Distorção dos valores unitários Consórcio FBS/DP Barros.....	327

Tabela 117 – Modelo Fator de Distorção dos valores unitários Consórcio MPE/EPC Construções	327
Tabela 118 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais Construtora NM Ltda.	328
Tabela 119 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais Concrepxi Engenharia Ltda.	329
Tabela 120 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais Consórcio FBS/DP Barros.....	329
Tabela 121 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais Consórcio MPE/EPC Construções	330
Tabela 122 – Teste do Segundo Dígito dos valores totais Construtora NM Ltda.	330
Tabela 123 – Teste do Segundo Dígito dos valores totais Concrepxi Engenharia Ltda.	331
Tabela 124 – Teste do Segundo Dígito dos valores totais Consórcio FBS/DP Barros.....	331
Tabela 125 – Teste do Segundo Dígito dos valores totais Consórcio MPE/EPC Construções	332
Tabela 126 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores totais Construtora NM Ltda.	332
Tabela 127 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores totais Concrepxi Engenharia Ltda.	335
Tabela 128 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores totais Consórcio FBS/DP Barros.....	337
Tabela 129 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores totais Consórcio MPE/EPC	339
Tabela 130 – Modelo Fator de Distorção dos valores totais Construtora NM Ltda.	341
Tabela 131 – Modelo Fator de Distorção dos valores totais Concrepxi Engenharia Ltda.	342
Tabela 132 – Modelo Fator de Distorção dos valores totais Consórcio FBS/DP Barros.....	342
Tabela 133 – Modelo Fator de Distorção dos valores totais Consórcio MPE/EPC	343
Tabela 134 – Teste do Primeiro Dígito dos valores unitários Infraero.....	345
Tabela 135 – Teste do Primeiro Dígito Consórcio AMC-EPC	345
Tabela 136 – Teste do Primeiro Dígito dos valores unitários S/A Paulista Construções e Comércio	346

Tabela 137 – Teste do Primeiro Dígito dos valores unitários Sanerio Engenharia Ltda.	346
Tabela 138 – Teste do Primeiro Dígito dos valores unitários Consórcio Pavibrás-Marins	347
Tabela 139 – Teste do Primeiro Dígito dos valores unitários Consórcio Consbem/MPE	347
Tabela 140 – Teste do Primeiro Dígito dos valores unitários Construtora Cowan S/A	348
Tabela 141 – Teste do Primeiro Dígito dos valores unitários Consórcio Rodoserv/CVS/Arvek	348
Tabela 142 – Teste do Primeiro Dígito dos valores unitários Consórcio CBEMI/Tucumann/CENBRA	349
Tabela 143 – Teste do Primeiro Dígito dos valores unitários Consórcio ATDM	349
Tabela 144 – Teste do Primeiro Dígito dos valores unitários São Marcos Terraplenagem e Construção Ltda.....	350
Tabela 145 – Teste do Primeiro Dígito dos valores unitários Consórcio SHF Galeão.....	350
Tabela 146 – Modelo Fator de Distorção dos valores unitários Infraero	351
Tabela 147 – Modelo Fator de Distorção dos valores unitários Consórcio AMC-EPC.....	351
Tabela 148 – Modelo Fator de Distorção dos valores unitários S/A Paulista Construções e Comércio.....	351
Tabela 149 – Modelo Fator de Distorção dos valores unitários Sanerio Engenharia Ltda.	352
Tabela 150 – Modelo Fator de Distorção dos valores unitários Consórcio Pavibrás Marins.....	352
Tabela 151 – Modelo Fator de Distorção dos valores unitários Consórcio Consbem/MPE	352
Tabela 152 – Modelo Fator de Distorção dos valores unitários Construtora Cowan	353
Tabela 153 – Modelo Fator de Distorção dos valores unitários Consórcio Rodoserv/CVS/ARVEK	353
Tabela 154 – Modelo Fator de Distorção dos valores unitários Consórcio CBEMI/Tucumann/Cenbra	353
Tabela 155 – Modelo Fator de Distorção dos valores unitários Consórcio ATDM	354

Tabela 156 – Modelo Fator de Distorção dos valores unitários São Marcos Terraplenagem e Construção Ltda.....	354
Tabela 157 – Modelo Fator de Distorção dos valores unitários Consórcio SHF-Galeão.....	354
Tabela 158 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais Infraero.....	355
Tabela 159 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais Consórcio AMC-EPC	355
Tabela 160 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais S/A Paulista Construções e Comércio.....	356
Tabela 161 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais Sanerio Engenharia Ltda.	356
Tabela 162 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais Consórcio Pavibrás-Marins	357
Tabela 163 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais Consórcio Consbem/MPE	357
Tabela 164 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais Construtora Cowan S/A	358
Tabela 165 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais Consórcio Rodoserv/CVS/Arvek	358
Tabela 166 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais Consórcio CBEMI/Tucumann/CENBRA.....	359
Tabela 167 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais Consórcio ATDM..	359
Tabela 168 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais São Marcos Terraplenagem e Construção Ltda.....	360
Tabela 169 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais Consórcio SHF Galeão	360
Tabela 170 – Modelo Fator de Distorção dos valores totais Infraero	361
Tabela 171 – Modelo Fator de Distorção dos valores totais Consórcio AMC-EPC	361
Tabela 172 – Modelo Fator de Distorção dos valores totais S/A Paulista Construções e Comércio.....	361
Tabela 173 – Modelo Fator de Distorção dos valores totais Sanerio Engenharia Ltda.	362
Tabela 174 – Modelo Fator de Distorção dos valores totais Consórcio Pavibrás Marins	362
Tabela 175 – Modelo Fator de Distorção dos valores totais Consórcio Consbem/MPE	362

Tabela 176 – Modelo Fator de Distorção dos valores totais Construtora Cowan	363
Tabela 177 – Modelo Fator de Distorção dos valores totais Consórcio Rodoserv/CVS/ARVEK	363
Tabela 178 – Modelo Fator de Distorção dos valores totais Consórcio CBEMI/Tucumann/Cembra	363
Tabela 179 – Modelo Fator de Distorção dos valores totais Consórcio ATDM	364
Tabela 180 – Modelo Fator de Distorção dos valores totais São Marcos Terraplenagem e Construção Ltda.....	364
Tabela 181 – Modelo Fator de Distorção dos valores totais Consórcio SHF-Galeão.....	364
Tabela 182 – Teste do Primeiro Dígito dos valores unitários – orçamento base Transcarioca.....	366
Tabela 183 – Teste do Segundo Dígito dos valores unitários – orçamento base Transcarioca.....	366
Tabela 184 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores unitários – orçamento base Transcarioca.....	367
Tabela 185 – Teste de Soma para os valores unitários – orçamento base Transcarioca.....	369
Tabela 186 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais – orçamento base Transcarioca.....	371
Tabela 187 – Teste do Segundo Dígito dos valores totais – orçamento base Transcarioca.....	372
Tabela 188 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores totais – orçamento base Transcarioca.....	373
Tabela 189 – Teste de Soma dos valores totais – orçamento base Transcarioca	375
Tabela 190 – Teste do Primeiro Dígito dos valores unitários – orçamento contratado Verdão Cuiabá	378
Tabela 191 – Teste do Segundo Dígito dos valores unitários – orçamento contratado Verdão Cuiabá	379
Tabela 192 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores unitários – orçamento contratado Verdão Cuiabá	380
Tabela 193 – Teste de Soma para os valores unitários – orçamento contratado Verdão Cuiabá	382
Tabela 194 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais – orçamento contratado Verdão Cuiabá	383

Tabela 195 – Teste do Segundo Dígito dos valores totais – orçamento contratado Verdão Cuiabá	384
Tabela 196 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores totais – orçamento contratado Verdão Cuiabá	385
Tabela 197 – Teste de Soma dos valores totais – orçamento contratado Verdão Cuiabá	387
Tabela 198 – Teste do Primeiro Dígito dos valores unitários – orçamento base Terminal Marítimo de Recife	391
Tabela 199 – Teste do Primeiro Dígito dos valores unitários: Terminal Marítimo de Recife - Concrepoxi	392
Tabela 200 – Teste do Segundo Dígito dos valores unitários – orçamento base Terminal Marítimo de Recife	393
Tabela 201 – Teste do Segundo Dígito dos valores unitários: Terminal Marítimo de Recife - Concrepoxi	393
Tabela 202 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores unitários – orçamento base Terminal Marítimo de Recife	394
Tabela 203 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores unitários: Terminal Marítimo de Recife - Concrepoxi	396
Tabela 204 – Teste de Soma para os valores unitários – orçamento base Terminal Marítimo de Recife	399
Tabela 205 – Teste Soma dos valores unitários: Terminal Marítimo de Recife - Concrepoxi	400
Tabela 206 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais – orçamento base Terminal Marítimo de Recife	402
Tabela 207 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais: Terminal Marítimo de Recife - Concrepoxi	403
Tabela 208 – Teste do Segundo Dígito dos valores totais – orçamento base Terminal Marítimo de Recife	404
Tabela 209 – Teste do Segundo Dígito dos valores: Terminal Marítimo de Recife - Concrepoxi	404
Tabela 210 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores totais – orçamento base Terminal Marítimo de Recife	405
Tabela 211 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores totais: Terminal Marítimo de Recife - Concrepoxi	408
Tabela 212 – Teste de Soma dos valores totais – orçamento base Terminal Marítimo de Recife	410
Tabela 213 – Teste de Soma dos valores totais: Terminal Marítimo de Recife - Concrepoxi	412

Tabela 214 – Teste do Primeiro Dígito dos valores unitários – orçamento base Aeroporto de Brasília.....	415
Tabela 215 – Teste do Segundo Dígito dos valores unitários – orçamento base Aeroporto de Brasília.....	416
Tabela 216 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores unitários – orçamento base Aeroporto de Brasília.....	417
Tabela 217 – Teste de Soma para os valores unitários – orçamento base Aeroporto de Brasília.....	419
Tabela 218 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais – orçamento base Aeroporto de Brasília.....	421
Tabela 219 – Teste do Segundo Dígito dos valores totais – orçamento base Aeroporto de Brasília.....	422
Tabela 220 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores totais – orçamento base Aeroporto de Brasília.....	422
Tabela 221 – Teste de Soma dos valores totais – orçamento base Aeroporto de Brasília.....	425
Tabela 222 – Teste do Primeiro Dígito dos valores unitários – orçamento base Aeroporto de Tocantins.....	428
Tabela 223 – Teste do Segundo Dígito dos valores unitários – orçamento base Aeroporto de Tocantins.....	429
Tabela 224 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores unitários – orçamento base Aeroporto de Tocantins.....	430
Tabela 225 – Teste de Soma para os valores unitários – orçamento base Aeroporto de Tocantins.....	432
Tabela 226 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais – orçamento base Aeroporto de Tocantins.....	434
Tabela 227 – Teste do Segundo Dígito dos valores totais – orçamento base Aeroporto de Tocantins.....	435
Tabela 228 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores totais – orçamento base Aeroporto de Tocantins.....	435
Tabela 229 – Teste de Soma dos valores totais – orçamento base Aeroporto de Tocantins.....	438
Tabela 230 – Teste do Primeiro Dígito dos valores unitários – orçamento base Porto de Natal.....	442
Tabela 231 – Teste do Segundo Dígito dos valores unitários – orçamento base Porto de Natal.....	442
Tabela 232 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores unitários – orçamento base Porto de Natal.....	443

Tabela 233 – Teste de Soma para os valores unitários – orçamento base Porto de Natal.....	446
Tabela 234 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais – orçamento base Porto de Natal.....	447
Tabela 235 – Teste do Segundo Dígito dos valores totais – orçamento base Porto de Natal.....	448
Tabela 236 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores totais – orçamento base Porto de Natal.....	449
Tabela 237 – Teste de Soma dos valores totais – orçamento base Porto de Natal.....	451
Tabela 238 – Teste do Primeiro Dígito dos valores unitários – orçamento base Porto de Salvador.....	455
Tabela 239 – Teste do Primeiro Dígito dos valores unitários: Porto de Salvador-Chroma	455
Tabela 240 – Teste do Segundo Dígito dos valores unitários – orçamento base Porto de Salvador.....	456
Tabela 241 – Teste do Segundo Dígito dos valores unitários: Porto de Salvador - Chroma	457
Tabela 242 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores unitários – orçamento base Porto de Salvador	457
Tabela 243 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores unitários: Porto de Salvador - Chroma	460
Tabela 244 – Teste de Soma para os valores unitários – orçamento base Porto de Salvador	462
Tabela 245 – Teste Soma dos valores unitários: Porto de Salvador - Chroma	464
Tabela 246 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais – orçamento base Porto de Salvador	466
Tabela 247 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais: Porto de Salvador - Chroma	466
Tabela 248 – Teste do Segundo Dígito dos valores totais – orçamento base Porto de Salvador	467
Tabela 249 – Teste do Segundo Dígito dos valores totais: Porto de Salvador - Chroma	468
Tabela 250 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores totais – orçamento base Porto de Salvador.....	469
Tabela 251 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores totais: Porto de Salvador - Chroma	471

Tabela 252 – Teste de Soma dos valores totais – orçamento base Porto de Salvador	473
Tabela 253 – Teste de Soma dos valores totais: Porto de Salvador - Chroma	475

LISTA DE FIGURAS E EQUAÇÕES

Figuras

Figura 1- Simon Newcomb 38
 Figura 2 - Frank Benford..... 38

Equações

(I) $BDI = \left[\frac{(1+(AC+S+R+G))(1+DF)(1+L)}{(1-I)} - 1 \right] * 100$ 55

(II) $Prob(D_1 = d_1) = \log \left(1 + \frac{1}{d_1} \right)$ 64

(III) $Prob(D_2 = d_2) = \sum_{d_1=1}^9 \log \left(1 + \frac{1}{d_1 d_2} \right)$ 65

(IV) $P(d) = \sum_{k=10^{n-2}}^{10^{n-1}-1} \log_{10} \left(1 + \frac{1}{10k + d} \right)$ 66

(V) $Prob(D_1 D_2 = d_1 d_2) = \log \left(1 + \frac{1}{d_1 d_2} \right)$ 66

(VI) $D_n = \alpha r^n - \alpha r^{n-1}$ (com $n = 1, 2, 3, \dots, N-1$) 71
 $= \alpha(r - 1) \times r^{n-1}$

(VII) $\alpha_{\text{collapsed}} = \frac{10x}{10^{\text{int}(\log(a))}}$ 74

(VIII) $6340_{\text{collapsed}} = \frac{10 \times 6340}{10^{\text{int}(\log(6340))}}$ 74
 $= \frac{63400}{10^{\text{int}(3.802)}}$
 $= \frac{63400}{1000} = 63,40$

(IX)	$M = \frac{\sum a_{collapsed}}{N}$	74
(X)	$S = \frac{a x (r^n - 1)}{(r-1)}$	75
(XI)	$M = \frac{90}{\left(N x \left(10^{\frac{1}{n}} - 1\right)\right)}$	75
(XII)	$\lim_{n \rightarrow \infty} (M) = \frac{90}{\left(n x \left(10^{\frac{1}{n}} - 1\right)\right)} = \frac{90}{\ln(10)} = 39,0865$	75
(XIII)	$FD = \frac{M-39,0865}{39,0865}$	75
(XIV)	$DP = \frac{0,638253}{\sqrt{n}}$	76
(XV)	$Z = \frac{FD}{DP}$	76
(XVI)	Coordenada x = $\cos(2\pi * (\log(x_i) \bmod 1))$	79
(XVII)	Coordenada y = $\text{sen}(2\pi * (\log(x_i) \bmod 1))$	79
(XVIII)	Coordenada x = $\frac{\sum_{i=1}^n \cos(2\pi * (\log(x_i) \bmod 1))}{n}$	79
(XIX)	Coordenada y = $\frac{\sum_{i=1}^n \text{sen}(2\pi * (\log(x_i) \bmod 1))}{n}$	79
(XX)	$L^2 = (\text{coordenada x})^2 + (\text{coordenada y})^2$	79
(XXI)	p-valor = $1 - e^{-L^2 x^n}$	80

$$(XXII) \quad Z = \frac{|PR-PE| - \left(\frac{1}{2n}\right)}{\sqrt{\frac{PE(1-PE)}{n}}} \dots\dots\dots 81$$

$$(XXIII) \quad \text{Limite Superior (Upper Bound)} = PE + \left(1,96 \times \sqrt{\frac{PE(1-PE)}{n}}\right) + \left(\frac{1}{2n}\right) \dots\dots 81$$

$$(XXIV) \quad \text{Limite Inferior (Lower Bound)} = PE - \left(1,96 \times \sqrt{\frac{PE(1-PE)}{n}}\right) - \left(\frac{1}{2n}\right) \dots\dots 81$$

$$(XXV) \quad X^2 = \sum_{i=1}^K \frac{(CR-CE)^2}{CE} \dots\dots\dots 82$$

$$(XXVI) \quad \text{K-S crítico} = \frac{1,36}{\sqrt{n}} \dots\dots\dots 83$$

$$(XXVII) \quad \text{MDA} = \frac{\sum_{i=1}^K |PR-PE|}{K} \dots\dots\dots 83$$

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Distribuição dos primeiros dígitos de acordo com a Lei NB.....	38
Gráfico 2 – Exemplo do Teste de Soma.....	70
Gráfico 3 – Exemplo de uniformidade na distribuição das mantissas dos logaritmos dos valores da planilha orçamentária	77
Gráfico 4 – Mantissa Arc Test	78
Gráfico 5 – Teste do Primeiro Dígito para os valores totais	124
Gráfico 6 – Teste do Segundo Dígitos para os valores totais	126
Gráfico 7 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos para os valores totais.....	129
Gráfico 8 – Teste de Soma para os valores totais.....	132
Gráfico 9 – Teste de Segunda Ordem para os valores totais.....	136
Gráfico 10 – Teste dos Dois Últimos Dígitos para os valores totais	138
Gráfico 11 – Distribuição das mantissas dos logaritmos dos valores totais ...	140
Gráfico 12 – Mantissa Arc Test valores totais	142
Gráfico 13 – Teste do Primeiro Dígito para os valores unitários	143
Gráfico 14 – Teste do Segundo Dígitos para os valores unitários.....	145
Gráfico 15 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos para os valores unitários.....	148
Gráfico 16 – Teste de Soma para os valores unitários.....	150
Gráfico 17 – Teste de Segunda Ordem para os valores unitários.....	156
Gráfico 18 – Teste dos Dois Últimos Dígitos para os valores unitários	158
Gráfico 19 – Distribuição das mantissas dos logaritmos dos valores unitários	159
Gráfico 20 – Mantissa Arc Test valores unitários	161
Gráfico 21 – Teste do Primeiro Dígito para os custos unitários do Maracanã	170
Gráfico 22 – Teste do Segundo Dígito para os custos unitários do Maracanã	171
Gráfico 23 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos para os custos unitários do Maracanã	175
Gráfico 24 – Teste de Soma para os custos unitários do Maracanã	178
Gráfico 25 – Teste de Segunda Ordem para os custos unitários do Maracanã	182
Gráfico 26 – Teste dos Dois Últimos Dígitos para os custos unitários do Maracanã	184

Gráfico 27 – Distribuição das mantissas dos logaritmos dos custos unitários do Maracanã	185
Gráfico 28 – Mantissa Arc Test custos unitários do Maracanã.....	187
Gráfico 29 – Teste do Primeiro Dígito para os custos totais do Maracanã.....	188
Gráfico 30 – Teste do Segundo Dígito para os custos totais do Maracanã....	190
Gráfico 31 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos para os custos totais do Maracanã	194
Gráfico 32 – Teste de Soma para os custos totais do Maracanã.....	196
Gráfico 33 – Teste de Segunda Ordem para os custos totais do Maracanã ..	200
Gráfico 34 – Teste dos Dois Últimos Dígitos para os custos totais do Maracanã	202
Gráfico 35 – Distribuição das mantissas dos logaritmos dos custos totais do Maracanã	204
Gráfico 36 – Mantissa Arc Test custos totais do Maracanã	205
Gráfico 37 – Teste do Primeiro Dígito para os preços unitários de Confins ...	228
Gráfico 38 – Teste do Segundo Dígito para os preços unitários de Confins ..	230
Gráfico 39 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos para os preços unitários de Confins	233
Gráfico 40 – Teste de Soma para os preços unitários de Confins	236
Gráfico 41 – Teste de Segunda Ordem para os preços unitários de Confins	240
Gráfico 42 – Teste dos Dois Últimos Dígitos para os preços unitários de Confins	242
Gráfico 43 – Distribuição das mantissas dos logaritmos dos preços unitários de Confins	243
Gráfico 44 – Mantissa Arc Test preços unitários de Confins.....	245
Gráfico 45 – Teste do Primeiro Dígito para os preços totais de Confins	246
Gráfico 46 – Teste do Segundo Dígito para os preços totais de Confins	248
Gráfico 47 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos para os preços totais de Confins	251
Gráfico 48 – Teste de Soma para os preços totais de Confins	254
Gráfico 49 – Teste de Segunda Ordem para os preços totais de Confins	258
Gráfico 50 – Teste dos Dois Últimos Dígitos para os preços totais de Confins	260

Gráfico 51 – Distribuição das mantissas dos logaritmos dos preços totais de Confins	261
Gráfico 52 – Mantissa Arc Test preços totais - Confins.....	263
Gráfico 53 – Teste do Primeiro Dígito para os preços unitários da Arena da Amazônia	283
Gráfico 54 – Teste do Segundo Dígito para os preços unitários da Arena da Amazônia	285
Gráfico 55 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos para os preços unitários da Arena da Amazônia	288
Gráfico 56 – Teste de Soma para os preços unitários da Arena da Amazônia	291
Gráfico 57 – Teste de Segunda Ordem para os preços unitários da Arena da Amazônia	295
Gráfico 58 – Teste dos Dois Últimos Dígitos para os preços unitários da Arena da Amazônia	297
Gráfico 59 – Distribuição das mantissas dos logaritmos dos preços unitários da Arena da Amazônia.....	299
Gráfico 60 – Mantissa Arc Test preços unitários da Arena da Amazônia.....	300

LISTA DE SIGLAS

ACL - *Audit Command Language*

AETESP - Associação das Empresas de Topografia do Estado de São Paulo

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

BDI - Benefícios e Despesas Indiretas

BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

Certificação LEED - *Leadership in Energy and Environmental Design*

CGU - Controladoria-Geral da União

CFTV - Circuito fechado ou circuito interno de televisão

DPF - Departamento de Polícia Federal

DTCEA - Destacamento de Controle do Espaço Aéreo

EMOP - Empresa de Obras Públicas do Estado do Rio de Janeiro

FIFA - Federação Internacional de Futebol Associado

ISS - Imposto Sobre Serviços

JSE - *Johannesburg Stock Exchange*

Lei de SOX - Lei Sarbanes-Oxley

Lei NB - Lei Newcomb-Benford

MDA - Média dos Desvios Absolutos

Membrana PTFE - Membrana em Politetrafluoretileno

RDC - Regime Diferenciado de Contratação da Lei nº 12.462, de 05 de agosto de 2011

SAS - Statement on Auditing Standards

SCO-RIO - Sistema de Custos de Obras do Site da Controladoria Geral do Município do Rio de Janeiro

Secob - Secretaria de Obras do Tribunal de Contas da União

Seinf - Secretaria de Infraestrutura do Estado do Amazonas

Sinapi - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

SRF - Secretaria da Receita Federal

TCPO - Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos

TCU - Tribunal de Contas da União

TECA – Terminal de Logística de Cargas

Teste K-S - Teste Kolmogorov-Smirnoff

Teste QQ - Teste Qui-Quadrado

TMP – Terminal Marítimo de Passageiros

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	37
1.1. Lei Newcomb-Benford	37
1.1.1. Estado da Arte da Lei NB	43
1.2. Controle Externo e Tribunais de Contas	52
1.3. Auditoria de Obras Públicas	53
1.4. Problema de Pesquisa	58
1.5. Hipóteses	58
1.6. Objetivos	59
1.6.1. Objetivo geral.....	59
1.6.2. Objetivos específicos	59
1.7. Justificativa	59
1.8. Caracterização da Pesquisa	60
2. DESENVOLVIMENTO	62
2.1. Coleta e Tratamento dos Dados	62
2.2 Testes da Lei de Benford	63
2.2.1. Testes Primários.....	64
2.2.1.1. Teste do Primeiro Dígito	64
2.2.1.2. Teste do Segundo Dígito	64
2.2.1.3. Teste dos Dois Primeiros Dígitos.....	66
2.2.2. Testes Avançados	66
2.2.2.1. Teste de Soma	67
2.2.2.2. Teste de Segunda Ordem	70
2.2.3. Testes Associados.....	71
2.2.3.1. Teste de Duplicação de Número	72
2.2.3.2. Teste dos Dois Últimos Dígitos.....	73
2.2.3.3. Modelo Fator de Distorção	73
2.2.4. A Base Logarítmica da Lei de Benford	76
2.2.5. Mantissa Arc Test (MA)	78
2.3. Testes Estatísticos	80
2.3.1. Teste Z.....	80
2.3.2. Teste Qui-Quadrado	82

2.3.3. Teste Kolmogorov-Smirnoff (K-S).....	83
2.3.4. Teste da Média dos Desvios Absolutos (MDA).....	83
2.4. Resultados	85
2.4.1. Aplicabilidade da Lei NB às planilhas orçamentárias de obras públicas:.....	85
2.4.2. Resultados consolidados das doze obras analisadas:	90
2.4.3. Confronto entre a Lei NB e as análises de preços do TCU:	97
2.4.3.1. Maracanã.....	100
2.4.3.2. Aeroporto de Confins.....	102
2.4.3.3. Arena da Amazônia	105
2.4.4. Análises de certames licitatórios:.....	107
2.4.4.1. Construção da Torre de Controle e Edificações Destinadas ao Destacamento de Controle do Espaço Aéreo do Aeroporto Internacional de Salvador/BA	107
2.4.4.2. Aeroporto Internacional do Rio De Janeiro/Galeão	111
3. CONCLUSÃO	119
3.1. Modelo de Análise proposto neste trabalho:	120
3.2. Próximas Pesquisas	121
APÊNDICE 1 - APLICABILIDADE DA LEI DE BENFORD ÀS PLANILHAS ORÇAMENTÁRIAS DE OBRAS PÚBLICAS	123
1. Valores Totais	123
1.1. Teste do Primeiro Dígito	123
1.2. Teste do Segundo Dígito	125
1.3. Teste dos Dois Primeiros Dígitos.....	126
1.4. Teste de Soma	129
1.5. Teste de Duplicação de Número	132
1.6. Teste de Segunda Ordem.....	134
1.7. Teste dos Dois Últimos Dígitos.....	137
1.8. Modelo Fator de Distorção.....	139
1.9. Base Logarítmica da Lei de Benford.....	139
1.10. Mantissa Arc Test	141
2. Valores Unitários	142
2.1. Teste do Primeiro Dígito	142
2.2. Teste do Segundo Dígito	144

2.3.	Teste dos Dois Primeiros Dígitos.....	145
2.4.	Teste de Soma	148
2.5.	Teste de Duplicação de Número	151
2.6.	Teste de Segunda Ordem.....	153
2.7.	Teste dos Dois Últimos Dígitos.....	156
2.8.	Modelo Fator de Distorção.....	158
2.9.	Base logarítmica da Lei de Benford.....	159
2.10.	Mantissa Arc Test	160
3.	Conclusão.....	161

APÊNDICE 2 – LEI DE NEWCOMB-BENFORD X SOBREPREGO APURADO PELO TCU 164

1.	Análise do Estádio Maracanã.....	164
1.1.	Análise realizada pelo Tribunal de Contas da União:	164
1.2.	Análise realizada com base na Lei Newcomb-Benford.....	169
1.2.1	Custos Unitários	169
1.2.1.1.	Teste do Primeiro Dígitos	169
1.2.1.2.	Teste do Segundo Dígitos	171
1.2.1.3.	Teste dos Dois Primeiros Dígitos:.....	172
1.2.1.4.	Teste de Soma	176
1.2.1.5.	Teste de Duplicação de Número	178
1.2.1.6.	Teste de Segunda Ordem	179
1.2.1.7.	Teste dos Dois Últimos Dígitos.....	182
1.2.1.8.	Modelo Fator de Distorção	184
1.2.1.9.	Base Logarítmica da Lei de Benford.....	185
1.2.1.10.	Mantissa Arc Test	186
1.2.2	Custos Totais:.....	187
1.2.2.1.	Teste do Primeiro Dígitos:	188
1.2.2.2.	Teste do Segundo Dígitos	189
1.2.2.3.	Teste dos Dois Primeiros Dígitos:.....	191
1.2.2.4.	Teste de Soma	195
1.2.2.5.	Teste de Duplicação de Número	197
1.2.2.6.	Teste de Segunda Ordem	198
1.2.2.7.	Teste dos Dois Últimos Dígitos.....	201
1.2.2.8.	Modelo Fator de Distorção	203

1.2.2.9. Base Logarítmica da Lei de Benford.....	203
1.2.2.10. Mantissa Arc Test	204
1.3. Confronto entre as duas análises:	206
1.3.1 Custos unitários:	206
1.3.2 Custos totais	209
1.4. Conclusão:.....	212
2. Análise do Aeroporto de Confins	216
2.1. Análise realizada pelo Tribunal de Contas da União:	216
2.2. Análise realizada com base na Lei Newcomb-Benford;.....	227
2.2.1 Preços unitários:	227
2.2.1.1. Teste do Primeiro Dígito:	227
2.2.1.2. Teste do Segundo Dígito:	229
2.2.1.3. Teste dos Dois Primeiros Dígitos:.....	231
2.2.1.4. Teste de Soma:	234
2.2.1.5. Teste de Duplicação de Número	237
2.2.1.6. Teste de Segunda Ordem	238
2.2.1.7. Teste dos Dois Últimos Dígitos.....	240
2.2.1.8. Modelo Fator de Distorção	242
2.2.1.9. Base Logarítmica da Lei de Benford.....	243
2.2.1.10. Mantissa Arc Test	244
2.2.2 Preços totais dos Serviços:.....	245
2.2.2.1. Teste do Primeiro Dígito:	245
2.2.2.2. Teste do Segundo Dígito:	247
2.2.2.3. Teste dos Dois Primeiros Dígitos:.....	249
2.2.2.4. Teste de Soma:	252
2.2.2.5. Teste de Duplicação de Número	254
2.2.2.6. Teste de Segunda Ordem	255
2.2.2.7. Teste dos Dois Últimos Dígitos.....	258
2.2.2.8. Modelo Fator de Distorção	260
2.2.2.9. Base Logarítmica da Lei de Benford.....	261
2.2.2.10. Mantissa Arc Test	262
2.3. Confronto entre as duas análises:	263
2.3.1 Preços unitários:	263
2.3.2 Preços totais:	267

2.4. Conclusão:.....	270
3. Análise da Arena da Amazônia	274
3.1. Análise realizada pelo Tribunal de Contas da União:	274
3.2. Análise realizada com base na Lei Newcomb-Benford;.....	282
3.2.1 Preços unitários:	282
3.2.1.1. Teste do Primeiro Dígito:	282
3.2.1.2. Teste do Segundo Dígito:	284
3.2.1.3. Teste dos Dois Primeiros Dígitos:.....	286
3.2.1.4. Teste de Soma:	289
3.2.1.5. Teste de Duplicação de Número	292
3.2.1.6. Teste de Segunda Ordem	293
3.2.1.7. Teste dos Dois Últimos Dígitos.....	296
3.2.1.8. Modelo Fator de Distorção	298
3.2.1.9. Base Logarítmica da Lei de Benford.....	298
3.2.1.10. Mantissa Arc Test	299
3.3. Confronto entre as duas análises:	301
3.4. Conclusão:.....	310
APÊNDICE 3 – CERTAMES LICITATÓRIOS.....	312
1. Construção da Torre de Controle e Edificações Destinadas ao Destacamento de Controle do Espaço Aéreo do Aeroporto Internacional de Salvador/BA.....	312
1.1. Valores Unitários	312
1.1.1 Teste do Primeiro Dígito	312
1.1.2 Teste do Segundo Dígito	315
1.1.3 Teste dos Dois Primeiros Dígitos.....	317
1.1.4 Modelo Fator de Distorção.....	326
1.2. Valores Totais.....	328
1.2.1 Teste do Primeiro Dígito	328
1.2.2 Teste do Segundo Dígito	330
1.2.3 Teste dos Dois Primeiros Dígitos.....	332
1.2.4 Modelo Fator de Distorção.....	341
2. Alargamento e Recuperação de Pistas do Galeão	344
2.1. Valores Unitários	344

2.1.1	Teste do Primeiro Dígito	344
2.1.2	Modelo Fator de Distorção.....	351
2.2.	Valores Totais.....	355
2.2.1	Teste do Primeiro Dígito	355
2.2.2	Modelo Fator de Distorção.....	361
APÊNDICE 4 – OUTROS TESTES.....		365
1. Implantação do Transcarioca Corredor T5 BRT.....		365
1.1.	Valores Unitários	366
1.1.1	Teste do Primeiro Dígito	366
1.1.2	Teste do Segundo Dígito	366
1.1.3	Teste dos Dois Primeiros Dígitos.....	367
1.1.4	Teste de Soma	369
1.2.	Valores Totais.....	371
1.2.1	Teste do Primeiro Dígito	371
1.2.2	Teste do Segundo Dígito	372
1.2.3	Teste dos Dois Primeiros Dígitos.....	373
1.2.4	Teste de Soma	375
1.3.	Conclusão.....	377
2. Construção da Arena Multiuso, Novo Verdão		378
2.1.	Valores Unitários	378
2.1.1	Teste do Primeiro Dígito	378
2.1.2	Teste do Segundo Dígito	379
2.1.3	Teste dos Dois Primeiros Dígitos.....	380
2.1.4	Teste de Soma	382
2.2.	Valores Totais.....	383
2.2.1	Teste do Primeiro Dígito	383
2.2.2	Teste do Segundo Dígito	384
2.2.3	Teste dos Dois Primeiros Dígitos.....	385
2.2.4	Teste de Soma	387
2.3.	Conclusão.....	389
3. Implantação do TMP do Porto de Recife.....		390
3.1.	Valores Unitários	391
3.1.1	Teste do Primeiro Dígito	391

3.1.2	Teste do Segundo Dígito	392
3.1.3	Teste dos Dois Primeiros Dígitos.....	394
3.1.4	Teste de Soma	399
3.2.	Valores Totais.....	402
3.2.1	Teste do Primeiro Dígito	402
3.2.2	Teste do Segundo Dígito	404
3.2.3	Teste dos Dois Primeiros Dígitos.....	405
3.2.4	Teste de Soma	410
3.3.	Conclusão.....	413
4.	Reforma da Seção Contra Incêndio do Aeroporto de Brasília	415
4.1.	Valores Unitários	415
4.1.1	Teste do Primeiro Dígito	415
4.1.2	Teste do Segundo Dígito	416
4.1.3	Teste dos Dois Primeiros Dígitos.....	416
4.1.4	Teste de Soma	419
4.2.	Valores Totais.....	421
4.2.1	Teste do Primeiro Dígito	421
4.2.2	Teste do Segundo Dígito	421
4.2.3	Teste dos Dois Primeiros Dígitos.....	422
4.2.4	Teste de Soma	425
4.3.	Conclusão.....	427
5.	Construção do Teca do Aeroporto de Tocantins	428
5.1.	Valores Unitários	428
5.1.1	Teste do Primeiro Dígito	428
5.1.2	Teste do Segundo Dígito	429
5.1.3	Teste dos Dois Primeiros Dígitos.....	429
5.1.4	Teste de Soma	432
5.2.	Valores Totais.....	434
5.2.1	Teste do Primeiro Dígito	434
5.2.2	Teste do Segundo Dígito	434
5.2.3	Teste dos Dois Primeiros Dígitos.....	435
5.2.4	Teste de Soma	438
5.3.	Conclusão.....	440

6. Construção do TMP do Porto de Natal	441
6.1. Valores Unitários	441
6.1.1 Teste do Primeiro Dígito	441
6.1.2 Teste do Segundo Dígito	442
6.1.3 Teste dos Dois Primeiros Dígitos.....	443
6.1.4 Teste de Soma	445
6.2. Valores Totais.....	447
6.2.1 Teste do Primeiro Dígito	447
6.2.2 Teste do Segundo Dígito	448
6.2.3 Teste dos Dois Primeiros Dígitos.....	449
6.2.4 Teste de Soma	451
6.3. Conclusão.....	453
7. Implantação do TMP do Porto de Salvador	454
7.1. Valores Unitários	454
7.1.1 Teste do Primeiro Dígito	454
7.1.2 Teste do Segundo Dígito	456
7.1.3 Teste dos Dois Primeiros Dígitos.....	457
7.1.4 Teste de Soma	462
7.2. Valores Totais.....	465
7.2.1 Teste do Primeiro Dígito	465
7.2.2 Teste do Segundo Dígito	467
7.2.3 Teste dos Dois Primeiros Dígitos.....	468
7.2.4 Teste de Soma	473
7.3. Conclusão.....	476
REFERÊNCIAS	478
REFERÊNCIAS 2012 (COMPLEMENTO DO ESTADO DA ARTE)	484

1. INTRODUÇÃO

1.1. Lei Newcomb-Benford.

Quando apostamos na loteria, a probabilidade de um número que escolhermos ser sorteado é a mesma para qualquer valor escolhido. Ao jogarmos uma moeda, temos 50% de chance de tirarmos cara ou coroa. Em um jogo de dados, a chance de tirarmos 6 é a mesma de obtermos 1, 2, 3, 4 ou 5. Assim, seria lógico pensarmos que, em um banco de dados, a probabilidade de selecionarmos aleatoriamente um valor e ele possuir como primeiro dígito o número 1 seria de $1/9$, o mesmo se aplicando a qualquer outro valor de 2 a 9.

Todavia, Simon Newcomb (1881), um astrônomo e matemático do século XIX, observou que as primeiras páginas das tábuas de logaritmos se apresentavam mais desgastadas do que as últimas, indicando que o valor usualmente mais acessado era o 1, e que a frequência diminuía até o 9. Como Newcomb não reuniu dados numéricos ou forneceu qualquer outra evidência de sua descoberta, o fato só começou a ganhar importância mais de meio século depois, quando o físico Frank Benford (1938) incidentalmente chegou à mesma conclusão.

Frank Benford trabalhava no Centro de Pesquisa da General Electric em Schenectady, Nova York. Ele desenvolveu um paper em 1938, *The Law of Anomalous Numbers*, o qual começou com uma nota de que em um livro de tabelas logarítmicas as páginas mais usadas e desgastadas eram aquelas em que constavam os logaritmos dos números com primeiros dígitos pequenos (1 e 2).

Benford coletou dados de diferentes tipos de fontes. Esses dados eram aleatórios e não possuíam nenhuma relação entre si, e variavam desde números obtidos nas páginas principais dos jornais e todos os números de um tópico importante do *Reader's Digest* até tabelas matemáticas e constantes científicas. Seu trabalho analisou os primeiros dígitos dos dados coletados e mostrou que: 30,6% dos números possuíam 1 como primeiro dígito; o primeiro dígito 2 ocorria em 18,5% dos casos; e que, em contraste, somente 4,7% dos números

possuíam como primeiro dígito o número 9. Essas frequências dos primeiros dígitos se aplicam a uma variedade de fontes de dados, incluindo contas de energia, endereços, preços de ações, valores populacionais, taxas de mortalidade, entre outras.

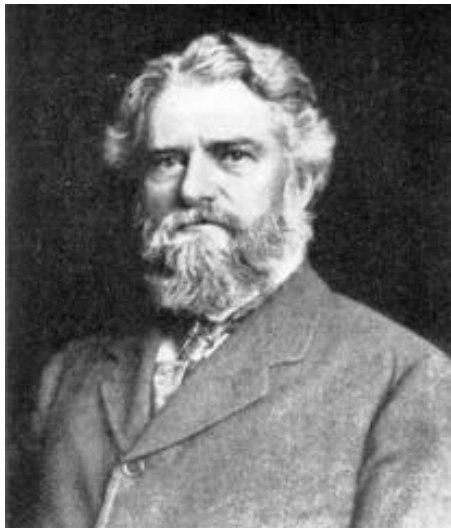
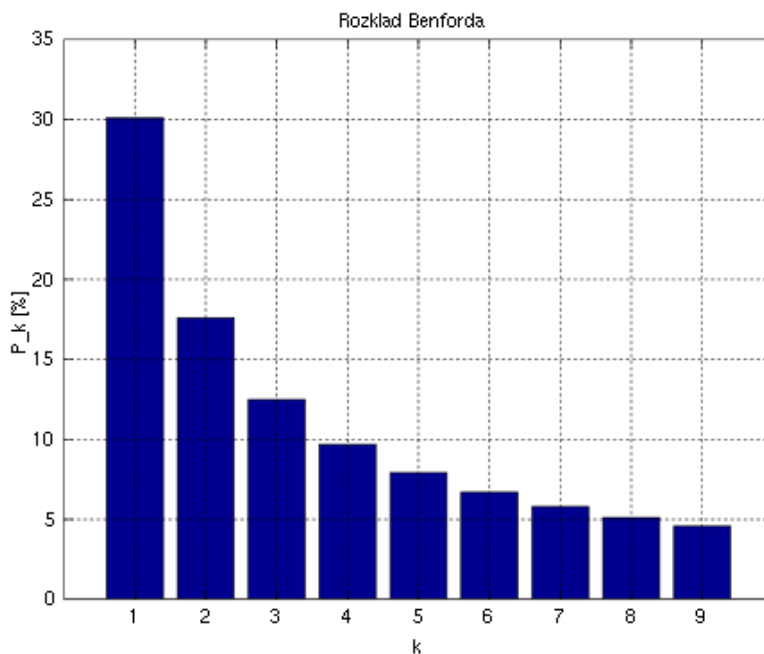


Figura 1- Simon Newcomb



Figura 2 - Frank Benford

Gráfico 1 -- Distribuição dos primeiros dígitos de acordo com a Lei NB. Cada barra representa um dígito, e a altura da barra é a porcentagem de números que começam com aquele dígito.



(Disponível em: http://en.wikipedia.org/wiki/Benford's_law. Acesso em: 27 de maio de 2013).

Para que uma sequência de dados seja considerada passível de ser testada à luz da Lei NB: seus valores devem representar a magnitude dos fatos ou eventos; a amostra não pode ser pequena ou possuir pequenas variações; não podem existir valores mínimos ou máximos, exceto se o valor mínimo for zero; os dados não podem se referir a números de identificação, tais como números da seguridade social, contas bancárias e números de vôlei; os dados não podem ser influenciados sob o aspecto psicológico, como os preços que terminam em .99; e os dados devem possuir mais valores baixos do que valores altos, o que implica que eles não podem estar muito agrupados em torno da média.

Nos dados em que a Lei NB é aplicável, quando as frequências dos valores dos primeiros dígitos não estão em consonância com as frequências estipuladas pela Lei, há forte possibilidade da existência de fraude ou erro nesses dados.

A Lei de Benford propõe uma distribuição para os primeiros dígitos dos números em dados obtidos naturalmente, ou seja, sem manipulações. Se uma extensa coleção de dados numéricos for classificada conforme seu primeiro dígito significativo (Benford, 1938; Newcomb, 1881; Raimi, 1976), então as nove classes possíveis resultantes não possuirão geralmente o mesmo tamanho.

Para os segundos dígitos e demais, a Lei de Benford prevê uma distribuição mais uniforme (Benford, 1938; Hill, 1995a; Newcomb, 1881). Além disso, a distribuição de Benford é a única distribuição de primeiros dígitos significativos que não varia em uma mudança de escala (Pinkham, 1961), ou seja, ela não muda quando os dados são convertidos de uma moeda para outra.

Um banco de dados tem maior chance de representar uma distribuição de Benford se os dados forem coletados de diferentes distribuições (Hill, 1995b). Por outro lado, números atribuídos, tais como números da Seguridade Social, códigos postais, contas bancárias, números telefônicos ou números fabricados por estudantes em experimentos geralmente não se conformam com a Lei de Benford (Nigrini, 2000).

Contudo, desvios em relação à distribuição de Benford não constituem prova conclusiva de manipulação, assim como uma conformidade não assegura

fidedignidade dos dados. Uma não conformidade pode ser vista como um sinal indicando que os dados precisam de um exame mais minucioso. Assim, a Lei de Benford pode ser usada em conjunto com outros mecanismos de controle como um primeiro passo para checar possíveis manipulações nos dados.

A hipótese de que dados fabricados ou falsificados são identificados mediante o desvio dos dígitos em relação à distribuição de Benford foi testada recentemente em diversos contextos.

Nigrini baseou sua tese de Ph.D. em contabilidade na Lei de Benford. Assumindo que dados contábeis verdadeiros seguissem a distribuição de Benford bem de perto (como sua pesquisa indicou que seguiam), então desvios substanciais em relação a essa Lei sugeririam possíveis fraudes ou dados fabricados. Nigrini desenvolveu vários testes para mensurar a conformidade com a Lei de Benford, e o Wall Street Journal noticiou que o escritório da Procuradoria do Brooklyn, em Nova York, detectou fraudes em sete companhias de Nova York usando esses testes. Como evidência, descobriu-se que dados fraudulentos e aleatórios possuíam poucos valores começando com 1 e muitos números começando com 6. Com base nesses sucessos anteriores, Nigrini foi chamado a dar consultoria a órgãos de arrecadação tributária de diversos países e a instalar os testes da Lei de Benford na maioria dos programas computacionais de detecção de fraude.

Em artigo publicado na *German Economic Review* 12(3): 243-255, Rauch, Götttsche, Brähler e Engel (2011) demonstraram que a Lei de Benford poderia ser utilizada para testar dados macroeconômicos, revelando quais deles necessitavam de uma inspeção mais rigorosa. Eles analisaram a conformidade com a Lei de Benford dos primeiros dígitos de dados macroeconômicos reportados ao Gabinete de Estatísticas da União Europeia - Eurostat pelos países membros da UE. Construíram um ranking dos 27 países membros de acordo com a extensão do desvio encontrado. O país que teve o maior desvio foi a Grécia, cuja suspeita de manipulação dos dados foi oficialmente confirmada pela Comissão Europeia. Isso evidenciou a efetividade da Lei de Benford na detecção de irregularidades e manipulações de dados macroeconômicos.

Walter Mebane (2009), um estatístico americano da Universidade de Michigan, analisou os dados das eleições iranianas em 2009 e encontrou anomalias que indicavam fortemente a ocorrência de fraude na vitória de Ahmadinejad. Ele também estudou os dados eleitorais de diversos países, inclusive dos Estados Unidos, Rússia e México. Em 2006, ele descobriu que a contagem dos votos tendia a seguir a Lei de Benford no segundo dígito. Em qualquer eleição justa, certa percentagem de votos, por apresentar algum problema, deve ser descartada. Quando há fraude por votos extras, os fraudadores se esquecem de adicionar os votos inválidos. Assim, Mebane descobriu que, nas cidades com poucos votos inválidos, os números de Ahmadinejad passavam longe da distribuição de Benford e que o candidato, nessas situações, possuía uma grande vantagem nos votos.

Em um experimento realizado em 2004 com coeficientes de regressão, Andreas Diekmann demonstrou que a Lei de Benford seria uma ferramenta indicativa de anomalias em dados científicos, contudo mais eficiente para o segundo dígito em diante do que para o primeiro dígito. Um teste realizado com coeficientes de regressão fabricados mostrou que os resultados para os primeiros dígitos poderiam, de forma equivocada, se mostrar aderentes à Lei de Benford, enquanto os resultados para os demais dígitos desviaram significativamente da distribuição de Benford.

Friar, Goldman, e Pérez-Mercader (2010) usando os dados disponíveis de mais de mil genomas, mostraram que o número de fases de leitura aberta¹ e sua relação com o tamanho do genoma diferia entre os eucariotas² e os procariotas³,

¹ Em [genética](#), chama-se fase de leitura aberta (em [inglês](#) open reading frame) a cada uma das sequências de [ADN](#) compreendidas entre um [codão de início](#) (ATG) da tradução e um codão de terminação, descontando as sequências que correspondem aos [intrões](#) no caso de os haver. Encontram-se delimitados pelos [UTRs](#), ou sequências não traduzidas.(Fonte: Wikipédia, a enciclopédia livre.)

² Os eucariotas são os organismos vivos unicelulares ou pluricelulares constituídos por células dotadas de núcleo, distinguindo-se dos procariotas (grupo parafilético), cujas células são desprovidas de um núcleo bem diferenciado. .(Fonte: Wikipédia, a enciclopédia livre.)

³ Procariontes, procariotas ou procariotos são organismos unicelulares na sua vasta maioria e que não apresentam seu material genético delimitado por uma membrana. Estes seres não possuem nenhum tipo de compartimentalização interna por membranas, estando ausentes várias outras organelas, como as mitocôndrias, o Complexo de Golgi e o fuso mitótico. .(Fonte: Wikipédia, a enciclopédia livre.)

apresentando uma relação logarítmica com o primeiro e linear com o último. A Lei de Benford foi utilizada para testar essas observações com um excelente resultando em ambos os casos.

Além disso, a análise de Benford é bastante difundida entre empresas de investigação e órgãos de fiscalização internacionais, sendo empregada na detecção de fraudes e desvios em grandes bancos de dados, sobretudo os contábeis. Existem alguns *softwares* de auditoria, a exemplo do *Audit Command Language* (ACL), que contemplam a análise de Benford. Contudo, as ferramentas de análise digital “não provam a existência de um erro ou fraude, mas identificam itens que merecem estudo posterior, com base em fundamentos estatísticos. A análise digital complementa as ferramentas e técnicas analíticas existentes, e não deve ser usada isoladamente delas”. (Durtschi et. al., 2009).

Portanto, em função das múltiplas possibilidades de aplicação da Lei de Benford, parece razoável, que tal modelo de distribuição também se aplique aos valores das planilhas orçamentárias de obras públicas, ajudando a identificar possíveis inconsistências.

Contudo, antes de se aplicar os testes da Lei de Benford aos custos/preços das obras públicas, foi realizado um estudo para verificar se as frequências dos primeiros dígitos desses valores se distribuíam em uma curva logarítmica, tal como predito na Lei em tela. Foram agrupados e testados os valores dos serviços de 12 obras distintas (doze planilhas), que somadas totalizavam aproximadamente 10.500 itens.

A partir da confirmação de que a Lei de Benford se aplicava às obras públicas, foram realizados testes para cada obra individualmente. Em dois casos, a análise abrangeu também as propostas das demais licitantes dos certames.

Deseja-se por meio deste trabalho desenvolver uma metodologia inicial baseada na Lei de Benford que complemente as ferramentas já utilizadas na identificação de desvios porventura existentes nas planilhas de obras públicas. Espera-se com isso selecionar de maneira mais eficiente as amostras a serem auditadas, de forma a contribuir com o planejamento e a execução das

auditorias. Além disso, vislumbra-se agregar valor à área do conhecimento, expandindo o campo de aplicação.

1.1.1. Estado da Arte da Lei NB

Para se definir o “Estado da Arte”, complementou-se o trabalho investigativo de Costa, Travassos e Santos (2013), mediante o qual foi feita uma análise bibliométrica das publicações relativas à aplicação da Lei NB à auditoria contábil no período de 1988 a 2011.

Também se adotou como referência a pesquisa minuciosa realizada por Costa (2012) para levantar o “Estado da Arte” da Lei NB em sua dissertação de mestrado.

Por meio do presente trabalho, essa análise foi expandida até o ano de 2012. Foram feitas pesquisas na base de dados do Capes e do Google e selecionaram-se as obras relacionadas à auditoria contábil. Foram encontrados mais 20 trabalhos relacionados ao tema (ver Item 12.1 deste trabalho).

Os autores supracitados justificaram a pesquisa tendo em vista a formação de um constructo teórico sobre o tema, bem como a identificação de modelos de análises passíveis de serem aplicados pelos Tribunais de Contas.

Costa (2012) identificou em periódicos internacionais e nacionais publicações relacionadas à aplicação da Lei NB em áreas como a contabilidade, economia, política, biométrica, saúde, administração, matemática e estatística, contemplando um total de 721 referências. Dentre elas, identificaram-se 145 publicações de interesse, cujo conteúdo se referia à auditoria contábil.

A Lei NB, apesar de ter sido descoberta no final do século XIX, só teve um ritmo crescente de publicações a partir da publicação de Benford (1938), sendo esta considerada o mais completo trabalho empírico deste período por conter a maior tabela de frequência de dígitos disponíveis para investigação até a década de 1990 (Nigrini & Miller, 2009).

Costa (2012) observou que os Estados Unidos ocuparam o primeiro lugar em número de obras relacionadas à aplicação da Lei NB à auditoria contábil,

com 66 publicações. O Brasil ficou em terceiro, com 12 publicações, atrás da Alemanha, com 13 publicações.

O mesmo autor também observou que houve uma tendência crescente de publicações no período de 1995 a 2000. Informou que foi na década de 1990 que se consolidou a aplicação da análise da Lei NB à auditoria contábil, refletindo-se no aumento e diversificação das técnicas e objetos de suas respectivas aplicações. Além disso, nesse mesmo período, surgiram soluções informatizadas para a detecção de desvios no comportamento dos dígitos e aplicações suas associadas a análises de redes neurais (Berton, 1995; Busta; Weinberg, 1998).

No período de 2002 a 2005, Costa (2012) notou um crescimento das publicações e associou este fato ao episódio da Enron em 2001, em que essa empresa perdeu a credibilidade no mercado em razão de denúncias sobre manipulações nas demonstrações contábeis. Em 2002 foi promulgada a Lei de SOX, a qual buscou recuperar a credibilidade dos investidores após a ocorrência dos escândalos financeiros, bem como modelar um novo ambiente de governança corporativa no sentido de evitar a ocorrência de novas fraudes.

Costa (2012) e Costa, Travassos e Santos (2013) distribuíram a linha do tempo da aplicação da Lei NB na auditoria contábil em quatro décadas, mediante uma síntese cronológica das publicações, conforme a seguir:

Década de 1981 a 1990

Surgiu, em 1988, o primeiro trabalho da Lei NB aplicado à auditoria contábil, publicado por Carslaw (1988). Ele analisou a distribuição das frequências dos algarismos 0 a 9 no primeiro e segundo dígitos das receitas ordinárias e lucro líquido apresentados nas demonstrações financeiras de 220 companhias da Nova Zelândia, no período de janeiro de 1981 a dezembro de 1985.

Nos anos 90, foram realizadas pesquisas aprofundadas sobre a utilização da Lei NB na auditoria contábil, bem como o desenvolvimento de aplicativos informatizados para o seu uso.

Década de 1991 a 2000

Em análise às declarações de impostos relativas aos exercícios de 1982 e 1983, Busta e Sundheim (1992) identificaram que os dígitos da primeira posição destes dados seguiam a distribuição de Benford. Eles constataram também um excesso de ocorrências dos dígitos 0 e 5 para a segunda e terceira posição, concluindo que os dados analisados indicavam uma aparente conformidade com a Lei. Eles aplicaram ainda a Lei de Benford aos dados fornecidos pela Receita Federal e disponibilizados pela Ernst e Young, demonstrando a existência de manipulações nos dados dos contribuintes.

Nigrini (1992) revelou que, apesar da magnitude do problema da evasão fiscal do Imposto de Renda e dos seus efeitos adversos, o nível de compreensão do comportamento do contribuinte era surpreendentemente limitado. Em 1993, ele publicou um periódico alertando a possibilidade da aplicação da Lei NB à contabilidade forense (Nigrini, 1993).

Berton (1995) desenvolveu um *software* com aplicação na detecção de fraudes financeiras usando a Lei NB.

Nigrini (1996) investigou se o elemento não aleatório do comportamento humano poderia facilitar a detecção de evasão fiscal. Para isso, aplicou a análise dos desvios aos dados segregados por linhas de informação constantes nas tabelas de informações, tendo por suposição que os dígitos referentes aos dados verdadeiros deveriam obedecer às frequências digitais esperadas. Nigrini então propôs o Modelo Fator de Distorção que quantificava a intensidade do desvio detectado em seu trabalho.

Década de 2001 a 2010

Huxley (2001) apresentou várias explicações para a ocorrência da anomalia das probabilidades nos dígitos trazida pela Lei NB e sugeriu a sua utilização como uma nova arma para os auditores na verificação da autenticidade de um conjunto numérico, mediante aplicações tanto aos valores das demonstrações contábeis quanto aos movimentos do mercado acionário.

Armstrong (2001) utilizou a Lei NB no aperfeiçoamento de modelos de previsões de estoque e produção associados à expectativa do tamanho populacional. Observaram-se aplicações do modelo no subsídio ao

planejamento operacional bem como na estimação de desvios entre o movimento declarado e o seu valor estimado pelo modelo. Esse autor definiu princípios para a seleção e preparação dos dados, bem como para a realização de ajustes sazonais.

Ashcroft, Bae e Norvell (2002) aplicaram a Lei NB em procedimentos realizados para a detecção de erros, distorções e possíveis fraudes em demonstrações financeiras. Concluíram os autores que houve melhora significativa na eficácia e eficiência mediante a descoberta de tais eventos pelo auditor.

Kumar e Bhattacharya (2002) discutiram a Lei NB à luz da construção de uma nova abordagem metodológica para a mineração de dados, com valor prático real direcionado aos auditores e contadores forenses na detecção de fraudes financeiras.

Caneghem (2002) citou estudos anteriores da Lei NB (Carslaw, 1988; Thomas, 1989; Niskanen & Keloharju, 2000) e demonstrou que os gestores das empresas tendiam a arredondar os primeiros dígitos de lucros divulgados, sugerindo a utilização de manipulação dos resultados com o fim de superavaliar ganhos de capital, melhorando a situação evidenciada nas demonstrações financeiras.

Bhattacharya (2002) discutiu alguns modelos investigativos que poderiam auxiliar os auditores a rastrear fraudadores financeiros, demonstrando que o conjunto de ferramentas à disposição do contador forense poderia ser substancialmente ampliado pela combinação do sistema de classificação de fraude com a metodologia da Lei NB.

Das e Zhang (2002) chegaram à mesma conclusão que Carslaw (1988) e Caneghem (2002) acerca da manipulação dos ganhos referentes ao lucro por ação pelas empresas de comunicação, examinando o dígito à direita do valor decimal expresso em centavos. Ficou evidenciado que as empresas eram mais propensas a arredondar os valores para cima nas transações que impactassem positivamente no lucro e no desempenho delas.

Santos, Tenório e Silva (2003) aplicaram a Lei NB no desenvolvimento de um modelo contabilométrico similar ao criado por Nigrini, fundamentado no teste

de hipóteses (Teste Z e Teste Qui-Quadrado), para a determinação de desvios em aproximadamente oito mil notas fiscais emitidas por uma empresa nos anos de 1998 a 2001.

Santos, Diniz e Ribeiro Filho (2003) aplicaram a Lei NB às despesas de 20 municípios do Estado da Paraíba e utilizaram da Contabilometria para verificar que alguns municípios apresentavam superfaturamento nas despesas e fracionamento de outras para fugir do limite da licitação.

Em 2004, Durtschi, Hillison e Pacini reforçaram o uso da Lei NB como ferramenta simples e efetiva para a detecção de fraudes em dados contábeis, ressaltando a sua já inclusão em vários pacotes de softwares populares. Aplicaram o Teste Z e o Teste Qui-Quadrado na avaliação dos desvios em relação à probabilidade estipulada na Lei NB.

Posch (2004) propôs um novo método de análise de conformidade com a Lei NB, discutindo aspectos teóricos e práticos na aplicação de testes relacionados à propriedade da invariância escalar de uma distribuição de Benford. O autor realizou, ao final do trabalho, uma análise das declarações fiscais alemãs, utilizando a metodologia introduzida, e criticou a fragilidade dos procedimentos utilizados pelo Ministério Federal Alemão de Finanças na detecção de dados fiscais.

Caneghem (2004) reaplicou o teste para arredondamento dos primeiros dígitos, utilizando dados de uma amostra de empresas do Reino Unido, investigando os impactos destas diferenças, não só na seleção da auditoria, como na qualidade da gestão dos resultados.

Geyer e Williamson (2004) ressaltaram a necessidade de os governos, em seu controle interno, melhorarem a capacidade de detectar padrões fraudulentos nos dados financeiros declarados, quanto aos efeitos fiscais. Discutiram o método de detecção de estatísticas desenvolvidas por Nigrini (1996) para testar a conformidade de um conjunto de dados com a Lei NB.

Moore e Benjamin (2004) apresentaram um estudo de caso com a aplicação da análise digital associada à utilização da Lei NB para as despesas de uma pequena planta química de produção. Os resultados revelaram

operações de compra suspeitas, as quais redundaram na descoberta e denúncia de atividades fraudulentas.

Lindsay, Foote, Campbell e Reilly (2004) corroboraram a aplicação da análise da frequência dos dígitos preconizada na Lei NB, demonstrando que números manipulados raramente se conformavam com esta Lei. Assim, os desvios sinalizados poderiam indicar a necessidade de um exame adicional.

Johnson (2005) utilizou a análise dos dígitos na receita trimestral e no lucro do banco de dados da *CNN's Money web site, Highlight Reports (Highlight Reports n.d.)* no período de 2001 a 2002. Segundo os autores, as empresas tendiam a modificar valores pequenos e perdas, ganhos e relatórios desfavoráveis indicativos do lucro por ação. Destacaram-se os resultados obtidos com os setores financeiros e de tecnologia. Concluiu-se que a administração estava envolvida em técnicas de aprimoramento de dados para aumentar a receita ou lucro por ação.

Em 2005, Santos, Diniz e Corrar aplicaram um modelo contabilométrico de auditoria digital utilizando a Lei NB em conjunto com o Teste Z e o Teste Qui-Quadrado em uma amostra formada por aproximadamente 104 mil empenhos, sendo constatada a utilidade da análise na determinação do comportamento padrão das despesas praticadas pelos gestores públicos. Concluíram que existiam indícios de superfaturamento e fracionamento nas despesas com o objetivo de burlar o limite estabelecido pela Lei de Licitações.

Ribeiro, Montenegro, Santos e Galvão (2005) reproduziram o modelo contabilométrico desenvolvido por Nigrini (2000) e aperfeiçoado por Santos, Diniz e Ribeiro Filho (2003) no contexto da auditoria contábil para a análise das notas de empenho de 20 municípios do Estado da Paraíba.

Bhattacharya, Kumar e Smarandache (2005), postularam que a combinação dos testes estatísticos em amostras de auditoria baseadas na Lei NB, em conjunto com o raciocínio *neutrosophic*⁴, poderia auxiliar o contador

⁴ Neutrosopia é um novo ramo da [lógica](#) e [filosofia](#) que estuda a origem, natureza e âmbito das neutralidades, assim como suas interações com diferentes espectros ideacionais. A neutrosopia foi introduzida por Dr. [Florentin Smarandache](#) em [1995](#). Essa teoria considera todas as noções ou idéias <A> junto com suas oposições e negações <Anti-A> e o espectro de "neutralidades" <Neut-A> (ou seja, noções ou idéias localizadas entre dois extremos, não suportando nem <A> nem <Anti-A>). As idéias <Neut-A> e <Anti-A> juntas são chamadas de <Non-A>. De acordo

forense a conseguir um melhor ajuste na possibilidade quantitativa de realmente detectar uma fraude financeira.

Reed e Pence (2005) afirmaram que as ocorrências da SAS⁵ n. 82 e SAS n. 99 encorajaram fortemente os auditores a planejarem as suas auditorias já tendo em vista uma possível fraude.

Nigrini (2005) apresentou o caso da Enron em 2001, ressaltando que a empresa iniciou com demonstrações financeiras alteradas e desencadeou eventos que culminaram com seu pedido de falência. O autor investigou se houve mudança detectável na incidência de gerenciamento de resultados em torno deste período de tempo.

Cerullo e Cerullo (2006) apresentaram um estudo de caso referente à utilização por empresas de contabilidade pública de um pacote de *software* com redes neurais voltadas para ajudar na predição de ocorrências de fraudes em relatórios de demonstrações financeiras.

Nigrini e Miller (2006) propuseram uma nova ordem de ensaio para a aplicação da Lei NB, tendo por potencial o fornecimento de novas visões sobre os dados contábeis. Segundo eles, os teste propostos gerariam poucos falsos positivos, prestando-se à detecção de valores que teriam sido arredondados, gerados por regressão linear, dentre outros modelos de ordenação imprecisa. Tais condições não seriam facilmente detectadas ao se usarem os procedimentos analíticos tradicionais.

Forster (2006) realizou testes estatísticos em diversas contas nos anos de 2002 e 2003 de 159 instituições sem fins lucrativos do Distrito Federal. Descobriu-se que a maioria dos dados estava de acordo com a Lei NB, o que

com essa teoria, toda idéia <A> tende a ser neutralizada e balanceada por idéias <Anti-A> e <Non-A> - como um estado de equilíbrio. Neutrosófia é a base da lógica neutrosófica, conjunto neutrosófico, probabilidade e estatística neutrosófica usada em aplicações de engenharia (especialmente para software e fusão de informação), medicina, militar, cibernética e física. (Origem: Wikipédia, a enciclopédia livre.)

⁵ Nos Estados Unidos, as Declarações sobre Normas de Auditoria (Statements on Auditing Standards - SAS) fornecem orientação aos auditores externos sobre os padrões de auditoria geralmente aceitos no que se refere à auditoria de uma empresa ou entidade não pública e à emissão de relatório. Elas são promulgadas pelo Conselho de Administração do Instituto Americano de Contadores Públicos Certificados (AICPA), que detém todos os direitos autorais sobre as Normas de Auditoria. Essas normas também são comumente abreviadas como SAS, seguido pelo respectivo número e título. (Origem: Wikipédia, a enciclopédia livre.)

poderia ser um indício de presença pouco expressiva de erros e fraudes nessas entidades.

Rejesus, Little e Jamarillo (2006) utilizaram técnicas de análise com base na Lei NB para determinar se havia evidência de manipulação de dados de rendimento em seguros agrícolas. Os resultados sugeriram que não havia produção de manipulação de dados para segurados nos rendimentos de algodão não irrigados no sudeste dos EUA.

Saville (2006) divulgou a Lei NB com a finalidade de testar se ela era realmente um método útil na detecção de fraude. Realizou, para isso, dois testes. O primeiro com amostras de dados de companhias listadas no *Johannesburg Stock Exchange* (JSE), durante o período de cinco anos (de julho de 1998 a junho de 2003), sobre as quais existiam grandes suspeitas de possuírem dados errôneos e fraudulentos. O segundo foi com o mesmo número de empresas listadas na JSE, mas com aquelas que possuíam o mais alto nível de credibilidade em suas contas. Concluiu-se que a Lei NB conseguiu distinguir o primeiro do segundo grupo, acusando desconformidade nas empresas suspeitas de fraudes.

Diekmann (2007) utilizou a Lei NB para identificar dados contábeis fraudulentos. Baseou-se na suposição de que o primeiro, o segundo e o terceiro dígitos seguiam a distribuição de Benford para dados reais, enquanto os dígitos de dados fabricados não seguiam.

Rahayu e Adhariani (2007) investigaram se a Lei NB poderia ser utilizada para medir se os valores alfandegários (encargos), formados por uma amostra de três empresas, eram aceitáveis ou não, propondo uma linha de planejamento para as auditorias com esse propósito.

Albrecht (2008) discutiu quatro aspectos na detecção de fraudes computacionais: técnicas de mineração de dados para a detecção de fraudes internas; detecção racional para a análise das demonstrações financeiras fraudulentas; questões envolvendo fontes de informações externas e aplicação da computação forense durante investigações de fraudes. Ele forneceu uma base informativa e detalhou o atual status da pesquisa em cada área.

Krakar e Zgela (2009) realizaram um trabalho de auditoria de dados dos pagamentos estrangeiros enviados ou recebidos pelos bancos comerciais e centrais da Croácia. A amostra selecionada era composta por 1.745.311 transações de pagamentos, relativas ao período de fevereiro a maio de 2008. Ele concluiu que os dados só se conformavam com a Lei quando analisados em agrupamentos menores, representativos de subgrupos específicos de pagamentos.

Santos, Ribeiro Filho, Lagioia, Alves Filho e Araújo (2009) verificaram se o modelo contabilométrico baseado na Lei NB era aplicável às auditorias tributárias do Imposto Sobre Serviços (ISS). Realizaram a confrontação do resultado do modelo contabilométrico com o obtido pela auditoria contábil-fiscal registrado no relatório Termo Final de Fiscalização lavrado pelo fisco da Prefeitura localizada em uma cidade do Nordeste. Concluíram que a Lei NB era aplicável ao processo de auditoria do ISS.

Bonache, Moris e Maurice (2009) procuraram mostrar que nem sempre era possível detectar fraude no volume de vendas usando a Lei NB. Eles testaram a incompatibilidade com a Lei NB nos 56 conjuntos de volumes de vendas mediante testes estatísticos e uma análise de viés e seu significado. Os resultados mostraram uma inadequação da série de vendas com a Lei NB.

Diniz, Corrar e Slomski (2010) investigaram se elementos não aleatórios do comportamento humano poderiam ser determinantes na modificação dos valores de despesas em prestação de contas municipais. Selecionaram-se 225,421 notas de empenho de 40 municípios investigados de acordo com o volume de recursos geridos, sendo estratificada a amostra em grandes e pequenos municípios. Os resultados não confirmaram a hipótese de que municípios menores tenderiam a apresentar uma distorção maior quando comparados com as grandes municipalidades.

Ano de 2011 e 2012

Rauch, Brähler e Göttche (2011) investigaram a existência de desvios nos dados macroeconômicos relevantes para a formação dos déficits reportados ao Eurostat pelos Estados membros da EU. Concluíram que os dados da Grécia apresentaram o maior desvio em relação à Lei NB.

Lagioia, Araújo, Alves Filho, Barros e Nascimento (2011) testaram a aplicabilidade da Lei NB à auditoria pública do ISS. Identificaram-se irregularidades em algumas empresas fiscalizadas, sendo a sua utilização considerada uma ferramenta importante no planejamento de auditoria.

Costa, Santos e Travassos (2011) analisaram 134.281 notas de empenhos emitidas por 20 unidades gestoras de dois Estados brasileiros. O objetivo da pesquisa foi detectar a ocorrência de desvios significativos na distribuição do primeiro e segundo dígitos dos gastos públicos estaduais em relação à Lei de Benford. Concluíram que havia desvios significativos nos dígitos.

Costa (2012) aplicou um modelo contabilométrico de detecção de desvios padrões fundamentado na Lei de Newcomb-Benford para a análise de 335.830 notas de empenhos emitidas no exercício financeiro de 2010 por 60 unidades gestoras de três Estados brasileiros. Como resultado da pesquisa, constatou-se a ocorrência de quebras estruturais na evolução dos desvios para o período analisado, identificando-se o momento e intensidade dos pontos máximos de desvios associados a cada dígito.

Nigrini (2012) abordou a matemática e a teoria da Lei NB, juntamente com muitas e variadas aplicações, incluindo fraude, evasão fiscal e esquemas de Ponzi. O autor mostrou a aplicabilidade generalizada da lei e seus usos práticos para detectar fraudes, erros e outras anomalias.

1.2. Controle Externo e Tribunais de Contas

O controle desempenha importante papel na sociedade e contribui para a garantia do regime democrático.

A Constituição da República define dois sistemas de controle: o externo, exercido pelo Poder Legislativo e auxiliado pelo Tribunal de Contas; e o controle interno, realizado pelos próprios órgãos estatais.

O controle interno está previsto no art. 74 da Carta Magna e possui como finalidade:

a) avaliar o cumprimento de metas do plano plurianual e a execução dos orçamentos públicos;

b) comprovar a legalidade e avaliar os resultados, sob os aspectos de eficiência e eficácia, da gestão orçamentária, financeira e patrimonial dos órgãos e entidades da administração;

c) exercer o controle das operações de crédito;

d) apoiar o controle externo.

Já o controle externo destina-se a comprovar:

a) a probidade dos atos da administração;

b) a regularidade dos gastos públicos e do emprego de bens, valores e dinheiros públicos;

c) a fiel execução do orçamento.

Existem no Brasil 27 Cortes de Contas Estaduais (incluindo o DF), 6 Cortes de Contas Dos Municípios, dois Tribunais de Contas Municipais (para as cidades de São Paulo e Rio de Janeiro) e o Tribunal de Contas da União.

As competências do TCU estão disciplinadas no § 2º do art. 33, no art. 71, no § 1º do art. 72, no § 2º do art. 74 e no parágrafo único do art. 161 da Constituição Federal, destacando-se:

a) apreciar as contas anuais do presidente da República;

b) julgar as contas dos administradores e demais responsáveis por dinheiros, bens e valores públicos;

c) realizar inspeções e auditorias por iniciativa própria ou por solicitação do Congresso Nacional.

1.3. Auditoria de Obras Públicas

Dentre as auditorias realizadas pelo TCU, inserem-se as auditorias de obras públicas, as quais são executadas pelas Secretarias de Obras do Tribunal (Secobs).

Nas fiscalizações de obras públicas, destaca-se como importante achado de auditoria a existência de sobrepreço nas planilhas orçamentárias analisadas.

O sobrepreço ocorre quando os custos dos serviços da planilha encontram-se com valores superiores aos patamares do mercado.

Para análise dos custos das obras, as Secobs seguem o caput do art.102 da Lei de Diretrizes Orçamentárias para 2013, o qual preceitua que “o custo global das obras e dos serviços de engenharia contratados e executados com recursos dos orçamentos da União será obtido a partir de composições de custos unitários, previstas no projeto, menores ou iguais à mediana de seus correspondentes no Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil - SINAPI, mantido e divulgado, na internet, pela Caixa Econômica Federal e pelo IBGE, e, no caso de obras e serviços rodoviários, à tabela do Sistema de Custos de Obras Rodoviárias - SICRO, excetuados os itens caracterizados como montagem industrial ou que não possam ser considerados como de construção civil”.

Dessa maneira, as Secobs utilizam como principais referenciais de custos os sistemas Sinapi e Sicro.

A análise de preços deve ser sempre realizada mediante a comparação dos preços unitários orçados/ contratados em relação aos preços unitários adotados como paradigma de mercado, da seguinte maneira:

Preço orçado/ contratado X Preço de mercado; ou

Custo Direto orçado/ contratado + BDI orçado/ contratado X Custo Direto paradigma + BDI paradigma

A definição de custo direto baseia-se na elaboração da composição de custo unitário para cada serviço que o orçamentista definir como único e necessário à execução do projeto. Entende-se como custo unitário de serviço o somatório das despesas efetuadas e calculadas para a sua execução por unidade. A composição abrange todos os itens de custo como: mão-de-obra, materiais e equipamentos.

O custo direto de um serviço é o produto de sua quantidade pelo seu custo unitário. Já o preço do serviço é o produto do custo direto pela taxa de Benefícios e Despesas Indiretas (BDI) calculada.

O BDI é a parte do preço do serviço que reflete a recompensa do empreendimento (lucro estimado), as despesas financeiras, o rateio do custo da administração central, os tributos (ISS, PIS e Cofins) e os seguros, riscos e garantias.

O TCU, por meio do Acórdão 2.369/2011-TCU-Plenário, estabeleceu percentuais paradigmas de BDI para cada tipo de obra de engenharia. Somente para obras de linhas de transmissão de energia elétrica e de subestações, continuam válidos os parâmetros contido no item 9.2 do Acórdão 325/2007-TCU-Plenário. A fórmula do BDI está ilustrada a seguir:

$$BDI = \left[\frac{(1+(AC+S+R+G))(1+DF)(1+L)}{(1-I)} - 1 \right] * 100 \quad (I)$$

Onde:

AC = coeficiente representativo das despesas de rateio da Administração Central;

S = coeficiente representativo de Seguros;

R = coeficiente representativo de Riscos;

G = coeficiente representativo de Garantias;

DF = coeficiente representativo das Despesas Financeiras;

L = coeficiente representativo do Lucro;

I = coeficiente representativo da incidência de Impostos.

Nota:

A taxa representativa da incidência de impostos constante do denominador da fração da fórmula de cálculo do BDI é aplicada sobre o preço de venda da prestação do serviço, enquanto que as demais taxas que figuram no numerador são aplicadas sobre os custos diretos.

Para as obras em que houver fornecimento de material ou equipamento de valor relevante, faz-se necessária a diferenciação entre o BDI desse

fornecimento e o dos serviços de engenharia, de forma a enquadrar o primeiro aos patamares geralmente aceitos pelo TCU. Ressalta-se que o BDI incidente sobre os equipamentos é menor, já que o contratado se torna mero intermediário entre a Administração Pública e o fornecedor desses materiais e equipamentos.

Por isso, a jurisprudência do TCU, consolidada na Súmula-TCU 247/2001, é no sentido de que, sempre que possível, é obrigatória a adjudicação por item e não por preço global, nas licitações para a contratação de obras, serviços e alienações, cujo objeto seja divisível, desde que não haja prejuízo para o conjunto ou complexo ou perda de economia de escala.

Além disso, as análises de preços nas auditorias de obras públicas adotam a Curva ABC como ferramenta facilitadora. A Curva ABC consiste na seleção de aproximadamente 20% dos serviços de maior valor da planilha orçamentária, os quais totalizam 80% do valor total da obra.

A classificação mediante a Curva ABC se baseia no princípio de Pareto, também conhecido como princípio dos “poucos significativos e muitos insignificantes”. A experiência mostrou que os itens mais importantes (faixa A da Curva) respondiam por cerca de 50% do valor total do orçamento. Já a faixa B abrangia os itens que correspondiam a cerca de 30% do valor total (itens de importância intermediária). Já a faixa C continha os itens relacionados a apenas 20% do valor total orçado, ou seja, itens menos importantes. Dessa maneira, para uma análise de preços, o TCU seleciona as faixas A e B, de modo a analisar 80% do valor total da obra.

Contudo, apenas em determinadas situações, os serviços selecionados na Curva ABC consistem em poucos itens, ao passo que, em determinadas situações, a exemplo das obras de edificações, são numerosos serviços de difícil análise. Destarte, somente em alguns casos o Tribunal consegue realizar o exame de pelo menos 80% do valor total do orçamento.

Em contratos com poucos componentes, é possível encontrar preços referenciais para mais de 90% do valor total da obra. Todavia, em contratos com quantidade grande de itens (acima de 1.000), a amostra selecionada pelo auditor pode alcançar cerca de 100 itens, representando somente 50% do valor total, pois a inclusão de mais serviços não acrescenta benefício relevante.

A Lei Newcomb-Benford poderia ser uma ferramenta complementar, a ser utilizada na Curva ABC ou, até mesmo, em toda a planilha (100% dos serviços), como um direcionador de possíveis inconsistências.

Outro problema com o qual o auditor se depara em seu dia a dia é com a seleção de editais de licitação para análise prévia à ocorrência do certame. Com tantas obras para auditar, muitas vezes o tempo é pequeno e a equipe não consegue efetuar de forma eficiente o controle prévio.

A Lei NB poderia ser utilizada para apontar editais com prováveis inconsistências nas distribuições dos primeiros dígitos dos preços de forma rápida, facilitando a identificação de problemas porventura existentes e propiciando a retificação tempestiva das planilhas orçamentárias.

Além disso, não é praxe das secretarias de fiscalização de obras analisarem as propostas de preços de todas as licitantes, uma vez que não existe tempo hábil para isso. Uma possibilidade desse tipo de análise seria verificar se as propostas são realmente competitivas ou se haveria alguma anomalia na formação dos preços. Essa seria uma nova ferramenta de controle para o auditor, que possibilitaria um melhor entendimento das licitações, das empresas participantes e, conseqüentemente do mercado do setor.

Todavia, para que os testes de conformidade com a Lei NB possam ser aplicados, é necessário um grande volume de dados, ou seja, as obras a serem testadas precisam ter um grande volume de serviços na planilha orçamentária.

Deseja-se por meio deste trabalho desenvolver uma metodologia inicial baseada na Lei de Benford que complemente as ferramentas já utilizadas na identificação de desvios porventura existentes nas planilhas de obras públicas. Espera-se com isso selecionar de maneira mais eficiente as amostras a serem auditadas, de forma a contribuir com o planejamento e a execução das auditorias. Além disso, vislumbra-se agregar valor à área do conhecimento, expandindo o campo de aplicação.

1.4. Problema de Pesquisa

Na acepção científica, segundo Gil (2002), “(...) problema é qualquer questão não resolvida e que é objeto de discussão em qualquer domínio do conhecimento”.

Para Kerlinger (1980), “é uma questão que mostra uma situação necessitada de discussão, investigação, decisão ou solução”.

Tendo em vista as inúmeras aplicabilidades da Lei NB e suas possíveis vantagens para as auditorias de obras públicas, eis que emerge o seguinte problema de pesquisa: a Lei de Newcomb-Benford é uma ferramenta factível para apontar irregularidades, caso existentes, nos preços das obras públicas?

1.5. Hipóteses

As hipóteses são explicações provisórias do problema, testadas no processo de investigação. Podem ser comprovadas ou refutadas pelos resultados da pesquisa. Elas derivam do problema e se vinculam aos objetivos da pesquisa.

Do problema de pesquisa descrito anteriormente, podem ser levantadas as seguintes hipóteses:

- (i). Quando as distribuições das frequências dos primeiros dígitos dos custos das planilhas orçamentárias de obras públicas não estão em consonância com a Lei NB, há indícios de possíveis irregularidades;
- (ii). A Lei NB permite uma seleção mais acertada das obras a serem auditadas com mais profundidade;
- (iii). Planilhas em consonância com a Lei NB indicam que os preços refletem os valores de mercado;
- (iv). A Lei NB pode indicar possíveis propostas “de cobertura” em licitações.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo geral

Tendo em vista o problema de pesquisa anteriormente proposto, vislumbra-se como objetivo geral desta pesquisa: selecionar de forma mais eficiente as planilhas orçamentárias de obras públicas para análise de sobrepreço.

1.6.2. Objetivos específicos

Para se atingir o objetivo geral deste trabalho, precisarão ser cumpridos os seguintes objetivos específicos:

- (i). Verificar se a Lei NB se aplica às planilhas orçamentárias de obras públicas;
- (ii). Avaliar os principais métodos de análise utilizados na área do conhecimento para se determinar a conformidade de uma distribuição com a Lei de Benford;
- (iii). Estabelecer os pressupostos teóricos e propor testes para o desenvolvimento de um modelo fundamentado na Lei NB para análise de conformidade das planilhas orçamentárias de obras públicas;
- (iv). Analisar as planilhas orçamentárias disponíveis de 12 obras públicas da Copa de 2014 e das Olimpíadas de 2016 utilizando-se da rotina proposta.

1.7. Justificativa

O tema possui caráter inovador dentro da área de conhecimento, uma vez que não se encontraram estudos referentes à aplicação da Lei NB à auditoria de obras públicas. Sua aplicação prática mais próxima (pelos órgãos de controle)

que se tem notícia foi às notas de empenho de municípios de Estados do Nordeste (Ribeiro et al., 2005; Costa, Santos, Travassos, 2012; Costa, 2012).

Além disso, foi publicado na Revista TCU do período de maio a agosto de 2009 um artigo escrito pelo auditor Ângelo Henrique Lopes da Silva, que falava sobre as aplicações da Lei NB à auditoria contábil, de um modo geral, e trazia conceitos e fórmulas gerais sobre essa Lei. O auditor ressaltou a importância de futuros trabalhos de auditoria se utilizarem das aplicabilidades da Lei NB, no âmbito da administração pública de nosso país.

Isso mostra que a pesquisa também contribuirá para o avanço da área do conhecimento, já que as aplicações da Lei NB ainda estão sendo testadas e ampliadas por vários estudiosos e há muito o que se explorar nesse campo.

Também possui grande relevância social, já que visa à ampliação dos procedimentos de auditoria dos órgãos de controle.

Especificamente para o TCU, o trabalho contribuirá para o aprimoramento dos procedimentos de auditoria de obras públicas, uma vez que avaliará a pertinência de um novo método de verificação de indícios de possíveis irregularidades em planilhas de preços: a análise de conformidade da distribuição dos dígitos dos valores das planilhas orçamentárias de obras públicas em relação à distribuição definida na Lei de Newcomb-Benford. Além disso, pelo fato de o tema envolver “obras públicas”, “estatística aplicada à auditoria” e “análises de riscos”, pode ser enquadrado no disposto no Anexo da Portaria-ISC nº 4, de 20/4/2012, a qual divulga a lista consolidada de áreas de interesse e temas prioritários das unidades organizacionais do Tribunal.

1.8. Caracterização da Pesquisa

Segundo o estudo apresentado por Vergara (1990), que qualifica a pesquisa quanto aos fins e quanto aos meios.

Quanto aos fins, a pesquisa foi descritiva, já que buscou descrever as características de um fenômeno específico (a análise de conformidade na distribuição dos dígitos dos valores das planilhas orçamentárias de obras

públicas em relação à distribuição definida na Lei de Newcomb-Benford) além de estabelecer relações entre as variáveis.

Quanto aos meios, a pesquisa foi bibliográfica, porque se baseou em material acessível ao público em geral, como livros, artigos e planilhas de certames licitatórios disponíveis em meio eletrônico.

O método científico adotado foi o hipotético-dedutivo, explicado por Gil (1999) da seguinte maneira: “quando os conhecimentos disponíveis sobre determinado assunto são insuficientes para a explicação de um fenômeno, surge o problema. Para tentar explicar as dificuldades expressas no problema, são formuladas conjecturas ou hipóteses. Das hipóteses formuladas, deduzem-se consequências que deverão ser testadas ou falseadas. Falsear significa tornar falsas as consequências deduzidas das hipóteses. Enquanto no método dedutivo se procura a todo custo confirmar a hipótese, no método hipotético-dedutivo, ao contrário, procuram-se evidências empíricas para derrubá-la”.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Coleta e Tratamento dos Dados

O universo da pesquisa foram as obras para a Copa do Mundo de Futebol de 2014 e para os Jogos Olímpicos de 2016. A amostra adotada foi não probabilística intencional, ou seja, foram selecionadas obras que representavam o “bom julgamento” da população.

Dentro desse grupo, selecionaram-se preferencialmente obras que possuíam um maior volume de dados (planilhas contendo mais de 1000 serviços). Como não foi possível obter uma grande variedade de planilhas orçamentárias desse porte, também foram testadas planilhas contendo um volume menor de itens. Isso pode ser enriquecedor para as auditorias de obras públicas, uma vez que muitos orçamentos auditados não superam mil itens.

Inseridas nesse contexto, foram analisadas três obras – construção da Arena da Amazônia (Manaus/AM), reforma do Estádio Maracanã (Rio de Janeiro/RJ) e reforma do Aeroporto Internacional de Confins (Lagoa Santa/MG) – anteriormente já auditadas pelo TCU. Os resultados obtidos nesta pesquisa foram comparados com os resultados obtidos na análise de sobrepreço realizada pela Corte de Contas, de modo a verificar a possibilidade do uso da Lei NB nas análises de sobrepreço de obras. Esses testes foram os mais aprofundados desta pesquisa, já que adentraram nas minúcias da análise de sobrepreço do TCU.

Também foram analisados dois certames licitatórios, em que a Lei NB foi aplicada às propostas das licitantes: Construção da Torre de Controle e Edificações Destinadas ao Destacamento de Controle do Espaço Aéreo do Aeroporto Internacional de Salvador/BA, e Obras para Alargamento do Sistema de Pistas 10/28 e Recuperação da Pavimentação do Sistema de Pátios e Pistas do Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro/ Galeão. Os resultados dos testes aplicados objetivaram demonstrar a viabilidade de se analisar certames licitatórios como um todo, focando principalmente na competitividade. Esse tipo de análise, caso demonstrada sua viabilidade, será de grande valia para as

auditorias de obras, já que não é usual o TCU analisar as planilhas das outras licitantes que não a vencedora, pelo exíguo tempo de que dispõem as unidades técnicas para a entrega dos relatórios.

Além destas, foram examinadas planilhas de mais sete obras pertencentes ao universo amostral escolhido. Os resultados obtidos contribuíram para verificar a possibilidade do uso da Lei NB nas auditorias de obras públicas e selecionar os testes mais efetivos para o caso. Isso permitiu o desenvolvimento de um modelo de testes adequado para esse tipo de auditoria.

Cabe ressaltar que houve certa dificuldade na obtenção dos dados, já que muitos entes responsáveis pelas obras do universo amostral escolhido não divulgaram as planilhas orçamentárias na internet. Os dados levantados no trabalho em tela, à exceção das três obras já auditadas pelo TCU (cujas informações foram obtidas no próprio TCU), foram obtidos no site www.copatransparente.gov.br, o qual é mantido pelo Senado Federal e pela Câmara dos Deputados. Esse sítio eletrônico disponibiliza dados e documentos relativos a cada obra e ação pública destinada à Copa do Mundo de Futebol de 2014 e aos Jogos Olímpicos de 2016. Também se buscaram dados no site da Infraero (www.infraero.gov.br) para as obras relacionadas a aeroportos.

Além disso, a maior parte dos dados coletados estava em formato PDF e teve que ser convertida em formato Excel para que os testes pudessem ser aplicados. Para efetuar a conversão, utilizou-se um serviço pago *on-line* da Acrobat, em que os arquivos em PDF são transferidos para o site <https://exportpdf.acrobat.com> e, após convertidos em Excel, são baixados pelo usuário. Apesar da boa performance do serviço, muitas das conversões apresentaram trechos da planilha desconfigurados e demandaram grande esforço na correção dos dados.

2.2 Testes da Lei de Benford

Para esse tópico, adotou-se a classificação, bem como os conceitos de Nigrini (2012).

2.2.1. Testes Primários

Os testes primários são os principais e consistem em: Teste do Primeiro Dígito, do Segundo Dígito e dos Dois Primeiros Dígitos. Este último também é conhecido como Teste de Primeira Ordem.

2.2.1.1. Teste do Primeiro Dígito

O Teste do Primeiro Dígito testa as frequências com que os números de 1 a 9 se repetem nos primeiros dígitos dos itens de um banco de dados. 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 frequência esperada da ocorrência de um número como primeiro dígito em um banco de dados, segundo a Lei NB é dada por:

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

Sendo:

D_1 = Primeiro dígito

$d_1 \in \{1, 2, \dots, 9\}$

2.2.1.2. 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. Ele também é um teste de visão macro, mas pode ser útil para detectar vieses nos

dados. Em pagamentos, por exemplo, e outros dados em que existam preços envolvidos, o teste geralmente revela um excesso de 0s e 5s nos segundos dígitos, que são números redondos.

A frequência esperada da ocorrência de um número como segundo dígito em um banco de dados, segundo a Lei NB é dada por:

$$\text{Prob}(D_2 = d_2) = \sum_{d_1=1}^9 \log \left(1 + \frac{1}{d_1 d_2} \right) \quad (\text{III})$$

Sendo:

D_2 = Segundo dígito

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

Tabela 1 - Frequências dos quatro primeiros dígitos, calculadas segundo a Lei de Newcomb-Benford.

Digit	1 st	2 nd	3 rd	4 th	5 th or higher
0		11.97%	10.18%	10.02%	10.00%
1	30.10%	11.39%	10.14%	10.01%	10.00%
2	17.61%	10.88%	10.10%	10.01%	10.00%
3	12.49%	10.43%	10.06%	10.01%	10.00%
4	9.69%	10.03%	10.02%	10.00%	10.00%
5	7.92%	9.67%	9.98%	10.00%	10.00%
6	6.69%	9.34%	9.94%	9.99%	10.00%
7	5.80%	9.04%	9.90%	9.99%	10.00%
8	5.12%	8.76%	9.86%	9.99%	10.00%
9	4.58%	8.50%	9.83%	9.98%	10.00%

(Disponível em: <http://investexcel.net/3420/benfords-law-excel/>. Acesso em 27 de maio de 2013.)

Fórmula geral:

$$P(d) = \sum_{k=10^{n-2}}^{10^{n-1}-1} \log_{10} \left(1 + \frac{1}{10k + d} \right) \quad (IV)$$

2.2.1.3. Teste dos Dois Primeiros Dígitos

Já o Teste dos Dois Primeiros Dígitos fornece mais informação do que os dois anteriores. Também proporciona amostras de auditoria menores. Este é o teste primário sugerido, exceto em alguns casos especiais com pequenos bancos de dados. Este teste também é útil em detectar números inventados. Uma baixa conformidade com a Lei NB geralmente sugere alto risco de erro ou fraude.

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 por:

$$\text{Prob}(D_1D_2 = d_1d_2) = \log \left(1 + \frac{1}{d_1d_2} \right) \quad (V)$$

Sendo:

D_1D_2 = Dois primeiros dígitos

$d_1d_2 \in \{10, 11, \dots, 99\}$

2.2.2. Testes Avançados

Os Testes Avançados podem ser aplicados aos dados com ou sem os Testes Primários e podem ser usados em quase todos os tipos de dados. Eles são divididos em Teste de Soma e Teste de Segunda Ordem.

2.2.2.1. Teste de Soma

O Teste de Soma foi desenvolvido por Nigrini (2012), que, ao simular uma distribuição de Benford, descobriu que as somas dos números pertencentes a cada grupo de primeiros dígitos 10, 11, 12,..., 99 resultavam em valores aproximadamente iguais, ou seja, $1/90$.

Todavia, o autor constatou que dados reais raramente se conformavam a tal padrão, uma vez que eles possuíam alguns valores muito altos ou muitas repetições de números de médio valor. A utilidade desse teste é exatamente alertar sobre essas situações.

Quando confrontamos esse Teste com o Teste dos Dois Primeiros Dígitos, confrontamos o volume de dados contidos em cada grupo com a soma de seus valores. Assim, no caso de orçamento de obras públicas, verificamos a materialidade e a relevância de cada grupo, de forma a selecionar os dígitos que merecem um olhar crítico mais minucioso por parte do auditor. Um exemplo pode ser visualizado na tabela a seguir:

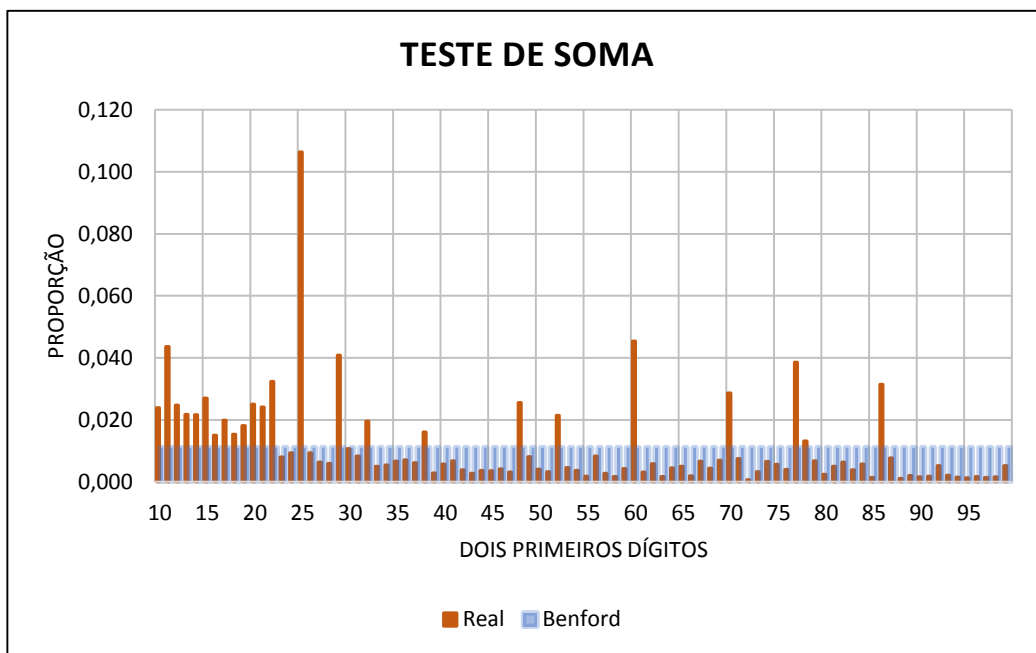
Tabela 2 – Exemplo de confronto entre o Teste dos Dois Primeiros Dígitos e o Teste de Soma

TESTE DOS DOIS PRIMEIROS DÍGITOS					TESTE DE SOMA			
Dígito	Contagem	Proporção real	Benford	Diferença	Soma	Proporção real	Benford	Diferença
10	434	0,041	0,041	0,000	68.856.379,57	0,024	0,011	0,013
11	438	0,042	0,038	0,004	125.786.486,28	0,044	0,011	0,033
12	376	0,036	0,035	0,001	71.500.788,80	0,025	0,011	0,014
13	310	0,030	0,032	-0,003	62.831.721,56	0,022	0,011	0,011
14	328	0,031	0,030	0,001	62.336.456,29	0,022	0,011	0,011
15	261	0,025	0,028	-0,003	77.907.037,61	0,027	0,011	0,016
16	253	0,024	0,026	-0,002	43.486.358,01	0,015	0,011	0,004
17	266	0,025	0,025	0,001	57.455.905,49	0,020	0,011	0,009
18	270	0,026	0,023	0,002	44.366.963,70	0,015	0,011	0,004
19	234	0,022	0,022	0,000	52.267.654,26	0,018	0,011	0,007
20	211	0,020	0,021	-0,001	72.386.526,16	0,025	0,011	0,014
21	221	0,021	0,020	0,001	69.609.234,62	0,024	0,011	0,013

TESTE DOS DOIS PRIMEIROS DÍGITOS					TESTE DE SOMA			
Dígito	Contagem	Proporção real	Benford	Diferença	Soma	Proporção real	Benford	Diferença
22	204	0,019	0,019	0,000	93.556.917,56	0,032	0,011	0,021
23	195	0,019	0,018	0,000	23.054.806,14	0,008	0,011	-0,003
24	196	0,019	0,018	0,001	27.076.520,82	0,009	0,011	-0,002
25	170	0,016	0,017	-0,001	307.079.667,35	0,106	0,011	0,095
26	149	0,014	0,016	-0,002	26.915.379,46	0,009	0,011	-0,002
27	214	0,020	0,016	0,005	18.352.437,50	0,006	0,011	-0,005
28	150	0,014	0,015	-0,001	17.210.746,72	0,006	0,011	-0,005
29	174	0,017	0,015	0,002	117.848.818,75	0,041	0,011	0,030
30	128	0,012	0,014	-0,002	30.724.729,36	0,011	0,011	0,000
31	177	0,017	0,014	0,003	23.848.581,99	0,008	0,011	-0,003
32	124	0,012	0,013	-0,002	56.504.211,65	0,020	0,011	0,009
33	130	0,012	0,013	-0,001	14.412.403,35	0,005	0,011	-0,006
34	109	0,010	0,013	-0,002	15.657.959,05	0,005	0,011	-0,006
35	137	0,013	0,012	0,001	19.307.369,01	0,007	0,011	-0,004
36	122	0,012	0,012	0,000	20.460.009,41	0,007	0,011	-0,004
37	119	0,011	0,012	0,000	17.594.488,73	0,006	0,011	-0,005
38	98	0,009	0,011	-0,002	46.225.084,98	0,016	0,011	0,005
39	120	0,011	0,011	0,000	8.085.477,33	0,003	0,011	-0,008
40	121	0,012	0,011	0,001	16.499.596,94	0,006	0,011	-0,005
41	109	0,010	0,010	0,000	19.601.254,06	0,007	0,011	-0,004
42	109	0,010	0,010	0,000	11.265.633,40	0,004	0,011	-0,007
43	96	0,009	0,010	-0,001	8.023.651,89	0,003	0,011	-0,008
44	92	0,009	0,010	-0,001	10.539.032,92	0,004	0,011	-0,007
45	97	0,009	0,010	0,000	10.154.731,98	0,004	0,011	-0,007
46	81	0,008	0,009	-0,002	12.066.856,43	0,004	0,011	-0,007
47	83	0,008	0,009	-0,001	9.008.504,25	0,003	0,011	-0,008
48	85	0,008	0,009	-0,001	73.750.633,91	0,026	0,011	0,015
49	93	0,009	0,009	0,000	23.301.152,81	0,008	0,011	-0,003
50	95	0,009	0,009	0,000	11.885.317,56	0,004	0,011	-0,007
51	92	0,009	0,008	0,000	9.380.970,48	0,003	0,011	-0,008
52	100	0,010	0,008	0,001	61.696.509,47	0,021	0,011	0,010
53	97	0,009	0,008	0,001	13.351.388,25	0,005	0,011	-0,006
54	79	0,008	0,008	0,000	10.506.658,75	0,004	0,011	-0,007
55	74	0,007	0,008	-0,001	5.081.240,14	0,002	0,011	-0,009
56	84	0,008	0,008	0,000	23.900.457,65	0,008	0,011	-0,003
57	74	0,007	0,008	0,000	8.007.278,45	0,003	0,011	-0,008
58	64	0,006	0,007	-0,001	5.036.833,50	0,002	0,011	-0,009
59	85	0,008	0,007	0,001	12.369.962,52	0,004	0,011	-0,007
60	56	0,005	0,007	-0,002	131.032.152,01	0,045	0,011	0,034
61	75	0,007	0,007	0,000	9.021.320,36	0,003	0,011	-0,008
62	71	0,007	0,007	0,000	16.960.023,52	0,006	0,011	-0,005

TESTE DOS DOIS PRIMEIROS DÍGITOS					TESTE DE SOMA			
Dígito	Contagem	Proporção real	Benford	Diferença	Soma	Proporção real	Benford	Diferença
63	66	0,006	0,007	-0,001	4.966.062,15	0,002	0,011	-0,009
64	66	0,006	0,007	0,000	12.874.161,20	0,004	0,011	-0,007
65	61	0,006	0,007	-0,001	14.346.311,13	0,005	0,011	-0,006
66	49	0,005	0,007	-0,002	5.500.549,41	0,002	0,011	-0,009
67	71	0,007	0,006	0,000	19.108.398,69	0,007	0,011	-0,004
68	84	0,008	0,006	0,002	12.608.282,26	0,004	0,011	-0,007
69	82	0,008	0,006	0,002	20.227.645,37	0,007	0,011	-0,004
70	63	0,006	0,006	0,000	82.727.912,31	0,029	0,011	0,018
71	78	0,007	0,006	0,001	21.709.013,78	0,008	0,011	-0,003
72	66	0,006	0,006	0,000	1.921.188,59	0,001	0,011	-0,010
73	78	0,007	0,006	0,002	9.391.933,86	0,003	0,011	-0,008
74	66	0,006	0,006	0,000	18.959.064,33	0,007	0,011	-0,004
75	72	0,007	0,006	0,001	16.260.827,07	0,006	0,011	-0,005
76	70	0,007	0,006	0,001	11.524.416,48	0,004	0,011	-0,007
77	54	0,005	0,006	0,000	111.171.831,21	0,039	0,011	0,028
78	67	0,006	0,006	0,001	38.040.967,31	0,013	0,011	0,002
79	66	0,006	0,005	0,001	19.559.946,63	0,007	0,011	-0,004
80	51	0,005	0,005	-0,001	6.831.611,30	0,002	0,011	-0,009
81	52	0,005	0,005	0,000	14.294.138,89	0,005	0,011	-0,006
82	51	0,005	0,005	0,000	18.326.247,69	0,006	0,011	-0,005
83	40	0,004	0,005	-0,001	11.099.116,75	0,004	0,011	-0,007
84	52	0,005	0,005	0,000	16.384.624,42	0,006	0,011	-0,005
85	48	0,005	0,005	-0,001	4.060.433,78	0,001	0,011	-0,010
86	49	0,005	0,005	0,000	90.683.285,52	0,031	0,011	0,020
87	59	0,006	0,005	0,001	22.316.769,03	0,008	0,011	-0,003
88	62	0,006	0,005	0,001	3.147.278,57	0,001	0,011	-0,010
89	62	0,006	0,005	0,001	5.936.732,76	0,002	0,011	-0,009
90	57	0,005	0,005	0,001	4.559.529,46	0,002	0,011	-0,009
91	43	0,004	0,005	-0,001	5.241.906,10	0,002	0,011	-0,009
92	54	0,005	0,005	0,000	14.977.425,56	0,005	0,011	-0,006
93	33	0,003	0,005	-0,001	6.201.712,23	0,002	0,011	-0,009
94	51	0,005	0,005	0,000	4.202.460,58	0,001	0,011	-0,010
95	55	0,005	0,005	0,001	3.843.148,90	0,001	0,011	-0,010
96	58	0,006	0,005	0,001	4.942.654,73	0,002	0,011	-0,009
97	41	0,004	0,004	-0,001	3.858.427,92	0,001	0,011	-0,010
98	31	0,003	0,004	-0,001	4.552.916,96	0,002	0,011	-0,009
99	50	0,005	0,004	0,000	14.942.639,56	0,005	0,011	-0,006

Gráfico 2 – Exemplo do Teste de Soma



Segundo se observa na tabela e no gráfico, os dígitos que merecem uma maior atenção por parte do auditor são: 10 ao 22, 25, 29, 32, 38, 48, 52, 60, 77 e 86. O maior pico ocorreu no dígito 25 e ele representou apenas a soma de 170 valores em 10.448. Já o dígito 10 pareceu se tratar da soma de vários itens de médio ou pequeno valor da planilha, pois foi identificado em 434 serviços. Em uma auditoria, por exemplo, optaríamos por analisar o grupo dos valores possuidores dos primeiros dígitos 2 e 5 e daríamos menor importância ao grupo dos dígitos 1 e 0.

2.2.2.2. Teste de Segunda Ordem

O Teste de Segunda Ordem foi introduzido em Nigrini e Miller (2009) e consiste no fato de que, se os dados são compostos de uma sequência geométrica de n valores em conformidade com a Lei NB, então as $n-1$ diferenças entre os elementos ordenados desses dados geram uma segunda sequência de dados que também se harmoniza com a Lei NB.

A equação a seguir mostra que a diferença entre os elementos sucessivos de uma sequência geométrica formam uma segunda sequência geométrica.

$$D_n = \alpha r^n - \alpha r^{n-1} \text{ (com } n = 1, 2, 3, \dots, n-1) \quad (\text{VI}).$$

$$= \alpha(r - 1) \times r^{n-1}$$

A sequência geométrica das diferenças, D_n , começa com $\alpha(r-1)$ e r ainda é a razão do $(n+1)$ termo dividido pelo n ésimo termo. Devido ao fato dos elementos da nova sequência formarem uma sequência geométrica, e em razão das diferenças entre os logaritmos dos maiores e dos menores valores continuarem sendo valores inteiros, os padrões desses dígitos também seguirão a Lei de Benford e as $n-1$ diferenças formarão uma distribuição de Benford.

Se os dados forem constituídos por variáveis aleatórias não discretas advindas de alguma distribuição contínua com uma função densidade regular (ex: triangular, uniforme, normal ou gama), os padrões dos dígitos das $n-1$ diferenças entre os elementos ordenados conformarão bem de perto, mas não exatamente uma sequência de Benford.

Algumas situações anômalas podem ocorrer quando os padrões dos dígitos das diferenças não são nem Benford nem *quase Benford*. Essas situações são raras e sugerem que algo sério ou um erro pode existir nos dados.

Para verificar a conformidade da distribuição obtida nesse teste, Nigrini sugere um julgamento subjetivo observando os resultados ou utilizar a Média dos Desvios Absolutos com fronteiras de conformidade mais liberais. Os outros testes estatísticos não são apropriados para mensurar a conformidade porque, como usualmente lidamos com grandes bancos de dados e a expectativa é de que eles sejam *quase Benford*, não podemos esperar uma exata conformidade.

2.2.3. Testes Associados

Já os Testes Associados não são obtidos diretamente da Lei NB, mas complementam os testes primários e os avançados. Eles são compostos pelo Teste de Duplicação de Número, Teste dos Dois Últimos Dígitos e Modelo Fator de Distorção.

2.2.3.1. Teste de Duplicação de Número

O Teste de Duplicação de Número, também desenvolvido por Nigrini, identifica os números específicos que causam os picos nos gráficos dos Testes de Primeira Ordem e de Soma. Os picos nesses testes estão associados geralmente a números excessivamente altos ou grupos de números de médio valor que se repetem na planilha.

Por exemplo, um alto pico nos dígitos 8 e 0, no Teste dos Dois Primeiros Dígitos, pode ser decorrente de vários valores de R\$ 80,00 na planilha. Já no Teste de Soma, pode ser resultante de um único item de R\$ 80 milhões ou de vários itens de R\$ 800.00,00. O Teste dos Dois Primeiros Dígitos se baseia na contagem (frequência) dos grupos de dígitos, enquanto o Teste de Soma se preocupa com a materialidade dos itens que compõem determinado grupo.

Nigrini (2012) enumera que, em uma investigação criminal para se detectar fraude, os números duplicados que são alvo de revisão são os valores:

- i. ligados a altos picos no Teste de Primeira Ordem, os quais apresentam os maiores valores no Teste Z;
- ii. associados a picos no Teste de Soma;
- iii. logo abaixo de fronteiras psicológicas ou situados próximos a limites de controle financeiros, tais como: R\$99,99, R\$24,50 e R\$ 49,90;
- iv. redondos de valor alto;
- v. incomuns que se repetem com frequência;
- vi. que ocorrem com mais frequência do que quaisquer outros;
- vii. associados a ineficiências.

2.2.3.2. Teste dos Dois Últimos Dígitos

O Teste dos Dois Últimos Dígitos identifica duplicações anormais no lado direito dos números em um banco de dados. Sua base teórica reside no fato de as frequências dos dígitos se tornarem uniformes à medida que nos movemos para o lado direito de um valor. Picos no gráfico das frequências dos dois últimos dígitos podem indicar erros, números fictícios, ou arredondamento excessivo.

Segundo Nigrini (2012), esse teste se aplica a dados em que são procurados sinais de números inventados, tais como:

- Números do censo populacional;
- Resultados eleitorais;
- Contagens de inventário;
- Pesos de peixes capturados por pescadores;
- Leituras de temperatura em estações do tempo automatizadas;
- Valores de dedução na declaração de imposto de renda;
- Clicks em anúncios de web sites.

2.2.3.3. Modelo Fator de Distorção

O Modelo Fator de Distorção utiliza os padrões dos dígitos para sinalizar se os dados parecem ser super ou subestimados e dá a extensão da distorção. Ele foi desenvolvido por Nigrini para detectar casos de evasão fiscal planejada, em que os números, mesmo após a manipulação do fraudador, conformam-se com a Lei de Benford.

Para realizar os testes, Nigrini determina que todos os números precisam estar em pé de igualdade. Para isso, eles devem possuir apenas dois dígitos à esquerda do ponto decimal. Dessa maneira, os valores inferiores a 10 devem ser descartados e os números que possuírem mais de dois algarismos à esquerda precisam ser “quebrados”. Por exemplo: valores de 10 a 99,99 não precisam

sofrer alterações; números de 100,00 a 999,99 devem ser divididos por 10; valores de 1.000 a 9.999,99 devem ser divididos por 100 para serem “quebrados”, e assim por diante. Números “quebrados” devem ter dois dígitos à esquerda do ponto decimal, independentemente da magnitude do valor original.

$$\alpha_{\text{collapsed}} = \frac{10x}{10^{\text{int}(\log(a))}} \quad (\text{VII})$$

em que $\alpha_{\text{collapsed}}$ representa o valor “quebrado” do número α e int representa a função inteira. Por exemplo, para “quebrar” o número 6.340, os seguintes passos são necessários:

$$\begin{aligned} 6340_{\text{collapsed}} &= \frac{10 \times 6340}{10^{\text{int}(\log(6340))}} && (\text{VIII}) \\ &= \frac{63400}{10^{\text{int}(3.802)}} \\ &= \frac{63400}{1000} = 63,40 \end{aligned}$$

O próximo passo consiste em calcular a média dos valores “quebrados”, utilizando a seguinte fórmula:

$$M = \frac{\sum \alpha_{\text{collapsed}}}{N} \quad (\text{IX})$$

em que M representa a média dos valores “quebrados” e N é a quantidade total de valores.

Em seguida, calcula-se a média esperada de uma distribuição de Benford. Caso os dígitos fossem igualmente prováveis, e os números todos fossem “quebrados” para o intervalo [10,100), a média esperada seria 55 ((10 + 100) / 2). Contudo, os dígitos não são igualmente prováveis sob a Lei de Benford.

A soma esperada dos elementos de uma sequência geométrica pode ser calculada usando a seguinte fórmula:

$$S = \frac{a x (r^n - 1)}{(r - 1)} \quad (\text{X})$$

em que a é o primeiro termo e r é a taxa comum. Percebe-se que S aumenta se houver um acréscimo em a , r ou n .

Para calcularmos M de uma sequência de Benford, utilizamos então a equação a seguir:

$$M = \frac{90}{\left(N x \left(10^{\frac{1}{n}} - 1 \right) \right)} \quad (\text{XI})$$

em que M representa a média esperada e n o total de números do banco de dados.

Como o cálculo é um pouco tedioso, Nigrini sugere utilizar uma conveniente aproximação, tomando o limite na equação anterior com N tendendo ao infinito:

$$\lim_{N \rightarrow \infty} (M) = \frac{90}{\left(N x \left(10^{\frac{1}{n}} - 1 \right) \right)} = \frac{90}{\ln(10)} = 39,0865 \quad (\text{XII})$$

Finalmente, para calcularmos o fator de distorção, utilizamos a seguinte fórmula:

$$FD = \frac{M - 39,0865}{39,0865} \quad (\text{XIII})$$

O fator de distorção, quando multiplicado por 100, dá a extensão da super ou subestimativa dos valores em um banco de dados. Para verificar se FD é estatisticamente significativa, calculamos o desvio padrão. A aproximação do desvio padrão calculada em Nigrini (1996) é mostrada a seguir:

$$DP = \frac{0,638253}{\sqrt{n}} \quad (XIV)$$

Calculamos então o Z-estatístico:

$$Z = \frac{FD}{DP} \quad (XV)$$

Um Z-estatístico acima de 1,96 é significativo em um nível 0,05, e um Z-estatístico acima de 2,57 é significativo em um nível 0,01.

2.2.4. A Base Logarítmica da Lei de Benford

Os testes Z, Qui-Quadrado, K-S e MDA são todos baseados nos padrões dos dígitos dos valores em um banco de dados. As proporções reais e esperadas dos dígitos são comparadas entre si.

Já esse teste se fundamenta na base matemática da Lei de Benford, a qual preceitua que as mantissas (parte fracional do logaritmo, situada no lado direito do ponto decimal) dos logaritmos dos dados devem ser uniformemente distribuídas. Isso ocorre se os números, quando classificados do menor para o maior, formam uma sequência geométrica.

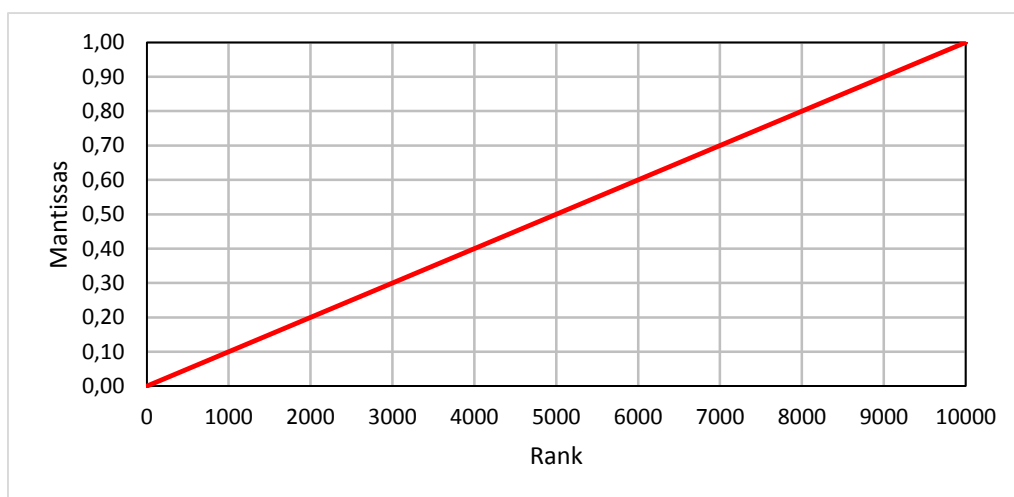
Raimi (1976) aponta que os dados precisam somente se aproximar de uma sequência geométrica. Nigrini (2012) exemplifica a afirmação de Raimi com a sequência Fibonacci, a qual não é uma sequência geométrica perfeita, mas se conforma de maneira aproximada à Lei de Benford à medida que o número de dados aumenta.

Newcomb (1881) pressupõe que a frequência dos dígitos se baseia no fato de que as mantissas são igualmente prováveis. Isso quase equivale dizer que os logaritmos dos dados ordenados seguem uma linha reta.

As mantissas podem variar no intervalo de $[0,1)$. Um teste para verificar se as mantissas são uniformemente distribuídas ao longo desse intervalo pode ser usado para atestar a conformidade com a Lei NB.

Duas condições necessárias, mas não suficientes para que as mantissas sejam uniformemente distribuídas no intervalo $[0,1)$ é que a média seja 0,50 e a variância seja $1/12$. Além disso, as mantissas ordenadas devem formar uma linha reta que vai de $-1/n$ a $(n-1)/n$, com uma inclinação de $1/n$.

Gráfico 3 – Exemplo de uniformidade na distribuição das mantissas dos logaritmos dos valores da planilha orçamentária



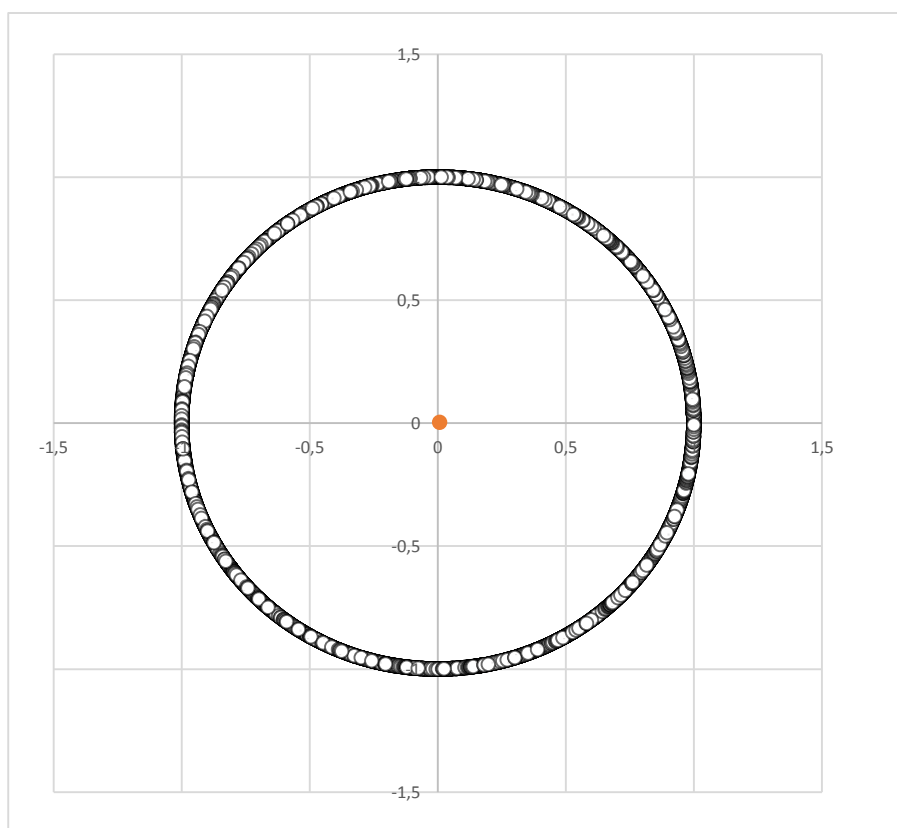
Nigrini (2012) afirma que a regressão pode ser usada para testar se as mantissas ordenadas formam uma linha reta. Para isso, pode-se testar o intercepto (que deve ser igual a zero para uma perfeita conformidade), a inclinação (que deve ser igual a $1/n$ para perfeita conformidade), e o R-Quadrado (que deve ser 1 para perfeita conformidade). A variável y é o conjunto das mantissas ordenadas e a variável x é o *rank* (1, 2, 3, ..., n).

2.2.5. Mantissa Arc Test (MA)

Alexander (2009) propôs um rigoroso teste de conformidade com a Lei de Benford que consiste em verificar se as mantissas se distribuem uniformemente ao longo do intervalo $[0,1)$.

No Teste MA, cada valor numérico é inserido no interior de um círculo. Uma distribuição de Benford produz um conjunto de pontos uniformemente distribuídos em um círculo de raio 1 e centrados na origem $(0,0)$.

Gráfico 4 – Mantissa Arc Test



Alexander levou essa concepção além e calculou se o centro de gravidade de um banco de dados real diferia significativamente de $(0,0)$. Se fosse encontrada uma divergência significativa, os pontos não seriam distribuídos uniformemente no círculo e os dados então não constituiriam uma distribuição de Benford.

O Teste MA se utiliza do fato de uma circunferência de um círculo medir $2\pi r$. Desde que lidemos com um círculo unitário, em que $r = 1$, nossa circunferência será simplesmente $2\pi = 6,2832$.

A fim de se calcular o centro de gravidade e verificar se ele difere significativamente de $(0,0)$, para uma tabela com n dados cujos elementos sejam $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$, cada número deve ser convertido em um ponto do círculo unitário. As coordenadas (x, y) de um ponto x_i são calculadas utilizando as equações a seguir:

$$\text{Coordenada } x = \cos(2\pi * (\log(x_i) \bmod 1)) \quad (\text{XVI})$$

$$\text{Coordenada } y = \text{sen}(2\pi * (\log(x_i) \bmod 1)) \quad (\text{XVII})$$

Em que *cos* e *sen* se referem às funções trigonométricas seno e cosseno. O logaritmo é dado para a base 10 e *mod 1* significa que consideramos somente a parte decimal do logaritmo. Por exemplo, $15,02 \bmod 1$ equivale a 0,02. A coordenada x é também chamada de abscissa e a coordenada y de ordenada. O centro de gravidade é chamado de *mean vector* (MV) e suas coordenadas x e y são calculadas como mostrado a seguir:

$$\text{Coordenada } x = \frac{\sum_{i=1}^n \cos(2\pi * (\log(x_i) \bmod 1))}{n} \quad (\text{XVIII})$$

$$\text{Coordenada } y = \frac{\sum_{i=1}^n \text{sen}(2\pi * (\log(x_i) \bmod 1))}{n} \quad (\text{XIX})$$

O comprimento do *mean vector*, L^2 , é calculado conforme mostrado na equação a seguir:

$$L^2 = (\text{coordenada } x)^2 + (\text{coordenada } y)^2 \quad (\text{XX})$$

Essa equação mostra que, à medida que o centro de gravidade se move para cada vez mais longe de (0,0), o comprimento do *mean vector* aumenta.

O p -valor (nível de significância) de L^2 é calculado da seguinte forma:

$$p\text{-valor} = 1 - e^{-L^2 \times n} \quad (\text{XXI})$$

Essa equação mostra que, à medida que L^2 tende a 1 e n tende ao infinito, o p -valor tende a 1,00. Um p -valor acima de 0,05 é significativo a um nível de 0,05. O p -valor se baseia na cauda da distribuição qui-quadrada com 2 graus de liberdade.

Nigrini (2012) comenta que o problema do Teste MA é que basta o comprimento do *mean vector* ser pequeno para que o teste sinalize conformidade, com um p -valor menor do que 0,05. O autor sugere, para altas populações, o uso de \sqrt{n} ou $\sqrt[3]{n}$ no cálculo do p -valor, para considerar o comportamento de dados reais.

2.3. Testes Estatísticos

Para verificar a conformidade de uma distribuição com a Lei de Benford, podem ser aplicados diversos métodos estatísticos nos resultados obtidos nos Testes Primários. A seguir, serão apresentados os testes estatísticos mais conhecidos, e evidenciadas suas vantagens e desvantagens.

2.3.1. Teste Z

Esse teste nos mostra se a proporção real de um dígito específico desvia de forma significativa da proporção esperada (Lei NB). A fórmula de cálculo do Teste Z considera a magnitude absoluta da diferença entre a proporção real e a esperada, o tamanho do banco de dados e a proporção esperada, como mostrado a seguir:

$$Z = \frac{|PR-PE| - \left(\frac{1}{2n}\right)}{\sqrt{\frac{PE(1-PE)}{n}}} \quad (\text{XXII})$$

em que PE denota a proporção esperada, PR é a proporção real, e n é o número de dados. O último termo no numerador $(1/2n)$ é um fator de correção usado somente quando é inferior ao primeiro termo do numerador e possui pouco impacto no cálculo.

Nigrini (2012) utiliza para esse teste um nível de significância de 5 por cento. O autor considera aceitável quatro ou cinco picos significativos no Teste dos Dois Primeiros Dígitos, uma vez que o Teste Z analisa cada dígito individualmente e não sinaliza uma conformidade dos dados de forma conjunta.

O n no denominador faz com que, à medida que o volume de dados cresce, o Teste Z para qualquer discrepância vai se tornando mais alto. Isso significa que uma discrepância alta em um banco de dados pequeno pode não ser significativa, e uma discrepância pequena em um banco de dados grande pode ser significativa a um nível de 1 por cento.

Podemos também calcular o limite superior e inferior para o gráfico dos dois primeiros dígitos, em que o Z estatístico se iguala a 1,96. À medida que o banco de dados se torna maior, os limites superior e inferior vão ficando cada vez mais próximos da curva da lei de Benford podendo se tornar indistinguíveis dela. As fórmulas são dadas a seguir:

$$\text{Limite Superior (Upper Bound)} = PE + \left(1,96 \times \sqrt{\frac{PE(1-PE)}{n}}\right) + \left(\frac{1}{2n}\right) \quad (\text{XXIII})$$

$$\text{Limite Inferior (Lower Bound)} = PE - \left(1,96 \times \sqrt{\frac{PE(1-PE)}{n}}\right) - \left(\frac{1}{2n}\right) \quad (\text{XXIV})$$

2.3.2. Teste Qui-Quadrado

Esse teste compara um conjunto de resultados reais com um conjunto de resultados esperados. A hipótese nula é de que os dígitos de uma distribuição se conformam com a Lei de Benford. A fórmula é dada a seguir:

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

Em que CR e CE representam a contagem real e a contagem esperada dos termos respectivamente. O número de graus de liberdade é $K-1$, o que significa que, para o Teste dos Dois Primeiros Dígitos que possui 90 dígitos possíveis, são adotados 89 graus de liberdade. Cada dígito tem um valor qui-quadrado, e a soma de todos eles dá o resultado do teste.

Em geral, altos valores qui-quadrados para os vários dígitos estão associados a altos Z estatísticos, o mesmo se aplicando aos baixos valores.

O resultado calculado é comparado a um valor crítico. A maioria dos livros de estatística possui tabela contendo valores críticos para esse teste. Essa tabela também pode ser obtida no *Engineering Statistics Handbook* (Disponível em: <http://itl.nist.gov/div898/handbook/eda/section3/eda3674.htm>).

Para 89 graus de liberdade e um nível de significância de 0.05, o valor crítico é 112,02. Caso o valor calculado exceda o valor crítico, a hipótese nula de conformidade deve ser rejeitada.

Esse teste parte da premissa de que selecionamos uma amostra aleatória de uma distribuição infinita de dados que segue nossa distribuição esperada. Se a amostra é pequena como, por exemplo, inferior a 500 dados, o Teste Qui-Quadrado tolera bem os desvios. Contudo, ele é muito sensível a pequenos desvios em extensos bancos de dados.

2.3.3. Teste Kolmogorov-Smirnoff (K-S)

Outro teste que abrange todo o conjunto de dados analisados é o K-S, o qual se baseia na função densidade acumulada. Essa função consiste na soma cumulativa das proporções esperadas para os valores de Benford, e na soma cumulativas das proporções encontradas para o banco de dados real.

As proporções esperadas para os dígitos 10, 11 e 12, por exemplo, são 0.041, 0.038 e 0.035 respectivamente. A função densidade acumulada é a soma cumulativa desses valores, que é 0.041, 0.079 (soma das duas primeiras proporções), e 0.114 (soma das três proporções), e assim vai até a nonagésima proporção. O mesmo se aplica às proporções encontradas para o banco de dados real.

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 seguinte fórmula:

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

em que 1,36 é a constante para um nível de significância de 0.05 e n é o número de dados.

Esse teste também não tolera muito discrepâncias para grandes bancos de dados, pois, à medida que n cresce, o valor crítico diminui.

2.3.4. Teste da Média dos Desvios Absolutos (MDA)

Esse teste, ao contrário dos anteriores, ignora o número de valores. Por isso, ele é o mais indicado por Nigrini (2012) para extensos bancos de dados. Sua fórmula é apresentada a seguir:

$$MDA = \frac{\sum_{i=1}^K |PR - PE|}{K} \quad (XXVII)$$

Em que K representa as séries de dígitos analisadas, que no caso do Teste dos Dois Primeiros Dígitos são 90, PR é a proporção real e PE é a proporção esperada. O sinal de módulo indica que o desvio é dado em valor positivo independentemente do resultado da diferença ser positivo ou negativo. Os 90 desvios absolutos calculados devem ser somados e, posteriormente, divididos pelo número de séries possíveis (90).

Todavia, não existem valores críticos objetivos para esse teste. Drake e Nigrini (2000) oferecem algumas diretrizes baseadas em sua experiência pessoal com bancos de dados que foram testado à luz da Lei de Benford. Eles criaram um banco de valores críticos, conforme exposto na tabela a seguir:

Tabela 3 - Adaptada de Nigrini (2012) – Valores críticos e conclusões para vários MDA.

DÍGITOS	INTERVALO	CONCLUSÃO
Primeiros Dígitos	0.000 a 0.006	Conformidade aproximada
	0.006 a 0.012	Conformidade aceitável
	0.012 a 0.015	Conformidade marginal aceitável
	Acima de 0.015	Não conformidade
Segundos dígitos	0.000 a 0.008	Conformidade aproximada
	0.008 a 0.010	Conformidade aceitável
	0.010 a 0.012	Conformidade marginal aceitável
	Acima de 0.012	Não conformidade
Dois primeiros dígitos	0.0000 a 0.0012	Conformidade aproximada
	0.0012 a 0.0018	Conformidade aceitável
	0.0018 a 0.0022	Conformidade marginal aceitável
	Acima de 0.0022	Não conformidade

DÍGITOS	INTERVALO	CONCLUSÃO
Três primeiros dígitos	0.00000 a 0.00036	Conformidade aproximada
	0.00036 a 0.00044	Conformidade aceitável
	0.00044 a 0.00050	Conformidade marginal aceitável
	Acima de 0.00050	Não conformidade

2.4. Resultados

2.4.1. Aplicabilidade da Lei NB às planilhas orçamentárias de obras públicas:

Antes de dar início à análise das doze obras selecionadas para este trabalho, foi necessário se certificar se a Lei de Benford era aplicável às planilhas orçamentárias de obras públicas. Não foram encontradas informações ou estudos publicados, no exame da literatura, acerca da conformidade dos valores dos orçamentos de obras públicas com a distribuição logarítmica de Benford.

A fim de se examinar a possibilidade do uso da distribuição de Benford como uma ferramenta de auditoria para obras públicas, selecionaram-se doze planilhas orçamentárias, uma de cada obra analisada individualmente neste trabalho. Adotou-se, preferencialmente, as planilhas do orçamento da Administração e, subsidiariamente do orçamento contratado, nos casos em que não se teve acesso às primeiras.

Foram obtidos 10.569 dados para análise dos valores totais e 9.114 dados para análise dos valores unitários. Esses montantes foram obtidos ao seguir-se as diretrizes de análise propostas por Nigrini (2012), que desconsidera das planilhas os valores inferiores a que 10, em virtude da sua baixa materialidade e da impossibilidade de análise dos segundos dígitos dessas quantias.

Contudo, somente para o Teste do Primeiro Dígito, foram considerados todos os valores maiores ou iguais a 1, uma vez que muitos serviços relevantes em obras públicas possuem valores unitários inferiores a 10. Além disso, muitos padrões na formação dos preços podem ser percebidos nesses valores. Assim,

apenas nas análises dos primeiros dígitos, foram obtidos 10.620 dados para os valores totais e 10.556 para os valores unitários.

Cabe ressaltar que a maioria das planilhas selecionadas incluíram a taxa de Benefícios e Despesas Indiretas (BDI) nos valores, à exceção do Maracanã e do Corredor Transcarioca, que listaram apenas os custos unitários e totais. Foram mantidos os valores originais das planilhas, sem quaisquer conversões. Isso porque, conforme demonstrado por Pinkham (1961), as frequências dos dígitos de uma distribuição de Benford não variam quando os números são multiplicados por uma constante. Assim, se uma lista de números possuir as frequências dos dígitos diferentes das estipuladas na Lei de Benford, a multiplicação desses valores por uma constante continuará resultando em frequências diversas. A proximidade ou discrepância dos dados em relação aos padrões da Lei NB antes da multiplicação (independentemente do valor da constante) será a mesma após a multiplicação.

Contudo, tal propriedade não se aplica às obras que possuem taxa de BDI diferenciada para serviços e equipamentos. Como seriam duas constantes distintas incidindo, uma ou outra, sobre itens da planilha orçamentária, as frequências dos primeiros dígitos seriam alteradas. Dessa maneira, caso incida mais de uma taxa de BDI para uma mesma obra, recomenda-se adotar os preços unitários e totais para os testes, a fim de abranger essa diferenciação entre os serviços e os equipamentos.

Entre as doze obras deste trabalho observou-se BDI diferenciado para serviços e equipamentos apenas no Aeroporto de Confins. Assim, seria indiferente para as demais obras se adotar o valor do serviço com o BDI ou não. Ressalta-se que, neste trabalho, os dados das planilhas foram testados conforme foram apresentados no orçamento de referência. Somente para o Maracanã e para o Corredor Transcarioca se adotou o custo sem BDI.

Dessa forma, utilizou-se o termo geral valor unitário para definir custo (valor sem BDI) e preço unitário (valor com BDI), e o termo geral valor total para definir custo total (quantidade x custo unitário) e preço total (quantidade x preço unitário). Os valores unitários e totais foram analisados separadamente.

Foram aplicados os seguintes testes de conformidade:

- i. Teste do Primeiro Dígito;
- ii. Teste do Segundo Dígito;
- iii. Teste dos Dois Primeiros Dígitos (Teste de Primeira Ordem);
- iv. Teste de Soma;
- v. Teste de Segunda Ordem;
- vi. Teste de Duplicação de Número;
- vii. Teste dos Dois Últimos Dígitos;
- viii. Modelo Fator de Distorção;
- ix. Uniformidade da Distribuição das Mantissas dos Logaritmos dos Dados;
- x. Mantissa Arc Test.

Para mensurar, nos testes i, ii, iii e v, em que grau as distribuições se conformavam ou destoavam de uma distribuição de Benford, foram realizados os seguintes testes estatísticos:

- a. Teste Z;
- b. Qui-Quadrado;
- c. Kolmogorov-Smirnoff
- d. Média dos Desvios Absolutos.

O nível de significância adotado foi de 0,05, que corresponde a um limite de aceitação no Teste Z equivalente a 1,96.

Segundo Nigrini (2012), a Média dos Desvios Absolutos é, dentre os métodos explicitados, o mais justo na avaliação da conformidade com a Lei de Benford, uma vez que não leva em consideração o número de elementos da amostra. Enquanto o Teste Z, Qui-Quadrado e Kolmogorov-Smirnoff aumentam o rigor à medida que n cresce, o MDA não se altera.

As análises estão mostradas de forma consolidada nas tabelas abaixo, mas podem ser vistas de maneira detalhada no Apêndice 1 deste trabalho.

Tabela 4 - Testes Primários - análise conjunta dos dígitos para os valores unitários e totais.

TESTES PRIMÁRIOS												
	Teste do 1º Dígito				Teste do 2º Dígito				Teste dos Dois Primeiros Dígitos			
	N	Teste QQ	K-S	DMA	N	Teste QQ	K-S	DMA	N	Teste QQ	K-S	DMA
Padrão	-	15,507	-	Até 0,015	-	16,919	-	Até 0,012		112,020	-	Até 0,0022
Valor Unitário	9114	7,716	0,006 (0,013)	0,002	9114	20,553	0,010 (0,014)	0,004	9114	255,216	0,038 (0,014)	0,0014
	10556											
Valor Total	10569	15,731	0,006 (0,013)	0,003	10569	23,550	0,010 (0,013)	0,004	10569	140,833	0,009 (0,013)	0,0010
	10620											

Nas Tabelas 4, 6 e 7, os valores apresentados nos campos do Teste K-S se referem ao resultado do teste e, entre parênteses, ao valor limite do teste para aquele conjunto N . Não existe um único valor padrão geral do Teste K-S, em função dos diferentes N_s da tabela. Os valores descritos como padrão do DMA correspondem ao limite máximo aceito pelo teste (Nigrini 2012), acima do qual é revelada uma não conformidade dos dados. Os valores de N se referem ao tamanho do conjunto no Teste do Primeiro Dígito e ao tamanho do conjunto nos demais testes, respectivamente.

Os resultados do Teste MDA mostraram uma conformidade aproximada (vide Tabela 3 do tópico 9.4) em todos os testes primários para os valores totais. Para os valores unitários, o referido teste mostrou uma conformidade aproximada no Teste do Primeiro Dígito e no Teste do Segundo Dígito, e uma conformidade aceitável no Teste dos Dois Primeiros Dígitos. Esses resultados atestaram uma forte conformidade de ambos os conjuntos de dados com a Lei NB.

Devido à magnitude dos conjuntos, os outros testes foram influenciados pelo tamanho de N em suas fórmulas, e, por isso, foram mais rigorosos nos limites. Contudo, seus resultados foram apresentados a título ilustrativo, para fins de comparação do desempenho dos dois conjuntos de dados. E, esses resultados mostraram um desempenho superior do conjunto dos valores totais em relação aos valores unitários.

Tabela 5 - Testes Primários - análise individual dos dígitos para os valores unitários e totais.

TESTE Z (limite para 0,05 = 1,96)									
	Primeiro Dígito			Segundo Dígito			Dois Primeiros Dígitos		
	N	Excessos	Faltas	N	Excessos	Faltas	N	Excessos	Faltas
Valores Unitários	9114	-	-	9114	9	-	9114	15, 18,22, 27, 39, 47, 56, 64	46, 54, 60, 65, 73, 74, 78, 80, 84, 86, 91, 97
	10556								
Valores Totais	10569	7	-	10569	1, 9		10569	11, 27, 31, 68, 73	15, 34, 60, 66, 93, 98
	10620								

O Teste Z mostrou um desempenho superior dos valores unitários nos Testes do Primeiro e do Segundo Dígito. Já no Teste dos Dois Primeiros Dígitos, o desempenho dos valores totais foi melhor, já que menos dígitos superaram o limite de 1,96.

O Teste de Soma mostrou uma grande desconformidade dos dados, tanto para os valores totais, quanto para os valores unitários. As somas foram altas para alguns dígitos e bem baixas em outros, ao passo que, para se conformar a uma distribuição de Benford, os dados precisariam apresentar a mesma proporção de 0,011 em todas as somas.

Todavia, esse teste é muito útil, pois, quando analisado em conjunto com o Teste dos Dois Primeiros Dígitos e com o Teste de Duplicação de Número, pode revelar valores isolados significativamente altos na planilha ou dados de médio valor que se repetem. Cabe ressaltar que um serviço de alto valor unitário possuirá um maior impacto na distribuição de valores unitários do que na distribuição dos valores totais, pois os valores unitários contêm, em sua maioria dados de baixo valor, já que não incorporam a variável quantidade, como ocorre com os valores totais.

O Teste de Segunda Ordem, para os valores totais, mostrou que, mesmo não sendo seguidas as diretrizes de Nigrini, que preceitua que a análise deve adotar fronteiras mais liberais para esse teste, em função da distribuição obtida ser *quase Benford*, considerar-se-ia que esses dados se conformavam com Lei em tela.

Já o Teste de Segunda Ordem para os valores unitários superou as fronteiras do MDA. Contudo, como a distribuição é quase Benford e o valor encontrado de 0,0025 se aproxima do limite de 0,0022, pode-se aceitar uma conformidade.

Quanto ao Teste dos Dois Últimos Dígitos, tanto para os valores totais, quanto para os valores unitários, os dígitos 00 prevaleceram em relação aos demais, sugerindo arredondamento dos preços.

Os resultados do Teste Modelo Fator de Distorção mostraram que a distorção encontrada para os valores totais não foi significativa, mas que a distorção apresentada pelos valores unitários indicou que os dados foram subestimados em 5,33% em relação a uma distribuição de Benford.

Para ambas as distribuições, os resultados comprovaram que as mantissas dos logaritmos se distribuíam uniformemente formando uma linha quase reta. Entretanto, a distribuição das mantissas dos logaritmos dos valores unitários apresentou uniformidade inferior à distribuição dos valores totais.

Analisando-se todos os testes conjuntamente, notou-se que os valores totais, no geral, tiveram um desempenho superior nos testes, o que pode se justificar pelo fato de essa distribuição conter valores resultantes da multiplicação de duas variáveis (valor unitário x quantidade), enquanto os valores unitários resultam de apenas uma variável.

2.4.2. Resultados consolidados das doze obras analisadas:

Os resultados apresentados a seguir se referem ao orçamento de referência de cada obra, o qual, em alguns casos, por impossibilidade de obtenção do orçamento da Administração, foi o orçamento contratado.

Os valores totais e os valores unitários foram analisados separadamente. Neles foram aplicados os seguintes testes de conformidade:

- i. Teste do Primeiro Dígitos;
- ii. Teste do Segundo Dígitos;

TESTES PRIMÁRIOS VALORES UNITÁRIOS												
Empresas	Teste do 1º Dígito				Teste do 2º Dígito				Teste dos Dois Primeiros Dígitos			
	N	Teste QQ	K-S	DMA	N	Teste QQ	K-S	DMA	N	Teste QQ	K-S	DMA
Arena da Amazônia	1715		0,031 (0,033)	0,016	1609	82,570	0,080 (0,034)	0,019	1609	663,711	0,051 (0,034)	0,0049
	1609	60,423										
Aeroporto de Salvador	868		0,048 (0,046)	0,012	779	8,230	0,015 (0,049)	0,008	779	125,550	0,075 (0,049)	0,0036
	779	18,353										
Aeroporto Galeão	176	29,285	0,062 (0,103)	0,033	Não analisado							
Transcarioca	786		0,022 (0,049)	0,007	647	12,546	0,033 (0,053)	0,012	647	114,021	0,038 (0,053)	0,0038
	647	5,445										
Verdão Cuiabá	1233		0,012 (0,039)	0,007	1075	12,332	0,016 (0,041)	0,009	1075	150,632	0,048 (0,041)	0,0031
	1075	8,017										
Terminal Marítimo de Recife	454		0,043 (0,064)	0,016	420	8,421	0,025 (0,066)	0,012	420	130,51	0,032 (0,066)	0,0047
	420	11,161										
Aeroporto de Brasília	341		0,034 (0,074)	0,019	260	21,108	0,098 (0,084)	0,025	260	114,254	0,137 (0,084)	0,0058
	260	13,701										
Aeroporto de Tocantins	342		0,053 (0,074)	0,015	263	17,427	0,070 (0,084)	0,023	263	110,797	0,089 (0,084)	0,0055
	263	8,205										
Porto de Natal	676		0,041 (0,052)	0,012	517	9,447	0,047 (0,060)	0,011	517	134,215	0,066 (0,060)	0,0042
	517	9,502										
Porto de Salvador	863		0,025 (0,046)	0,011	660	28,840	0,019 (0,053)	0,018	660	161,568	0,086 (0,053)	0,0046
	660	10,483										

Observando-se os resultados da tabela anterior, percebe-se, para a análise do Teste do Primeiro Dígito, que as obras da Arena da Amazônia, do Aeroporto Galeão, do Terminal Marítimo de Recife e do Aeroporto de Brasília não passaram no Teste MDA, o qual é o mais indicado por Nigrini (2012) para mensurar a conformidade com a Lei NB por independe do tamanho do conjunto de dados.

Os melhores resultados foram apresentados pelo Maracanã, Aeroporto de Confins, Aeroporto de Salvador, Transcarioca, Verdão Cuiabá, Porto de Natal e Porto de Salvador, os quais mostraram uma conformidade aceitável com a Lei NB.

O Aeroporto de Tocantins apresentou uma conformidade marginal.

Ressalta-se que a obra da Transcarioca, do Verdão Cuiabá, do Aeroporto de Tocantins, do Porto de Natal e do Porto de Salvador passaram em todos os testes estatísticos para o primeiro dígito.

Para o Teste do Segundo Dígito, o Aeroporto de Salvador apresentou uma conformidade aproximada, o Verdão Cuiabá exibiu uma conformidade aceitável e o Maracanã, a Transcarioca, Terminal Marítimo de Recife e Porto de Natal mostraram uma conformidade marginal dos dados. As demais obras apresentaram uma não conformidade.

Cabe ressaltar que o Maracanã, o Aeroporto de Salvador, Transcarioca, Verdão Cuiabá, Terminal Marítimo de Recife e Porto de Natal passaram em todos os testes estatísticos aplicados ao segundo dígito.

Já para o Teste dos Dois Primeiros Dígitos, nenhuma obra passou no Teste MDA. Os melhores resultados foram apresentados pelo Maracanã, Aeroporto de Confins e Verdão Cuiabá.

Ressalta-se que o Maracanã e o Aeroporto de Tocantins passaram no Teste Qui-Quadrado e que o Aeroporto de Confins, Transcarioca e Terminal Marítimo de Recife passaram no Teste K-S.

Tabela 7 - Testes Primários - análise conjunta dos dígitos para os valores totais.

TESTES PRIMÁRIOS VALORES TOTAIS												
Empresas	Teste do 1º Dígito				Teste do 2º Dígito				Teste dos Dois Primeiros Dígitos			
	N	Teste QQ	K-S	DMA	N	Teste QQ	K-S	DMA	N	Teste QQ	K-S	DMA
Padrão	-	15,507	-	Até 0,015	-	16,919	-	Até 0,012		112,020	-	Até 0,0022
Maracanã	1028	5,999	0,014 (0,043)	0,007	1024	16,325	0,026 (0,043)	0,011	1024	93,42	0,024 (0,043)	0,0025
	1024											
Confins	2084	14,613	0,013 (0,030)	0,007	2081	29,531	0,019 (0,030)	0,009	2081	166,43	0,016 (0,030)	0,0022
	2081											
Aeroporto de Salvador	870	8,246	0,034 (0,046)	0,010	869	12,910	0,019 (0,046)	0,010	869	105,817	0,045 (0,046)	0,0031
	869											
Aeroporto Galeão	179	7,019	0,035 (0,102)	0,017	Não analisado							
Transcarioca	804	10,719	0,009 (0,048)	0,007	804	13,319	0,022 (0,048)	0,011	804	95,450	0,037 (0,048)	0,0029
	804											
Verdão Cuiabá	1241	6,633	0,012 (0,039)	0,006	1241	13,588	0,039 (0,039)	0,009	1241	122,686	0,017 (0,039)	0,0027
	1241											
Terminal Marítimo de Recife	454	13,894	0,036 (0,064)	0,015	454	6,019	0,023 (0,064)	0,009	454	76,590	0,042 (0,064)	0,0035
	454											
Aeroporto de Brasília	341	8,260	0,051 (0,074)	0,012	337	16,198	0,052 (0,074)	0,017	337	112,40	0,043 (0,074)	0,0050
	337											

TESTES PRIMÁRIOS VALORES TOTAIS												
Empresas	Teste do 1º Dígito				Teste do 2º Dígito				Teste dos Dois Primeiros Dígitos			
	N	Teste QQ	K-S	DMA	N	Teste QQ	K-S	DMA	N	Teste QQ	K-S	DMA
Aeroporto de Tocantins	344	10,102	0,030 (0,073)	0,015	339	8,489	0,025 (0,074)	0,013	339	119,146	0,041 (0,074)	0,0048
	339											
Porto de Natal	683	18,990	0,025 (0,052)	0,013	669	3,682	0,013 (0,053)	0,006	669	120,585	0,033 (0,074)	0,0032
	669											
Porto de Salvador	868	8,817	0,025 (0,046)	0,008	848	12,916	0,025 (0,047)	0,010	848	87,272	0,019 (0,047)	0,0027
	847											

Analisando-se os resultados da tabela anterior, percebe-se, para a análise do Teste do Primeiro Dígito, que a obra do Aeroporto Galeão foi a única que não passou no MDA no Teste do Primeiro Dígito dos valores totais.

O melhor resultado foi do Verdão Cuiabá, que apresentou uma conformidade aproximada com a Lei NB.

O Maracanã, o Aeroporto de Confins, o Aeroporto de Salvador, a Transcarioca, o Aeroporto de Brasília e o Porto de Salvador exibiram uma conformidade aceitável.

Já o Terminal Marítimo de Recife, o Aeroporto de Tocantins e o Porto de Natal mostraram uma conformidade marginal no MDA.

Cabe ressaltar que apenas o Aeroporto de Confins e o Porto de Natal não passaram no Teste QQ e que todas as obras passaram no Teste K-S para os valores totais.

Para o Teste do Segundo Dígito, o Porto de Natal apresentou uma conformidade aproximada, o Aeroporto de Confins, o Aeroporto de Salvador, o Verdão Cuiabá, o Terminal Marítimo de Recife e o Porto de Salvador exibiram uma conformidade aceitável, e o Maracanã e a Transcarioca mostraram uma conformidade marginal dos dados. O Aeroporto de Brasília e o Aeroporto de Tocantins apresentaram uma não conformidade.

À exceção do Aeroporto de Confins que não passou no Teste QQ, todas as demais obras passaram nesse teste e no K-S.

Já para o Teste dos Dois Primeiros Dígitos, apenas o Aeroporto de Confins passou no Teste MDA.

Contudo, todas as obras passaram no Teste K-S para os dois primeiros dígitos e as obras do Maracanã, do Aeroporto de Salvador, Transcarioca, Terminal Marítimo de Recife e Porto de Salvador passaram no Teste QQ.

Tabela 8 - Testes Primários - análise individual dos dígitos para os valores unitários.

TESTE Z VALORES UNITÁRIOS (limite para 0,05 = 1,96)									
Empresas	Primeiro Dígito			Segundo Dígito			Dois Primeiros Dígitos		
	N	Excessos	Insuficiências	N	Excessos	Insuficiências	N	Excessos	Insuficiências
Maracanã	1016	-	2	828	-	8	828	11, 16, 25	28, 42
Confins	2084	3, 5	8	1926	5, 9	2, 4, 6	1926	15, 17, 18, 39, 55, 59, 64, 76, 79, 90, 99	16, 34, 46, 60, 72, 84, 87, 91
Arena da Amazônia	1715	2, 8	3, 6, 7	1609	2, 6, 7, 8	0, 1, 3, 5	1609	12, 16, 18, 22, 27, 29, 47, 56, 68, 81, 89, 91, 92, 93 e 96	10, 13, 26, 33, 37, 41, 44, 52, 59, 60, 65, 69
Aeroporto de Salvador	868		7	779	-	-	779	11, 13, 19, 21	-
Aeroporto Galeão	176	6	-	Não analisado					
Transcarioca	786	-	-	647	0	-	647	10, 13, 19, 64	42
Verdão Cuiabá	1233	-	-	1075	2	-	1075	10, 15, 33, 42, 70, 92	46, 91, 93, 94
Terminal Marítimo de Recife	454	-	-	420	-	-	420	34, 44, 45, 71, 75	-
Aeroporto de Brasília	341	-	-	260	2	7	260	11, 36, 62	-
Aeroporto de Tocantins	342	-	-	263	6, 8	-	263	10, 28, 36, 37,	-
Porto de Natal	676	-	-	517	-	5	517	19, 22, 63, 64, 94	-
Porto de Salvador	863	-	-	660	5, 8	3, 7	660	12, 18, 25, 28, 29, 45, 71	23

Os resultados mostram que o Terminal Marítimo de Recife obteve os melhores resultados do Teste Z, já que não teve nenhum dígito detectado no Teste do Primeiro Dígito e no Teste do Segundo Dígito.

O pior resultado foi o da Arena da Amazônia, que indicou um maior número de dígitos com desconformidade, seguida pelo Aeroporto de Confins.

Esse teste é bastante útil para uma análise de preços, uma vez que aponta individualmente cada dígito que porventura esteja sub ou superestimado na planilha de dados. Ou seja, é um excelente direcionador de inconsistências.

Tabela 9 - Testes Primários - análise individual dos dígitos para os valores totais.

TESTE Z VALORES TOTAIS (limite para 0,05 = 1,96)									
Empresas	Primeiro Dígito			Segundo Dígito			Dois Primeiros Dígitos		
	N	Excessos	Insuficiências	N	Excessos	Insuficiências	N	Excessos	Insuficiências
Maracanã	1028	-	-	1024	0	-	1024	11, 16, 25	28, 42
Confins	2084	7	-	2081	1, 9	6, 8	2081	21, 23, 39, 53, 59, 61, 72, 76, 79	22, 28, 82, 83
Arena da Amazônia	Não analisado								
Aeroporto de Salvador	870	-	1	869	-	-	869	19, 21, 37, 43, 95	10, 16
Aeroporto Galeão	179	-	-	Não analisado					
Transcarioca	804	8	-	804	6	-	804	78	19, 34
Verdão Cuiabá	1241	-	-	1241	-	7	1241	10, 51, 52, 71, 96	-
Terminal Marítimo de Recife	454	-	2	454	-	-	454	69	23
Aeroporto de Brasília	341	7	-	337	1	-	337	18, 28, 73	30
Aeroporto de Tocantins	344	-	-	339	-	-	339	19, 67	-
Porto de Natal	683	7	5	669	-	-	669	24, 69, 73, 86, 87	60
Porto de Salvador	868	6	-	848	8	-	848	18	16, 55

Os resultados mostram que o Aeroporto de Tocantins obteve os melhores resultados do Teste Z para os valores totais, já que não teve nenhum dígito detectado no Teste do Primeiro Dígito e no Teste do Segundo Dígito.

O pior resultado foi o do Aeroporto de Confins, que indicou um maior número de dígitos com desconformidade.

2.4.3. Confronto entre a Lei NB e as análises de preços do TCU:

Foram escolhidas três obras ligadas à Copa do Mundo de 2014 e às Olimpíadas de 2016, cujas planilhas orçamentárias já haviam sido analisadas pelo TCU quanto à existência de sobrepreço. São elas: Estádio Maracanã (Rio de Janeiro/ RJ), Aeroporto de Confins (Lagoa Santa/ MG) e Arena da Amazônia (Manaus / AM).

O objetivo desse confronto foi mensurar a efetividade da Lei NB na detecção de sobrepreço em planilhas orçamentárias de obras públicas. Como o sobrepreço significa que os preços estão acima do valor de mercado, um serviço com tal incidência pode ter tido seu valor manipulado para mais. E, quando falamos em manipulação de valores, somos remetidos às inúmeras aplicações da Lei NB na detecção dessas impropriedades.

Os valores unitários e os valores totais dos serviços foram testados separadamente, de modo a apurar quais resultados mais se aproximavam dos indícios de sobrepreço identificados pelo TCU.

Cumprir destacar que, diferentemente da análise do Estádio Maracanã que incidiu sobre os custos unitários e totais, as análises do Aeroporto de Confins e da Arena da Amazônia incidiram sobre os preços unitários e totais. O que difere custo de preço unitário é que no primeiro não está inclusa a taxa de BDI.

Essas diferenças ocorreram em função dos parâmetros adotados pelo TCU para cada auditoria. Algumas vezes as planilhas orçamentárias são fornecidas pelos órgãos fiscalizados ao TCU, para análise, com a taxa de BDI inclusa nos serviços e, em outros casos, o BDI é apresentado separadamente. Fica a critério do auditor, segundo sua conveniência e oportunidade, com a chancela da unidade técnica, optar por uma das formas apresentação da análise. Geralmente o auditor segue a forma da planilha já apresentada pelo órgão auditado.

Assim, para se atender ao propósito desta análise e viabilizar a comparação entre os resultados, fez-se mister a adoção dos mesmos critérios utilizados pela Corte de Contas para cada auditoria.

A planilha orçamentária da Arena da Amazônia tinha algumas particularidades. Muitos serviços, a exemplo de alguns ventiladores do sistema de ar condicionado, possuíam o mesmo preço unitário, mesmo tendo diferenças em suas especificações técnicas. Outros serviços, tais como o aço CA-50 e concreto FCK=35 MPA, foram identificados em vários campos da planilha. Entretanto, de forma geral, somente os serviços idênticos foram agrupados pelo TCU na elaboração da Curva ABC, passando a integrar um só item. Os outros serviços de mesmo preço unitário, mas com especificações diferentes, permaneceram separados.

A única exceção foi o fato de terem sido agrupados pela Corte de Contas em um só item todos os serviços do sistema de ar condicionado, à exceção dos dutos, apesar da diversidade de preços unitários e de unidades de medida. Esse agrupamento foi realizado para se encontrar o custo do sistema por tonelada de refrigeração, uma vez que o referencial de custo adotado para o serviço contemplava essa unidade de medida. Como a capacidade total do sistema era de 652 TR's (tonelada de refrigeração) e o preço total do serviço denominado "serviços agrupados do sistema de ar condicionado" totalizava R\$ 8.714.596,22, calculou-se o valor de R\$ 13.365,95 por TR

Contudo, para fins da análise de conformidade com a Lei NB, esse referencial não foi utilizado, pois tal agrupamento descaracterizaria as frequências dos primeiros dígitos da planilha orçamentária, e não haveria como se mensurar individualmente quais itens do sistema de ar condicionado estavam em desconformidade com a Lei NB.

Outra consideração a ser feita referente à Arena da Amazônia se relaciona aos testes da Lei NB aplicados aos preços totais. Como foram encontrados dispersos na planilha vários serviços de natureza idêntica, existiam vários preços totais para um mesmo serviço. Contudo, na Curva ABC, todos os serviços que contemplavam vários itens na planilha foram agrupados, resultando em apenas um preço total. Dessa maneira, para se chegar ao mesmo valor total dos serviços

elencados na Curva ABC, era necessário somar-se todos os itens da planilha para um mesmo serviço.

Com relação aos quantitativos dos serviços ocorreu o mesmo problema. As quantidades para os vários itens de um mesmo serviço foram somadas na análise empreendida pelo TCU, assim como aconteceu com os preços totais.

Ocorre que esses agrupamentos alterariam as frequências das distribuições dos primeiros dígitos, tanto para os preços unitários, quanto para os preços totais. Sendo assim, para não complicar os testes da Lei NB, que deveriam ser simples, e a fim de não se trazer nenhum tipo de viés para a análise, realizou-se, no tocante a essa obra, apenas os testes da Lei NB aplicados aos preços unitários.

Em relação aos testes da referida Lei, primeiramente foram realizados os Testes Primários, que são divididos em: (a) Teste do Primeiro Dígito; (b) Teste do Segundo Dígito; e (c) Teste dos Dois Primeiros Dígitos, o qual também é conhecido como Teste de Primeira Ordem. Tais testes visaram verificar se a frequência com que os primeiros dígitos dos valores se repetiam na planilha era compatível com a Lei NB.

Para mensurar até que ponto os resultados desses testes se manteriam compatíveis, ou seja, para se determinar o valor crítico, foram aplicados os seguintes testes estatísticos: Teste Z, Qui-Quadrado, Kolmogorov-Smirnoff (K-S) e Média dos Desvios Absolutos (MDA).

Em seguida, realizou-se o Teste de Soma, que se trata de um Teste Avançado, o qual verificou a materialidade dos serviços contidos dentro de cada um dos 90 grupos de dois primeiros dígitos.

Depois, para refinar os resultados, foram realizados o Teste de Duplicação de Número, Teste de Segunda Ordem, Teste dos Dois Últimos Dígitos, Modelo Fator de Distorção, Regressão Linear e Mantissa Arc Test.

O programa escolhido para a realização dos testes foi o Excel, uma vez que o Access é indicado para grandes bancos de dados, e o número de serviços dentro de uma planilha orçamentária de obras públicas dificilmente ultrapassa 3.000 itens.

As três análises se encontram detalhadas no Apêndice 2 deste trabalho, e estão divididas em quatro partes:

- 1) Análise realizada pelo Tribunal de Contas da União;
- 2) Análise realizada com base na Lei Newcomb-Benford;
- 3) Confronto entre as duas análises;
- 4) Conclusão.

2.4.3.1. Maracanã

O orçamento da reforma do Maracanã, analisado no trabalho em tela, totalizava R\$ 931.885.382,19 e se referia ao primeiro exame realizado pelo TCU, em agosto de 2011. A análise da Corte de Contas se restringiu à Curva ABC sem, no entanto, exaurirem-se todos os seus itens. Foi apurado um sobrepreço de R\$ 163.410.370,86, equivalente a 27,86% da amostra analisada, incluso o BDI de 16%.

Os Testes Primários apontaram uma conformidade relativamente marginal dos custos unitários com a Lei de Benford. O Teste Qui-Quadrado apenas mostrou uma não conformidade para o primeiro dígito. Já o Teste K-S mostrou não conformidade para o Teste dos Dois Primeiros Dígitos. E o MDA mostrou uma não conformidade nos Testes do Segundo e dos Dois Primeiros Dígitos.

Na análise dos dígitos dos custos unitários de forma individualizada, os dígitos 11 e 25 foram detectados no Teste dos Dois Primeiros Dígitos e no Teste de Soma. Constaram em sete itens da Curva ABC, incluindo o serviço com o maior sobrepreço apontado pelo TCU, o Sistema de Cobertura Tensionada (...). O sobrepreço identificado nesses itens somava R\$ 41.601.247,32, excluído o BDI, e representava 27,74% do sobrepreço total apurado pelo órgão de controle.

Além disso, o Teste de Soma identificou sozinho mais 10 serviços da Curva ABC apontados pelo TCU com valores acima dos referenciais de mercado. O sobrepreço total dos 17 itens detectados pela Lei NB foi

R\$ 107.294.059,83, que representava 71,54% do sobrepreço total apurado pelo TCU.

Os custos totais se mostraram mais aderentes à distribuição da Lei de Benford do que os custos unitários, mas o valor crítico do MDA foi superado no Teste dos Dois Primeiros Dígitos. Considerando o desempenho nos outros testes estatísticos, pode-se, de forma subjetiva, julgar a distribuição dos custos totais relativamente aderente à Lei de Benford.

Na análise individualizada dos custos totais, percebeu-se que, dentre todos os testes da Lei NB, o Teste de Soma fora o mais efetivo, uma vez que mostrava a magnitude da soma de todos os valores com determinados primeiros dígitos em relação ao valor total da planilha. Isso não aconteceu com os custos unitários, que poderiam não ser identificados pelo Teste de Soma quando muito baixos, mas, que poderiam, quando multiplicados pela quantidade, resultar em custos totais bastante relevantes. Assim, serviços com baixos custos unitários poderiam compor a Curva ABC.

Identificaram-se 20 itens da Curva ABC, com sobrepreço no valor de R\$ 125.794.199,91, sem BDI, que representava 83,88% do que havia sido apontado pela Corte de Contas.

Em ambas as distribuições (custos unitários e totais), o Teste de Duplicação de Número mostrou que não houve valores com repetições anormais na planilha orçamentária.

Já o Teste de Segunda Ordem apontou uma conformidade pobre dos dados dos custos unitários com a Lei de Benford, enquanto revelou uma conformidade aproximada da distribuição dos valores totais.

O Teste dos Dois Últimos Dígitos revelou picos nos dígitos múltiplos de 5, tendo se destacado o pico nos dígitos 00 para ambas as distribuições. Tal fato não é preocupante, uma vez que, no mercado, essa característica nos preços é mais comum.

O Modelo Fator de Distorção mostrou que houve uma subestimação de 5,72% dos dados dos custos unitários. Para os custos totais, a distorção não foi significativa a um nível de 0,05.

A regressão linear que testou a uniformidade da distribuição das mantissas dos logaritmos das distribuições confirmou que as mantissas formavam uma linha quase reta quando ordenadas, confirmando essa propriedade da Lei de Benford em ambos os casos. Os custos totais tiveram um desempenho melhor, já que a distribuição se aproximou mais de uma linha reta do que no caso dos custos unitários.

O *Mantissa Arc Test* também confirmou que as mantissas dos logaritmos dos valores em ambos os casos se distribuía uniformemente, e reforçou o fato de que os custos totais se aproximavam mais da distribuição de Benford, uma vez que tiveram um desempenho superior no teste.

Ante todo o exposto, constatou-se: (i) que os custos unitários apresentaram uma conformidade marginal com a Lei de Benford; (ii) que os custos totais mostraram uma conformidade aceitável com a Lei em tela; e (iii) que as análises de conformidade com a Lei NB foram assertivas na seleção de itens da planilha orçamentária do Maracanã com sobrepreço identificado pelo TCU.

Além disso, tendo em vista que a análise do TCU geralmente se restringe aos itens da Curva ABC e que, na maioria dos casos, o Órgão de Controle não consegue exaurir o exame de todos os serviços da Curva:

- a) o sobrepreço poderia ser ampliado, caso o restante da planilha fosse analisado com base nos resultados dos testes de conformidade com a Lei NB;
- b) ou então os dígitos indicados pelos testes da Lei de Benford poderiam servir como indicadores, mostrando quais serviços da Curva ABC teriam maior probabilidade de estarem com valores majorados.

2.4.3.2. Aeroporto de Confins

O orçamento da reforma do Aeroporto de Confins em Minas Gerais, analisado no trabalho em tela, totalizava R\$ 294.756.117,22 (valor inicial do edital, a preços de setembro de 2010).

No decurso de uma fiscalização do TCU na Infraero, foi recebida uma denúncia acerca de supostas irregularidades no edital de licitação da obra de Confins. A Corte de Contas, após exame da unidade técnica responsável, apurou, dentre outras irregularidades, um sobrepreço de 47,35%, em amostra de 48,56% do orçamento, acima em R\$ 45.988.657,61 dos preços de referência.

Foi, então, suspenso cautelarmente o certame e promovida a oitava da Infraero. Para dar seguimento à licitação, a estatal efetuou reduções na planilha orçamentária inicial e saneou as demais irregularidades atinentes ao instrumento convocatório.

O Testes Primários apontaram uma conformidade aceitável dos primeiros dígitos dos preços unitários e mostraram uma desconformidade para os segundos dígitos e para os dois primeiros dígitos avaliados conjuntamente.

Os preços totais se mostraram mais aderentes à distribuição da Lei de Benford do que os preços unitários, pois, de um modo geral, apresentaram uma conformidade aceitável nos Testes Primários.

Na análise dos dígitos dos preços unitários de forma individualizada, os dígitos 17 e 79 foram detectados no Teste dos Dois Primeiros Dígitos e no Teste de Soma. Constaram em quatro itens da Curva ABC, incluindo o serviço de maior valor da planilha, Administração Local e Manutenção do Canteiro (valor total = R\$ 22.366.893,36). As reduções efetuadas pela Infraero nesses itens somaram R \$6.488.518,03, incluso o BDI.

Além disso, foram identificados mais 17 serviços da Curva ABC que sofreram reduções nos preços. Somando-se todos os ajustes efetuados nos itens, cujos primeiros dígitos foram identificados nos testes da Lei NB, encontrou-se o valor de R\$ 26.613.838,49, que representava 48,16% do total das reduções no orçamento promovidas pela Infraero.

Todos os dígitos identificados no Teste de Duplicação de Número, à exceção do 13 e do 14, foram identificados ou nos Testes Primários ou no Teste de Soma.

Na análise dos preços totais, percebeu-se que, dentre todos os testes da Lei NB, o Teste de Soma fora o mais efetivo, uma vez que mostrava a magnitude da soma de todos os valores com determinados primeiros dígitos em relação ao

valor total da planilha. Isso não aconteceu com os preços unitários, que poderiam não ser identificados pelo Teste de Soma quando muito baixos, mas, que poderiam, quando multiplicados pela quantidade, resultar em preços totais bastante relevantes. Assim, serviços com baixos preços unitários poderiam compor a Curva ABC.

Nessa análise coincidiram apenas os dois primeiros dígitos 79 nos Testes Primários e no Teste de Soma. O serviço que possuía tais características era o 03.01.260.01 - Caixilho especial e antichama (...), que foi suprimido do orçamento pela Infraero, resultando em uma diminuição do valor do contrato em pelo menos sete milhões de reais.

Já o Teste de Duplicação de Número identificou valores repetidos com os dígitos 20 e 79, os quais também tiveram grande destaque no Teste de Soma e contribuíram para a seleção da amostra a ser testada.

Observando-se alguns dos dois primeiros dígitos identificados nos Testes Primários, percebeu-se que, apesar de terem sido muito frequentes na planilha, possuíam baixa materialidade segundo o Teste de Soma. Dessa maneira, em uma análise expedita inicial, tais dígitos poderiam ser descartados, pois o esforço da análise não compensaria os resultados.

Identificaram-se 18 itens da Curva ABC, cuja redução de valor totalizou R\$ 45.373.761,03, com BDI, que representava 82,11% do que havia sido alterado pela Infraero.

Contudo, cabe ressaltar que a Corte de Contas analisou apenas 48,56% da planilha orçamentária inicial do Aeroporto de Confins, que representava somente 44,67% do orçamento após os ajustes nos preços. O restante dos serviços, os quais não foram questionados e representavam mais da metade do valor total da obra, poderiam conter itens com sobrepreço.

O Teste de Segunda Ordem apontou uma conformidade aceitável dos dados dos preços unitários com a Lei de Benford, enquanto revelou uma conformidade aproximada da distribuição dos valores totais.

O Teste dos Dois Últimos Dígitos revelou picos nos dígitos múltiplos de 10, tendo se destacado o pico nos dígitos 00 para ambas as distribuições. Tal

fato não é preocupante, uma vez que, no mercado, essa característica nos preços é mais comum.

O Modelo Fator de Distorção mostrou que houve uma subestimação dos dados para os preços unitários e totais, que não foi significativa a um nível de 0,05 em ambos os casos.

A regressão linear que testou a uniformidade da distribuição das mantissas dos logaritmos das distribuições confirmou que as mantissas formavam uma linha quase reta quando ordenadas, confirmando essa propriedade da Lei de Benford em ambos os casos.

O *Mantissa Arc Test* também confirmou que as mantissas dos logaritmos dos valores em ambos os casos se distribuíam uniformemente, e mostrou que os preços unitários, no que se refere às mantissas, aproximavam-se mais da distribuição de Benford, uma vez que tiveram um desempenho superior no teste.

Ante todo o exposto, constatou-se: (i) que os custos unitários apresentaram uma conformidade aceitável dos primeiros dígitos e uma desconformidade do segundo e dos dois primeiros dígitos analisados em conjunto; (ii) que os custos totais mostraram uma conformidade aceitável com a Lei em tela; e (iii) que as análises de conformidade com a Lei NB foram assertivas na seleção de itens da planilha orçamentária de Confins com sobrepreço identificado pelo TCU.

2.4.3.3. Arena da Amazônia

O orçamento da obra de construção da Arena da Amazônia, analisado no trabalho em tela, totalizava R\$ 615.992.824,67 (valor do orçamento do projeto executivo).

Ao analisar o projeto executivo e o orçamento da obra, o TCU apurou uma série de irregularidades graves, dentre elas um valor a maior de R\$ 114.998.316,93, em uma amostra de 79,97% do valor do contrato, perfazendo 29,50% de sobrepreço. Nesse valor foram consideradas as

divergências identificadas na análise de quantitativos, em que se demonstrou a majoração indevida do custo da obra em R\$ 4.322.115,74.

Após manifestação da Secretaria de Infraestrutura do Estado do Amazonas (Seinf), o sobrepreço foi reduzido para R\$ 86.544.009,11. Desse montante havia uma necessidade de redução adicional da ordem de R\$ 38 milhões, uma vez que os outros R\$ 48 milhões foram aceitos como sobrepreço pelo órgão estadual.

A Corte de Contas condicionou, então, a liberação de recursos pelo BNDES à adequação do orçamento apresentado, elidindo os indícios de sobrepreço, e à assinatura de termo aditivo formalizando as alterações no projeto e no orçamento.

Por fim, foi formalizado o Terceiro Termo Aditivo ao Contrato n.044/2010, acompanhado do orçamento da obra, no valor de R\$ 550.705.891,94, bem como dos projetos executivos, não subsistindo mais óbices do TCU para a liberação do crédito.

Os preços totais não foram incluídos nos testes porque existiam dispersos na planilha vários serviços de natureza idêntica, resultando em vários preços totais e várias quantidades para um mesmo preço unitário. Na Curva ABC traçada pelo TCU, todos os serviços que contemplavam vários itens na planilha foram agrupados, resultando em apenas um preço total para um mesmo preço unitário e uma mesma quantidade. Dessa maneira, para se chegar ao mesmo valor total dos serviços elencados na Curva ABC, era necessário somar-se todos os itens da planilha para um mesmo serviço.

Acontece que esses agrupamentos alterariam as frequências das distribuições dos primeiros dígitos, tanto para os preços unitários, quanto para os preços totais. Sendo assim, para não complicar os testes da Lei NB, que deveriam ser simples, e a fim de não trazer nenhum tipo de viés para a análise, realizou-se, no tocante a essa obra, apenas os testes da Lei NB aplicados aos preços unitários.

Considerando todos os testes aplicados, podemos afirmar que a planilha orçamentária da Arena da Amazônia, no que se refere aos preços unitários, não apresentou conformidade da distribuição de seus dígitos com a Lei de Benford.

Na análise individualizada dos valores, os dois primeiros dígitos 12 e 16 foram detectados no Teste dos Dois Primeiros Dígitos e no Teste de Soma. Constaram em quatro itens da Curva ABC, incluindo o serviço de maior sobrepreço da planilha, Administração Local e Manutenção do Canteiro (sobrepreço = R\$ 22.180.663,27). O valor a maior apurado nesses itens somava R\$ 31.561.747,38, incluso o BDI.

Além disso, foram identificados mais 12 serviços da Curva ABC com indícios de sobrepreço, cujos primeiros dígitos foram apontados nos testes da Lei NB. Somando-se todo o valor a maior observado nesses itens, encontrou-se o total de R\$ 59.070.420,04, que representava 71,37% do sobrepreço apurado pelo TCU (R\$ 82.760.310,41), sem se considerar os subpreços.

Ante todo o exposto, constatou-se a assertividade das análises de conformidade com a Lei NB na seleção de itens da planilha orçamentária da Arena da Amazônia que acabaram por ter seus preços reduzidos após fiscalização do TCU.

2.4.4. Análises de certames licitatórios:

2.4.4.1. Construção da Torre de Controle e Edificações Destinadas ao Destacamento de Controle do Espaço Aéreo do Aeroporto Internacional de Salvador/BA

A licitação em tela foi realizada pela Infraero em novembro de 2011, sob o Regime Diferenciado de Contratação (RDC)⁶ da Lei nº 12.462, de 05 de agosto de 2011, em empreitada por preço global e sob o critério menor preço.

⁶ O governo federal instituiu uma nova modalidade de licitação, o Regime Diferenciado de Contratações – RDC, a fim de ampliar a eficiência nas contratações públicas e competitividade, promover a troca de experiências e tecnologia e incentivar a inovação tecnológica. O RDC foi instituído pela Lei nº 12.462, de 2011, sendo aplicável exclusivamente às licitações e contratos necessários à realização: (i) dos Jogos Olímpicos e Paraolímpicos de 2016; (ii) da Copa das Confederações da Federação Internacional de Futebol Associação - Fifa 2013; (iii) da Copa do Mundo Fifa 2014; (iv) de obras de infraestrutura e de contratação de serviços para os aeroportos das capitais dos estados da federação distantes até 350 km das cidades sedes dos mundiais; (v) das ações integrantes do Programa de Aceleração do Crescimento - PAC; (vi) das obras e serviços de engenharia no âmbito do Sistema Único de Saúde - SUS; (vii) às licitações e

A seguir estão exibidas as propostas das licitantes por ordem de classificação.

Tabela 10 - Ordenamento das propostas de preço por ordem decrescente de vantajosidade (classificação final)

LICITANTE	PREÇO OFERTADO EM R\$
Construtora NM Ltda.	14.775.000,00
Concrepoxi Engenharia Ltda	14.776.127,20
Consórcios FBS/DP Barros	20.724.714,32
Consórcio MPE/EPC Construções	24.800.000,00

Para avaliar a conformidade de cada proposta apresentada com a Lei NB e comparar os resultados com a classificação final do certame, foram realizados os Testes Primários e o Modelo Fator de Distorção. Foram avaliadas as propostas de um modo geral, sem se adentrar nas minúcias de análises individuais de preços.

Os dados da planilha somavam cerca de 871 serviços. Contudo, para o Teste do Segundo Dígito e dos Dois Primeiros Dígitos, o conjunto de dados variou de licitante para licitante, pois dependeu de os valores unitários dos serviços serem superiores a R\$ 10,00. Então, o conjunto de dados analisados variou de 779 a 823 itens para os valores unitários.

Dessa maneira, como houve diferentes Ns, o MDA foi considerado o melhor teste para atestar a conformidade dos dados, já que seu cálculo independe do tamanho do conjunto.

A consolidação dos resultados dos Testes Primários para os valores unitários é apresentada por empresa licitante na tabela a seguir. As tabelas com os resultados obtidos nos testes se encontram no Apêndice 3 deste trabalho.

Tabela 11 – Resultados dos testes primários para os valores unitários por empresa licitante

	Teste do 1º Dígito			Teste do 2º Dígito			Teste dos Dois Primeiros Dígitos		
	Teste QQ	K-S	MDA	Teste QQ	K-S	MDA	Teste QQ	K-S	MDA
Padrão	15,507	0,046	0,015	16,919	0,047	0,012	112,020	0,047	0,0022
Construtora NM	18,353	0,048	0,012	8,230	0,015	0,008	125,550	0,075	0,0036
Concrepoxi	21,523	0,048	0,017	13,470	0,041	0,010	193,466	0,053	0,0043
Consórcio FBS/DP BARROS	19,195	0,046	0,013	9,048	0,029	0,009	186,771	0,069	0,0043
Consórcio MPE/EPC	59,729	0,079	0,025	51,894	0,075	0,019	507,786	0,114	0,0064

Os resultados dos testes primários mostram que a Construtora NM, que também foi a primeira colocada do certame, obteve os melhores resultados nos testes. Essa empresa passou no Teste do 1º e do 2º dígito, segundo o MDA. Contudo, assim como as demais licitantes, apresentou uma desconformidade no Teste dos Dois Primeiros Dígitos, a qual, porém, foi mais suave do que a desconformidade apresentada pelas concorrentes.

O Consórcio MPE/EPC, último colocado do certame, coincidentemente apresentou a pior proposta sob o enfoque da Lei de Benford. Os preços por ele propostos mostraram desconformidade com a Lei NB em todos dos os testes primários.

Já o Consórcio FBS/DP Barros, sob o enfoque de conformidade com a Lei NB, apresentou a segunda melhor proposta da licitação. Também passou nos Testes do 1º e do 2º Dígitos, mas mostrou desconformidade no Teste dos Dois Primeiros Dígitos. Contudo, no certame, sua proposta foi a 3ª colocada, pois apresentou valor global superior à Concrepoxi. Isso mostra que nem sempre o menor preço global da proposta se relaciona a uma maior conformidade com a Lei de Benford.

Os resultados dos testes mostraram que houve uma correspondência entre o Modelo Fator de Distorção e os Testes Primários aplicados. Se as empresas fossem classificadas em ordem crescente em relação ao resultado do

Fator de Distorção obtido no teste, teríamos a mesma classificação obtida nos testes primários por ordem decrescente de desempenho:

- 1 – Construtora NM Ltda;
- 2 - Consórcio FBS/DP Barros;
- 3 – Concrepoxi Engenharia Ltda;
- 4 - Consórcio MPE/EPC.

A consolidação dos resultados dos Testes Primários para os valores totais é apresentada por empresa licitantes na tabela a seguir.

Tabela 12 – Resultados dos testes primários para os valores totais por empresa licitante

	Teste do 1º Dígito			Teste do 2º Dígito			Teste dos Dois Primeiros Dígitos		
	Teste QQ	K-S	MDA	Teste QQ	K-S	MDA	Teste QQ	K-S	MDA
Padrão	15,507	0,046	0,015	16,919	0,046	0,012	112,020	0,046	0,0022
Construtora MN	8,246	0,034	0,010	12,910	0,019	0,010	105,817	0,045	0,0031
Concrepoxi	6,404	0,021	0,007	15,687	0,044	0,011	108,295	0,021	0,0030
Consórcio FBS/DP BARROS	4,580	0,021	0,005	14,968	0,019	0,011	100,429	0,028	0,0030
Consórcio MPE/EPC	13,208	0,029	0,011	7,391	0,027	0,006	121,049	0,050	0,0032

Os resultados dos testes primários mostram que a Construtora NM, a primeira colocada do certame, obteve o resultado mais equilibrado do ponto de vista do MDA para os dois primeiros testes primários. A empresa apresentou uma conformidade aceitável com a Lei de Benford em ambos os testes. Também obteve excelentes resultados nos demais testes estatísticos realizados. Contudo, assim como ocorreu com as demais empresas participantes, a Construtora NM mostrou uma desconformidade no Teste MDA realizado para os Dois Primeiros Dígitos, apesar de ter passado no Teste QQ e no K-S.

As demais empresas também passaram nos Testes para o Primeiro Dígito e para o Segundo Dígito. Contudo não passaram no Teste dos Dois Primeiros Dígitos.

As distorções calculadas dos dados das quatro empresas em relação à Lei de Benford não foram significativas em um nível de 0,05 para os valores totais.

No caso dos valores unitários, houve uma correspondência entre o Modelo Fator de Distorção e os Testes Primários aplicados. Se as empresas fossem classificadas em ordem crescente em relação ao resultado do Fator de Distorção obtido no teste, teríamos a mesma classificação obtida nos Testes Primários por ordem decrescente de desempenho.

Já no caso dos valores totais, não houve uma correspondência entre os testes aplicados.

2.4.4.2. Aeroporto Internacional do Rio De Janeiro/Galeão

Esse certame se refere à contratação de empresa para a execução de serviços e obras de engenharia para alargamento do sistema de pistas 10/28 e recuperação da pavimentação do sistema de pátios e pistas do Aeroporto Internacional do Rio De Janeiro/Galeão – Antônio Carlos Jobim. A obra foi estimada em R\$ 87.560.323,40.

Os objetivos primordiais da obra foram: permitir a operação de aeronaves Airbus A-340-600 e A-380-800; dotar os sistemas de pistas e pátios plenamente funcionais e ainda resguardar a segurança operacional; prover o aeroporto de condições adequadas de segurança operacional nos procedimentos de taxiamento e estacionamento de aeronaves nos pátios, através da recuperação dos pavimentos; restabelecer a integridade e funcionalidade dos pavimentos nos sistemas de pistas e pátios do aeroporto, dotando o aeroporto de condições plenas de operacionalidade com redução expressiva de custos de manutenção; tornar os sistemas de pistas e pátios plenamente funcionais; e ainda resguardar

a segurança operacional tendo em vista a ocorrência evolutiva dos defeitos nos pavimentos.

As propostas de preços das licitantes habilitadas foram exibidas a seguir pela ordem de menor preço global:

Tabela 13 – Classificação do certame licitatório por ordem de menor preço global

Ordem	Licitantes	Preço Global (R\$)
1º	Consórcio AMC-EPC (AMC – Eng. e Construção Ltda., e EPC Projetos e Construções Ltda)	R\$ 64.558.099,02
2º	S/A Paulista de Construções e Comércio (preço corrigido)	R\$ 69.978.303,73
3º	Sanerio Engenharia Ltda (preço corrigido)	R\$ 71.705.178,98
4º	Consórcio PAVIBRÁS-MARINS (Pavibras Engenharia Ltda e Construt. Marins Ltda) (preço corrigido)	R\$ 74.703.392,25
5º	Consórcio DP/BARROS/CETENCO/SÃO PAULO (DP/BARROS Pavim. e Construção Ltda, Cetenco Engenharia S.A e São Paulo Engenharia Ltda)	R\$ 75.449.507,65
6º	Consórcio CONSBEM/MPE (Consbem Construções e Comercio Ltda e MPE Montagens e Projetos Especiais S/A) (preço corrigido)	R\$ 78.674.790,96
7º	Construtora Cowan S/A	R\$ 79.689.486,52
8º	Consórcio RODOSERV/CVS/ARVEK (Rodoserv Engenharia Ltda, Const. CVS S/A e ARVEK Técnica e Construções Ltda.)	R\$ 79.800.203,99
9º	Consórcio CBEMI/TUCUMANN/CENBRA (CBEMI Const. Brasileira e Miner. Ltda, TUCUMANN Engenharia e Emp. Ltda e CENBRA Engenharia Ltda) (preço corrigido)	R\$ 81.335.648,96
10º	Consórcio ATDM, (Azevedo & Travassos S/A. e DM Construtora de Obras Ltda)	R\$ 83.111.599,26
11º	São Marcos Terraplenagem e Construção Ltda.	R\$ 86.740.577,90
12º	Consórcio SHF GALEÃO, (Serveng Civilsan S/A-Empresas Associadas de Engenharia e Heleno e Fonseca Construtécnica S/A) (preço corrigido)	R\$ 86.744.249,53

Um problema na aplicação dos testes da Lei de Benford a essas propostas de preços foi o pequeno volume de dados das planilhas orçamentárias. Os valores totais eram constituídos por 179, e os valores unitários chegaram a 164 dados na proposta de menor valor global, uma vez que foram desconsiderados os valores inferiores a uma unidade. A grande vantagem da análise dessa licitação é que o certame foi competitivo e as propostas estavam disponíveis na internet.

Para contornar o problema do volume de dados da planilha, decidiu-se aplicar apenas o Teste do Primeiro Dígito e o Modelo Fator de Distorção.

Como se trataram de muitas propostas, foram analisadas, no trabalho em tela, apenas as propostas das licitantes habilitadas. Contudo, não foi encontrada a proposta da licitante Consórcio DP/Barros/Cetenco/São Paulo no site em que foram obtidos os dados (<http://www.copatransparente.gov.br/acoes/contratacao-de-empresa-para-a-execucao-de-servicos-e-obras-de-engenharia-para-alargamento-do-sistema-de-pistas-10-28-e-recuperacao-da-pavimentacao-do-sistema-de-patios-e-pistas-do-aeroporto-internacional-do-rio-de-janeiro-galeao-2013-antonio-carlos-jobim> - acesso em 29/10/2013).

Dessa maneira, foram analisadas 11 propostas de preços mais o orçamento da Infraero (referência da Administração Pública), sob o enfoque dos preços unitários e totais, dando um total de 24 Testes Primários (valores unitários e totais) e 24 Testes do Modelo Fator de Distorção.

Para um melhor entendimento, os resultados foram apresentados nas tabelas a seguir, de forma consolidada, por empresa licitante. As tabelas com os testes exibidos individualmente estão ilustradas no Apêndice 3 deste trabalho.

Tabela 14 – Resultados consolidados dos Testes do Primeiro Dígito aplicados aos valores unitários, exibidos por empresa

	Teste do 1º Dígito		
	Teste QQ	K-S	MDA
Padrão	15,507	0,103	0,015
Orçamento base Infraero	29,285	0,062	0,033
Consórcio AMC-EPC	36,708	0,081	0,038
S/A Paulista Construções e Comércio	36,226	0,099	0,038
Sanerio Engenharia Ltda	14,711	0,063	0,027
Consórcio Pavibrás Marins	13,603	0,046	0,024

	Teste do 1º Dígito		
	Teste QQ	K-S	MDA
Consórcio Consbem/MPE	23,778	0,056	0,032
Construtora Cowan S/A	33,356	0,057	0,038
Consórcio Rodoserv/CVS/Arvek	35,305	0,063	0,037
Consórcio CBEMI/Tucumann/CENBRA	32,942	0,070	0,043
Consórcio ATDM	46,061	0,073	0,040
São Marcos Terraplenagem e Construção Ltda	36,093	0,062	0,036
Consórcio SHF Galeão	29,285	0,062	0,033

Os Testes do Primeiro Dígito aplicados aos valores unitários mostraram que as propostas das licitantes seguiram a linha do orçamento da Infraero. Nenhuma delas passou no Teste do MDA e apenas duas passaram no Teste QQ. Todas passaram no Teste K-S. As propostas das empresas Sanerio e Consórcio Pavibrás Marins, respectivamente terceira e quarta colocadas do certame, tiveram os dados de suas planilhas mais próximos da Lei NB do que as demais participantes.

Tabela 15 – Resultados consolidados dos Testes do Primeiro Dígito aplicados aos valores totais, exibidos por empresa

	Teste do 1º Dígito		
	Teste QQ	K-S	MDA
Padrão	15,507	0,102	0,015
Orçamento base Infraero	7,019	0,035	0,017
Consórcio AMC-EPC	6,237	0,029	0,015

	Teste do 1º Dígito		
	Teste QQ	K-S	MDA
S/A Paulista Construções e Comércio	7,450	0,047	0,018
Sanerio Engenharia Ltda	8,588	0,034	0,020
Consórcio Pavibrás Marins	8,275	0,029	0,017
Consórcio Consbem/MPE	9,120	0,029	0,017
Construtora Cowan S/A	8,275	0,044	0,019
Consórcio Rodoserv/CVS/Arvek	5,749	0,035	0,015
Consórcio CBEMI/Tucumann/CENBRA	13,162	0,057	0,015
Consórcio ATDM	6,182	0,046	0,016
São Marcos Terraplenagem e Construção Ltda	8,491	0,035	0,020
Consórcio SHF Galeão	6,729	0,035	0,016

No que se refere aos custos totais, os resultados foram melhores. Todas as empresas passaram no Teste QQ e no Teste K-S. Contudo, apenas três empresas passaram no Teste MDA: o Consórcio AMC-EPC (1ª colocada), o Consórcio Rodoserv/CVS/Arvek (7ª colocada) e o Consórcio CBEMI/Tucumann/CENBR (8ª colocada).

Tabela 16 – Resultados consolidados do Modelo Fator de Distorção aplicado aos valores unitários, exibidos por empresa

Média Esperada = 38,736 Desvio Padrão = 0,0564	Modelo Fator de Distorção		
	Média Real	Fator de Distorção	Z Estatístico (0,05)
Orçamento base Infraero	36,3429	-0,0618	-1,0951
Consórcio AMC-EPC	37,0688	-0,0429	-0,7545

Média Esperada = 38,736 Desvio Padrão = 0,0564	Modelo Fator de Distorção		
	Média Real	Fator de Distorção	Z Estatístico (0,05)
S/A Paulista Construções e Comércio	39,9307	0,0312	0,5425
Sanerio Engenharia Ltda	33,411	-0,137	-2,437
Consórcio Pavibrás Marins	35,097	-0,0939	-1,6652
Consórcio Consbem/MPE	33,8739	-0,12552	-2,2249
Construtora Cowan S/A	34,0048	-0,12214	-2,1650
Consórcio Rodoserv/CVS/Arvek	34,798	-0,1017	-1,802
Consórcio CBEMI/Tucumann/CENBRA	36,6716	-0,0533	-0,9447
Consórcio ATDM	36,7133	-0,0522	-0,9256
São Marcos Terraplenagem e Construção Ltda	36,3041	-0,0628	-1,1129
Consórcio SHF Galeão	36,328	-0,062	-1,102

No Modelo Fator de Distorção para os valores unitários, apenas as empresas Sanerio, Consórcio Consbem/MPE e Construtora Cowan não passaram no teste. As demais empresas apresentaram distorções não significativas a um nível de 0,05.

Tabela 17 – Resultados consolidados do Modelo Fator de Distorção aplicado aos valores totais, exibidos por empresa

Média Esperada = 38,836 Desvio Padrão = 0,0477	Modelo Fator de Distorção		
	Média Real	Fator de Distorção	Z Estatístico (0,05)
Orçamento base Infraero	40,095	0,0324	0,6798
Consórcio AMC-EPC	39,117	0,0072	0,1516
S/A Paulista Construções e Comércio	40,3539	0,0391	0,8195

Média Esperada = 38,836	Modelo Fator de Distorção		
	Média Real	Fator de Distorção	Z Estatístico (0,05)
Desvio Padrão = 0,0477			
Sanerio Engenharia Ltda	40,082	0,0321	0,6729
Consórcio Pavibrás Marins	38,982	0,0038	0,0791
Consórcio Consbem/MPE	40,3604	0,0393	0,8229
Construtora Cowan S/A	40,732	0,04770	1,0236
Consórcio Rodoserv/CVS/Arvek	40,853	0,052	1,089
Consórcio CBEMI/Tucumann/CENBRA	39,5222	-0,0177	0,3706
Consórcio ATDM	40,8585	0,0520	1,0918
São Marcos Terraplenagem e Construção Ltda	39,9841	0,0296	0,6199
Consórcio SHF Galeão	40,2407	0,0362	0,7584

No Modelo Fator de Distorção para os valores totais, todas as empresas participantes passaram no teste. Suas distorções não foram significativas a um nível de 0,05.

Ante o exposto, pode-se concluir que os resultados mostraram que os valores totais tiveram um desempenho superior nos testes aplicados. Isso aconteceu porque os valores totais resultam da multiplicação de duas variáveis: valores unitários e quantidade. Essa multiplicação minimiza as distorções nos valores, de modo a aproximar as distribuições ao modelo de Benford.

Nos Testes do Primeiro Dígito, nenhuma das propostas passou no Teste MDA para os valores unitários. Apesar de todas as propostas terem passado no Teste K-S e apenas duas no Teste QQ, avaliou-se a conformidade com a Lei NB seguindo Nigrini (2012) e se usando o MDA. Dessa maneira, concluiu-se que os dados de nenhuma das propostas e da própria Infraero não eram compatíveis com a Lei NB.

Para os valores totais, todas as propostas passaram nos Testes QQ e K-S e apenas três passaram no MDA. Todavia, apenas as propostas do Consórcio AMC-EPC (1ª colocada), do Consórcio Rodoserv/CVS/Arvek (7ª colocada) e do Consórcio CBEMI/Tucumann/CENBR (8ª colocada), que passaram nos três testes, podem ser consideradas compatíveis com a Lei NB. Cabe ressaltar que essa conformidade foi marginal, segundo os parâmetros estipulados por Nigrini (2012) para o Teste MDA.

O Modelo Fator de Distorção para os valores unitários teve um resultado geral razoável, já que apenas as empresas Sanerio, Consórcio Consbem/MPE e Construtora Cowan não passaram no teste. As demais empresas apresentaram distorções não significativas a um nível de 0,05.

No Modelo Fator de Distorção para os valores totais, todas as empresas participantes passaram no teste. Suas distorções não foram significativas a um nível de 0,05.

Destarte, conclui-se que existe uma superioridade dos valores totais em relação aos valores unitários no que se refere à conformidade com a Lei NB. Além disso, não se encontrou uma relação entre a classificação das propostas e o desempenho nos testes.

3. CONCLUSÃO

Quanto à hipótese de que quando as distribuições das frequências dos primeiros dígitos dos custos das planilhas orçamentárias de obras públicas não estão em consonância com a Lei NB, há indícios de possíveis de irregularidades, concluiu-se que:

- a) Desvios em relação à Lei de Benford não constituem prova conclusiva de manipulação;
- b) Uma conformidade não assegura fidedignidade dos dados;
- c) Uma não conformidade indica que os dados precisam de uma investigação mais minuciosa.

Em relação à hipótese de que a Lei NB permite uma seleção mais acertada das obras a serem auditadas com mais profundidade, concluiu-se que, como a Lei NB é um bom direcionador de possíveis inconsistências na formação dos preços, ela pode identificar as planilhas orçamentárias com maior chance de possuir alguma impropriedade.

Quanto à hipótese de que, quando as planilhas orçamentárias estão em consonância com a Lei NB, os preços refletem os valores de mercado, percebeu-se que tal afirmação não poderia ser correta. Como foi concluído, na primeira hipótese, que uma conformidade com a Lei NB não assegura a fidedignidade dos dados, então não se pode nem mesmo inferir que uma conformidade assegure que os preços reflitam os valores de mercado.

Em relação à hipótese de que a Lei NB pode indicar possíveis propostas "de cobertura" em licitações, deve-se tomar bastante cuidado com tal afirmação. Observando-se os resultados obtidos nos testes, percebeu-se que uma maior conformidade com a Lei NB não corresponde necessariamente à melhor proposta do certame. Contudo, uma não conformidade pode indicar propostas com algum tipo de viés na formação dos preços, as quais devem ser examinadas com um maior cuidado.

3.1. Modelo de Análise proposto neste trabalho:

Ante as análises efetuadas neste trabalho, percebeu-se que o Teste dos Dois Primeiros Dígitos associado ao Teste de Soma são os mais eficientes para detectar valores isolados significativamente altos na planilha ou dados de médio valor que se repetem muito. Esses testes foram bem sucedidos nas análises do Maracanã, Aeroporto de Confins e Arena da Amazônia, já que seus resultados indicaram um percentual considerável de valores no orçamento que foram apontados com sobrepreço pelo TCU.

O Teste de Soma é mais eficiente quando aplicado aos valores totais, uma vez que indica serviços de alta magnitude na planilha em relação ao valor total da obra.

Já o Teste do Primeiro Dígito pode ser utilizado de forma subsidiária aos anteriores, para identificar dígitos inferiores a 10 com possíveis impropriedades, uma vez que, nas planilhas de obras públicas, valores unitários baixos podem compor a Curva ABC.

Dessa maneira, pode-se testar os valores unitários e os valores totais com os testes e fazer um batimento com a Curva ABC, de modo a direcionar o olhar do auditor para os valores com maior probabilidade de apresentarem impropriedades, segundo a Lei NB. Esses testes seriam apenas um olhar inicial, ou seja, uma nova ferramenta de seleção de amostra de auditoria.

Cabe ressaltar que, como o valor total é composto por duas variáveis - quantidade do serviço multiplicada por seu valor unitário -, um indício de impropriedade pode se referir a qualquer uma dessas variáveis ou a ambas.

Além disso, a critério do auditor, a análise pode extrapolar a Curva ABC e envolver toda a planilha orçamentária, utilizando-se esse novo direcionador.

Os demais testes da Lei NB são enriquecedores, mas, segundo os resultados obtidos neste trabalho, não são essenciais em uma análise de preços de obras públicas.

Sugere-se adotar como modelo contabilométrico o modelo proposto por Nigrini (2012) que se fundamenta na relação entre a Lei de Newcomb-Benford

(Lei NB) e no Teste de Hipóteses (Teste Z, Teste Qui-Quadrado e Média dos Desvios Absolutos). Como o Teste Estatístico K-S em nada acresceu às análises, ele poderia ser dispensado do modelo proposto neste trabalho.

O Teste Z seria utilizado para medir o grau de significância entre as diferenças de probabilidade observada (p_o) e esperada (p_e), associadas a cada um dos dígitos analisados (Stevenson, 2001; Corrar; Theophilo, 2004; Fonseca; Martins, 1993; Nigrini 2012). O nível de significância adotado seria $\alpha = 0,05$ e as hipóteses testadas seriam:

H_0 – Não existe diferença estatisticamente significativa entre as distribuições de probabilidades observadas (p_o) e esperadas (p_e);

H_1 – Existe diferença estatisticamente significativa entre distribuições de probabilidades observadas (p_o) e esperadas (p_e).

O Teste Qui-Quadrado e o Teste MDA seriam utilizados para medir o grau de conformidade da distribuição de probabilidade observada (p_o) com a esperada (p_e), segundo a Lei de Newcomb-Benford, em uma análise global dos dados (Stevenson, 2001; Corrar; Theophilo; 2004; Fonseca; Martins, 1993; Nigrini, 2012). O nível de significância adotado também seria $\alpha = 0,05$ e as hipóteses testadas seriam: H_0 : Não há indicação de manipulação dos preços; H_1 : Há indicação de manipulação dos preços.

3.2. Próximas Pesquisas

Este trabalho foi apenas o início de um estudo sobre a aplicação da Lei NB à auditoria de obras públicas. Buscou-se demonstrar a aplicabilidade dessa ferramenta às planilhas orçamentárias de um modo geral, para que pesquisas futuras aprofundem no desenvolvimento de métodos efetivos de seleção de amostra de auditoria utilizando a Lei NB.

Essas pesquisas poderiam estudar se existe uma interdependência entre os Testes da Lei de Benford, em especial entre os Testes Primários.

Além disso, poderiam ser adotados outros níveis de significância nos testes estatísticos (Teste Z, Qui-Quadrado e K-S), além do nível de 0,05, para

mensurar a conformidade com a Lei NB. A área do conhecimento tem utilizado o nível de 0,05, mas poderiam ser testados os níveis de significância de 0,01 e 0,10, por exemplo.

Também seria cabível se testar isoladamente a variável quantidade das planilhas orçamentárias, para verificar a aplicabilidade e efetividade da Lei NB na identificação de possíveis vieses, e fazer um confronto com as análises empreendidas pelos órgãos de controle na detecção de sobrepreço por majoração de quantitativo.

APÊNDICE 1 - APLICABILIDADE DA LEI DE BENFORD ÀS PLANILHAS ORÇAMENTÁRIAS DE OBRAS PÚBLICAS

1. Valores Totais

1.1. Teste do Primeiro Dígito

Os resultados desse teste estão apresentados na tabela e no gráfico a seguir.

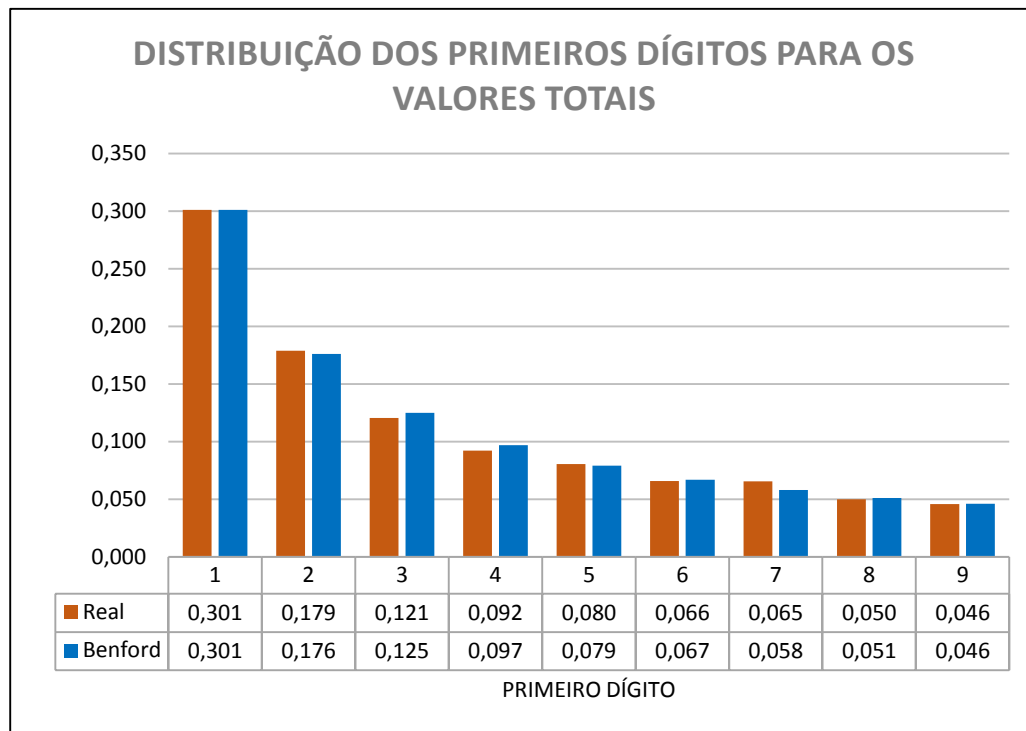
Tabela 18 - Teste do Primeiro Dígito para os valores totais

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>		
1	3197	0,301	0,301	0,000	0,008	0,000	0,301	0,301	0,000	0,000
2	1900	0,179	0,176	0,003	0,774	0,510	0,480	0,477	0,003	0,003
3	1280	0,121	0,125	-0,004	1,379	1,700	0,600	0,602	0,002	0,004
4	978	0,092	0,097	-0,005	1,693	2,639	0,693	0,699	0,006	0,005
5	854	0,080	0,079	0,001	0,522	0,269	0,773	0,778	0,005	0,001
6	698	0,066	0,067	-0,001	0,506	0,258	0,839	0,845	0,006	0,001
7	695	0,065	0,058	0,007	3,261	10,142	0,904	0,903	0,001	0,007
8	531	0,050	0,051	-0,001	0,446	0,208	0,954	0,954	0,000	0,001
9	487	0,046	0,046	0,000	0,047	0,005	1,000	1,000	0,000	0,000
N	10620			χ^2 Real		15,731	<i>Supremo</i>	0,006		<i>MDA</i>
				χ^2 Limite		15,507	<i>K-S Limite</i>	0,013		0,003

As frequências relativas dos primeiros dígitos dos valores totais se aproximaram bem da distribuição de Benford. Por exemplo, o primeiro dígito 1 teve uma frequência relativa dos dados reais de 0,301, que é exatamente o valor previsto na Lei de Benford. O mesmo ocorreu com o dígito 9.

Observando-se o gráfico a seguir, percebe-se que a distribuição analisada, assim como a distribuição de Benford, formou uma curva descendente com as probabilidades de ocorrência dos seus primeiros dígitos.

Gráfico 5 – Teste do Primeiro Dígito para os valores totais



No Teste Z, em que cada dígito é analisado individualmente, só foi rejeitada a conformidade com a Lei de Benford para o dígito 7, com $Z = 3,261$, o qual teve excessivas repetições na planilha analisada.

Para um nível de significância de $\alpha = 0.05$, a comparação com a distribuição de Benford, de um modo geral, confirmou a hipótese nula de que não havia diferença entre as distribuições prevista e observada ($K-S = 0,006$ e $MDA = 0,003$). Apenas não passou no Teste Qui-Quadrado por muito pouco ($\chi^2 = 15,731$), o que provavelmente ocorreu pelo grande volume de dados, já que o Teste QQ vai se tornando mais rigoroso à medida que cresce a quantidade de dados. A fórmula do Teste Qui-Quadrado leva em consideração a magnitude de N , e quanto maior esse valor, mais rigoroso é o teste.

Em função disso, Nigrini (2012) considera o MDA um teste mais adequado para esse tipo de avaliação, por não envolver o N em sua fórmula. O resultado do Teste MDA atestou uma conformidade aproximada dos dados.

1.2. Teste do Segundo Dígito

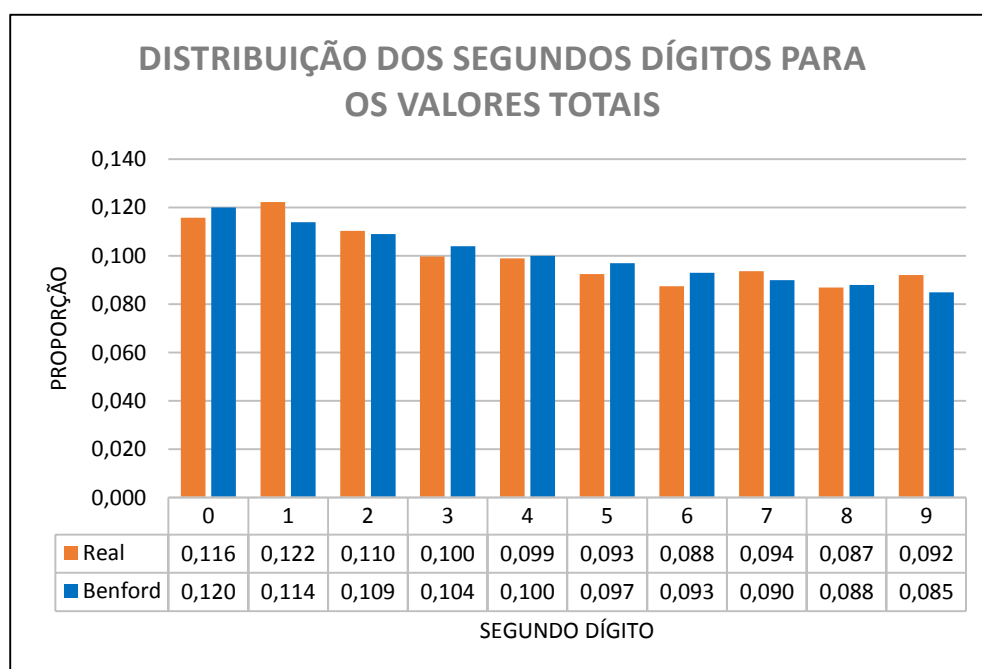
A tabela e o gráfico a seguir mostram os valores calculados para esse teste.

Tabela 19 – Teste do Segundo Dígito para os valores totais.

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>		
<i>0</i>	1224	0,116	0,120	-0,004	1,310	1,546	0,116	0,120	0,004	0,004
<i>1</i>	1293	0,122	0,114	0,008	2,682	6,447	0,238	0,234	0,004	0,008
<i>2</i>	1166	0,110	0,109	0,001	0,421	0,170	0,348	0,343	0,005	0,001
<i>3</i>	1055	0,100	0,104	-0,004	1,392	1,775	0,448	0,447	0,001	0,004
<i>4</i>	1046	0,099	0,100	-0,001	0,337	0,112	0,547	0,547	0,000	0,001
<i>5</i>	978	0,093	0,097	-0,004	1,535	2,172	0,640	0,644	0,004	0,004
<i>6</i>	925	0,088	0,093	-0,005	1,923	3,413	0,727	0,737	0,010	0,005
<i>7</i>	990	0,094	0,090	0,004	1,301	1,582	0,821	0,827	0,006	0,004
<i>8</i>	919	0,087	0,088	-0,001	0,363	0,132	0,908	0,915	0,007	0,001
<i>9</i>	973	0,092	0,085	0,007	2,586	6,201	1,000	1,000	0,000	0,007
<i>N</i>	10.569			χ^2 Real		23,550	Supremo	0,010		MDA
				χ^2 Limite		16,919	K-S Limite	0,013		0,004

As frequências relativas dos segundos dígitos dos valores totais não passaram no Teste Z para os dígitos 1, e 9, e não passaram conjuntamente no Teste Qui-Quadrado ($\chi^2 = 23,550$). Todavia tiveram um bom desempenho no K-S (0,010) e no MDA (0,004) O resultado do MDA de 0,004 é classificado por Nigrini (2012) como conformidade aproximada.

Gráfico 6 – Teste do Segundo Dígitos para os valores totais



1.3. Teste dos Dois Primeiros Dígitos

As frequências relativas dos dois primeiros dígitos dos valores totais estão exibidas na tabela a seguir, juntamente com os respectivos resultados dos testes.

Tabela 20 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos valores totais

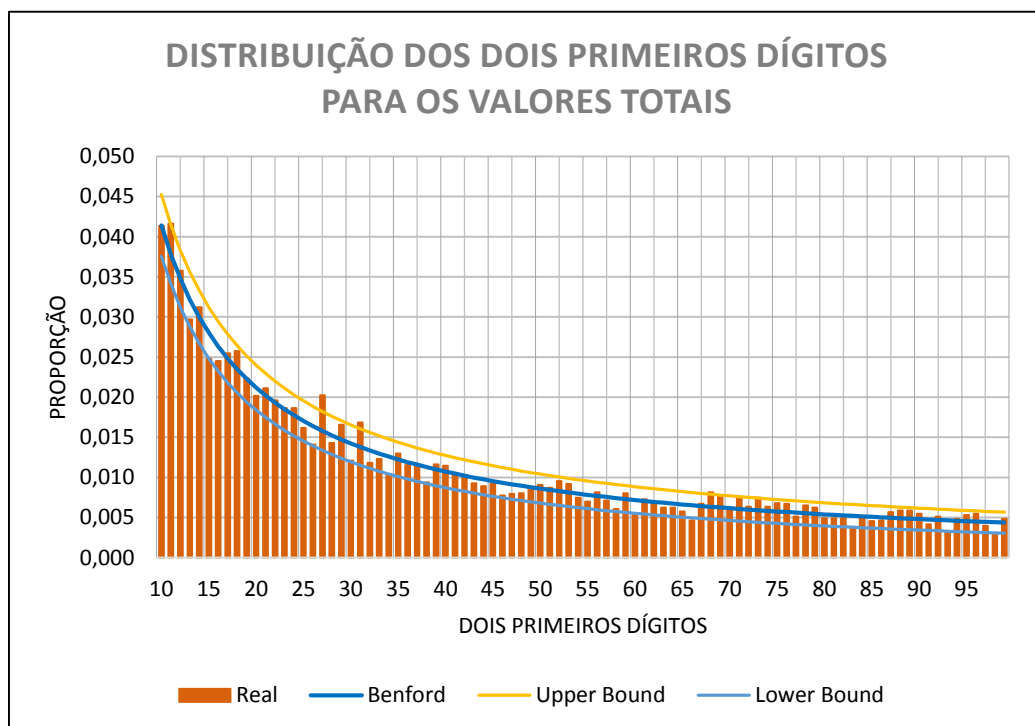
Dígito	Cont.	Real	Benford	Diferença	Teste-Z	Upper Bound	Lower Bound	QQ	K-S	DMA		
10	437	0,041	0,041	0,000	0,023	0,045	0,038	0,001	0,041	0,041	0,000	0,000
11	440	0,042	0,038	0,004	2,046	0,041	0,034	4,130	0,083	0,079	0,004	0,004
12	378	0,036	0,035	0,001	0,536	0,038	0,031	0,306	0,119	0,114	0,005	0,001
13	314	0,030	0,032	-0,002	1,414	0,036	0,029	2,012	0,148	0,146	0,002	0,002
14	330	0,031	0,030	0,001	0,731	0,033	0,027	0,560	0,180	0,176	0,004	0,001
15	262	0,025	0,028	-0,003	1,988	0,031	0,025	3,957	0,204	0,204	0,000	0,003
16	259	0,025	0,026	-0,002	1,140	0,029	0,023	1,335	0,229	0,230	0,001	0,002
17	269	0,025	0,025	0,001	0,384	0,028	0,022	0,168	0,254	0,255	0,001	0,001
18	272	0,026	0,023	0,002	1,499	0,026	0,021	2,288	0,280	0,279	0,001	0,002
19	236	0,022	0,022	0,000	0,037	0,025	0,019	0,001	0,302	0,301	0,001	0,000
20	213	0,020	0,021	-0,001	0,706	0,024	0,018	0,535	0,323	0,322	0,000	0,001
21	223	0,021	0,020	0,001	0,620	0,023	0,017	0,420	0,344	0,342	0,001	0,001
22	207	0,020	0,019	0,000	0,174	0,022	0,017	0,043	0,363	0,362	0,002	0,000

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferen- ça</i>	<i>Teste- Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>
23	197	0,019	0,018	0,000	0,083	0,021	0,016	0,014	0,382	0,380	0,002	0,000
24	197	0,019	0,018	0,001	0,673	0,020	0,015	0,494	0,401	0,398	0,003	0,001
25	171	0,016	0,017	-0,001	0,641	0,020	0,015	0,452	0,417	0,415	0,002	0,001
26	149	0,014	0,016	-0,002	1,818	0,019	0,014	3,389	0,431	0,431	0,000	0,002
27	214	0,020	0,016	0,004	3,633	0,018	0,013	13,273	0,451	0,447	0,004	0,004
28	151	0,014	0,015	-0,001	0,760	0,018	0,013	0,630	0,465	0,462	0,003	0,001
29	175	0,017	0,015	0,002	1,526	0,017	0,012	2,416	0,482	0,477	0,005	0,002
30	128	0,012	0,014	-0,002	1,807	0,017	0,012	3,366	0,494	0,491	0,003	0,002
31	178	0,017	0,014	0,003	2,650	0,016	0,012	7,147	0,511	0,505	0,006	0,003
32	125	0,012	0,013	-0,002	1,334	0,016	0,011	1,868	0,523	0,519	0,004	0,002
33	130	0,012	0,013	-0,001	0,561	0,015	0,011	0,360	0,535	0,531	0,004	0,001
34	110	0,010	0,013	-0,002	1,968	0,015	0,010	3,995	0,545	0,544	0,001	0,002
35	137	0,013	0,012	0,001	0,637	0,014	0,010	0,458	0,558	0,556	0,002	0,001
36	122	0,012	0,012	0,000	0,293	0,014	0,010	0,113	0,570	0,568	0,002	0,000
37	121	0,011	0,012	0,000	0,083	0,014	0,009	0,016	0,581	0,580	0,002	0,000
38	99	0,009	0,011	-0,002	1,817	0,013	0,009	3,432	0,591	0,591	0,000	0,002
39	123	0,012	0,011	0,001	0,587	0,013	0,009	0,397	0,602	0,602	0,000	0,001
40	121	0,011	0,011	0,001	0,676	0,013	0,009	0,518	0,614	0,613	0,001	0,001
41	109	0,010	0,010	0,000	0,106	0,012	0,008	0,023	0,624	0,623	0,001	0,000
42	109	0,010	0,010	0,000	0,048	0,012	0,008	0,009	0,634	0,633	0,001	0,000
43	98	0,009	0,010	-0,001	0,687	0,012	0,008	0,536	0,644	0,643	0,000	0,001
44	94	0,009	0,010	-0,001	0,856	0,012	0,008	0,812	0,653	0,653	0,001	0,001
45	97	0,009	0,010	0,000	0,339	0,011	0,008	0,150	0,662	0,663	0,001	0,000
46	82	0,008	0,009	-0,002	1,640	0,011	0,007	2,830	0,670	0,672	0,002	0,002
47	84	0,008	0,009	-0,001	1,240	0,011	0,007	1,652	0,678	0,681	0,004	0,001
48	85	0,008	0,009	-0,001	0,944	0,011	0,007	0,983	0,686	0,690	0,005	0,001
49	93	0,009	0,009	0,000	0,028	0,011	0,007	0,001	0,694	0,699	0,005	0,000
50	96	0,009	0,009	0,000	0,485	0,010	0,007	0,287	0,703	0,708	0,004	0,000
51	92	0,009	0,008	0,000	0,252	0,010	0,007	0,092	0,712	0,716	0,004	0,000
52	101	0,010	0,008	0,001	1,403	0,010	0,006	2,105	0,722	0,724	0,003	0,001
53	97	0,009	0,008	0,001	1,160	0,010	0,006	1,463	0,731	0,732	0,001	0,001
54	79	0,007	0,008	0,000	0,517	0,010	0,006	0,324	0,738	0,740	0,002	0,000
55	74	0,007	0,008	-0,001	0,906	0,010	0,006	0,916	0,745	0,748	0,003	0,001
56	86	0,008	0,008	0,000	0,474	0,009	0,006	0,279	0,754	0,756	0,002	0,000
57	75	0,007	0,008	0,000	0,486	0,009	0,006	0,292	0,761	0,763	0,003	0,000
58	64	0,006	0,007	-0,001	1,582	0,009	0,006	2,666	0,767	0,771	0,004	0,001
59	85	0,008	0,007	0,001	0,840	0,009	0,006	0,800	0,775	0,778	0,003	0,001
60	56	0,005	0,007	-0,002	2,232	0,009	0,006	5,204	0,780	0,785	0,005	0,002
61	77	0,007	0,007	0,000	0,216	0,009	0,005	0,075	0,787	0,792	0,005	0,000
62	73	0,007	0,007	0,000	0,052	0,009	0,005	0,003	0,794	0,799	0,005	0,000

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>	<i>K-S</i>			<i>DMA</i>
63	66	0,006	0,007	-0,001	0,683	0,008	0,005	0,547	0,800	0,806	0,006	0,001
64	66	0,006	0,007	0,000	0,555	0,008	0,005	0,375	0,807	0,813	0,006	0,000
65	61	0,006	0,007	-0,001	1,028	0,008	0,005	1,176	0,812	0,820	0,007	0,001
66	49	0,005	0,007	-0,002	2,358	0,008	0,005	5,809	0,817	0,826	0,009	0,002
67	71	0,007	0,006	0,000	0,304	0,008	0,005	0,132	0,824	0,833	0,009	0,000
68	86	0,008	0,006	0,002	2,266	0,008	0,005	5,382	0,832	0,839	0,007	0,002
69	82	0,008	0,006	0,002	1,908	0,008	0,005	3,854	0,840	0,845	0,005	0,002
70	63	0,006	0,006	0,000	0,200	0,008	0,005	0,068	0,846	0,851	0,006	0,000
71	78	0,007	0,006	0,001	1,665	0,008	0,005	2,967	0,853	0,857	0,004	0,001
72	67	0,006	0,006	0,000	0,402	0,008	0,004	0,215	0,859	0,863	0,004	0,000
73	79	0,007	0,006	0,002	2,037	0,007	0,004	4,386	0,867	0,869	0,002	0,002
74	67	0,006	0,006	0,001	0,624	0,007	0,004	0,471	0,873	0,875	0,002	0,001
75	72	0,007	0,006	0,001	1,377	0,007	0,004	2,065	0,880	0,881	0,001	0,001
76	71	0,007	0,006	0,001	1,359	0,007	0,004	2,016	0,887	0,886	0,000	0,001
77	54	0,005	0,006	0,000	0,616	0,007	0,004	0,461	0,892	0,892	0,000	0,000
78	69	0,007	0,006	0,001	1,315	0,007	0,004	1,895	0,898	0,898	0,001	0,001
79	66	0,006	0,005	0,001	1,024	0,007	0,004	1,182	0,905	0,903	0,002	0,001
80	52	0,005	0,005	0,000	0,600	0,007	0,004	0,442	0,910	0,908	0,001	0,000
81	52	0,005	0,005	0,000	0,510	0,007	0,004	0,331	0,914	0,914	0,001	0,000
82	52	0,005	0,005	0,000	0,422	0,007	0,004	0,238	0,919	0,919	0,000	0,000
83	40	0,004	0,005	-0,001	1,957	0,007	0,004	4,077	0,923	0,924	0,001	0,001
84	52	0,005	0,005	0,000	0,248	0,007	0,004	0,099	0,928	0,929	0,001	0,000
85	48	0,005	0,005	-0,001	0,710	0,006	0,004	0,602	0,933	0,934	0,002	0,001
86	49	0,005	0,005	0,000	0,491	0,006	0,004	0,311	0,937	0,940	0,002	0,000
87	60	0,006	0,005	0,001	0,975	0,006	0,004	1,084	0,943	0,944	0,002	0,001
88	62	0,006	0,005	0,001	1,341	0,006	0,004	1,980	0,949	0,949	0,001	0,001
89	62	0,006	0,005	0,001	1,430	0,006	0,003	2,238	0,955	0,954	0,000	0,001
90	58	0,005	0,005	0,001	0,954	0,006	0,003	1,045	0,960	0,959	0,001	0,001
91	44	0,004	0,005	-0,001	0,802	0,006	0,003	0,758	0,964	0,964	0,001	0,001
92	54	0,005	0,005	0,000	0,552	0,006	0,003	0,386	0,969	0,968	0,001	0,000
93	34	0,003	0,005	-0,001	2,087	0,006	0,003	4,640	0,973	0,973	0,000	0,001
94	51	0,005	0,005	0,000	0,277	0,006	0,003	0,121	0,977	0,978	0,000	0,000
95	56	0,005	0,005	0,001	1,075	0,006	0,003	1,310	0,983	0,982	0,001	0,001
96	58	0,005	0,005	0,001	1,444	0,006	0,003	2,289	0,988	0,987	0,001	0,001
97	42	0,004	0,004	0,000	0,669	0,006	0,003	0,548	0,992	0,991	0,001	0,000
98	31	0,003	0,004	-0,001	2,217	0,006	0,003	5,222	0,995	0,996	0,000	0,001
99	51	0,005	0,004	0,000	0,645	0,006	0,003	0,514	1,000	1,000	0,000	0,000
<i>N</i>	<i>10.569</i>	<i>χ^2 Real</i>				<i>140,833</i>	<i>Supremo</i>		<i>0,009</i>			<i>MDA</i>
		<i>χ^2 Limite</i>				<i>112,02</i>	<i>K-S Limite</i>		<i>0,013</i>			<i>0,0010</i>

O Teste Qui-Quadrado ($\chi^2 = 140,883$) mostrou uma desconformidade dos dados, enquanto o Teste K-S (0,009) não rejeitou a hipótese nula de que a distribuição se conformava à Lei de Benford. Já o resultado do MDA de 0,0010 é classificado por Nigrini (2012) como conformidade aproximada.

Gráfico 7 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos para os valores totais



1.4. Teste de Soma

Os resultados estão ilustrados na tabela e no gráfico seguinte.

Tabela 21 – Teste de Soma para os valores totais

Dígito	Soma	Real	Benford	Diferença	Dígito	Soma	Real	Benford	Diferença
10	69.948.761,34	0,023	0,011	0,012	55	5.081.240,14	0,002	0,011	-0,009
11	125.932.891,46	0,042	0,011	0,031	56	80.769.773,86	0,027	0,011	0,016
12	71.741.763,65	0,024	0,011	0,013	57	8.583.468,96	0,003	0,011	-0,008
13	64.451.523,98	0,021	0,011	0,010	58	5.042.697,50	0,002	0,011	-0,009
14	63.954.536,95	0,021	0,011	0,010	59	12.369.962,52	0,004	0,011	-0,007
15	79.408.834,00	0,026	0,011	0,015	60	131.032.152,01	0,044	0,011	0,033
16	43.510.229,44	0,014	0,011	0,003	61	9.033.553,30	0,003	0,011	-0,008

<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
17	57.811.107,68	0,019	0,011	0,008	62	23.801.850,49	0,008	0,011	-0,003
18	46.209.331,59	0,015	0,011	0,004	63	4.966.698,63	0,002	0,011	-0,009
19	52.466.428,26	0,017	0,011	0,006	64	12.874.161,20	0,004	0,011	-0,007
20	74.484.530,71	0,025	0,011	0,014	65	14.346.311,13	0,005	0,011	-0,006
21	76.114.329,78	0,025	0,011	0,014	66	5.500.549,41	0,002	0,011	-0,009
22	93.855.064,45	0,031	0,011	0,020	67	19.175.962,89	0,006	0,011	-0,005
23	25.641.355,45	0,009	0,011	-0,002	68	12.609.037,06	0,004	0,011	-0,007
24	27.076.769,57	0,009	0,011	-0,002	69	20.227.645,37	0,007	0,011	-0,004
25	307.330.114,21	0,102	0,011	0,091	70	82.798.411,84	0,028	0,011	0,017
26	27.179.013,40	0,009	0,011	-0,002	71	21.709.013,78	0,007	0,011	-0,004
27	18.352.437,50	0,006	0,011	-0,005	72	2.658.991,29	0,001	0,011	-0,010
28	17.210.774,80	0,006	0,011	-0,005	73	9.399.312,66	0,003	0,011	-0,008
29	117.855.001,42	0,039	0,011	0,028	74	19.041.268,83	0,006	0,011	-0,005
30	33.824.686,95	0,011	0,011	0,000	75	16.260.827,07	0,005	0,011	-0,006
31	23.883.410,74	0,008	0,011	-0,003	76	11.532.024,63	0,004	0,011	-0,007
32	56.539.569,33	0,019	0,011	0,008	77	111.249.284,41	0,037	0,011	0,026
33	14.412.740,35	0,005	0,011	-0,006	78	45.927.564,53	0,015	0,011	0,004
34	15.658.308,97	0,005	0,011	-0,006	79	19.559.946,63	0,007	0,011	-0,004
35	19.307.369,01	0,006	0,011	-0,005	80	6.911.811,30	0,002	0,011	-0,009
36	20.460.370,76	0,007	0,011	-0,004	81	14.294.138,89	0,005	0,011	-0,006
37	21.729.434,96	0,007	0,011	-0,004	82	18.334.482,69	0,006	0,011	-0,005
38	46.617.903,93	0,016	0,011	0,005	83	11.099.116,75	0,004	0,011	-0,007
39	12.458.151,01	0,004	0,011	-0,007	84	16.385.466,82	0,005	0,011	-0,006
40	16.499.596,94	0,005	0,011	-0,006	85	4.060.433,78	0,001	0,011	-0,010
41	20.016.827,50	0,007	0,011	-0,004	86	90.683.285,52	0,030	0,011	0,019
42	11.265.633,40	0,004	0,011	-0,007	87	22.317.644,03	0,007	0,011	-0,004
43	12.858.638,91	0,004	0,011	-0,007	88	3.147.278,57	0,001	0,011	-0,010
44	10.543.958,13	0,004	0,011	-0,007	89	5.936.732,76	0,002	0,011	-0,009
45	10.154.731,98	0,003	0,011	-0,008	90	5.461.726,34	0,002	0,011	-0,009
46	12.071.507,03	0,004	0,011	-0,007	91	5.242.818,10	0,002	0,011	-0,009
47	9.055.946,46	0,003	0,011	-0,008	92	14.986.641,03	0,005	0,011	-0,006
48	73.750.633,91	0,025	0,011	0,014	93	7.133.500,85	0,002	0,011	-0,009
49	24.291.739,22	0,008	0,011	-0,003	94	4.202.460,58	0,001	0,011	-0,010
50	11.936.016,22	0,004	0,011	-0,007	95	4.793.895,84	0,002	0,011	-0,009
51	9.380.970,48	0,003	0,011	-0,008	96	4.942.654,73	0,002	0,011	-0,009
52	61.801.839,37	0,021	0,011	0,010	97	4.830.740,49	0,002	0,011	-0,009
53	13.405.738,89	0,004	0,011	-0,007	98	4.552.916,96	0,002	0,011	-0,009
54	10.506.658,75	0,003	0,011	-0,008	99	14.943.632,86	0,005	0,011	-0,006
SOMA TOTAL						3.002.780.271,89			

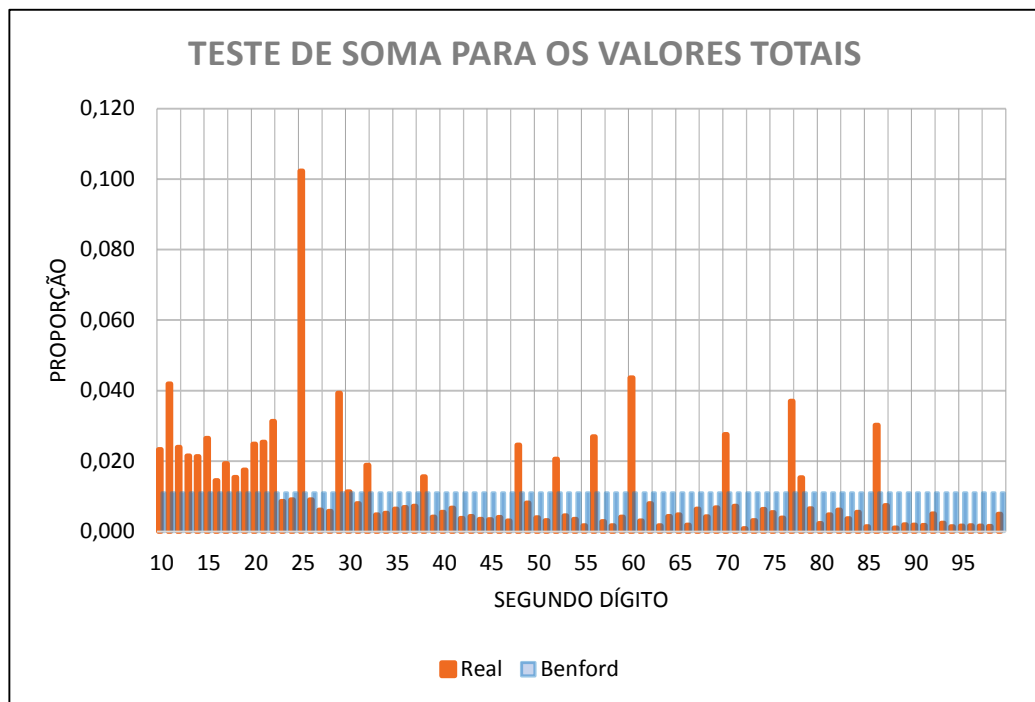
O Teste de Soma mostrou uma grande desconformidade dos dados com a distribuição de Benford. As somas foram altas para alguns dígitos e bem baixas para outros. Contudo, esse teste, se analisado em conjunto com o Teste dos Dois Primeiros Dígitos, pode revelar valores isolados significativamente altos na planilha ou dados de médio valor que se repetem. O Teste de Duplicação de Número complementa a análise, ao esclarecer se os dígitos que se repetem muito se referem a um mesmo valor.

Como o foco dessa análise foi verificar se os dados, como um todo, apresentavam conformidade com a Lei de Benford, foram fornecidos apenas alguns exemplos de análises individuais.

O dígito 25, por exemplo, foi o mais significativo do Teste de Soma (R\$ 307.330.114,21), mas não foi tido como relevante no Teste dos Dois Primeiros Dígitos e no Teste de Duplicação de Número. Isso significa que esse grupo, apesar de pequeno (na contagem) em relação à população, foi o mais relevante em termos financeiros. Portanto, em uma auditoria, seria o primeiro a ser indicado em uma análise de sobrepreço.

Já o dígito 11, por exemplo, chamou a atenção no Teste dos Dois Primeiros Dígitos (Teste Z = 2,046) e no Teste de Soma (R\$ 125.932.891,46 – 0,031). Isso significa que esse grupo era composto por muitos dados e possuía valor relevante. Demandaria, portanto, mais tempo de análise de auditoria do que o grupo composto pelo dígito 25.

Gráfico 8 – Teste de Soma para os valores totais



Ao se visualizar o gráfico anterior, notam-se claramente os diversos picos apresentados no Teste de Soma. Contudo, apesar de as somas dos valores totais não seguirem uma distribuição de Benford, mostrando visível desproporção entre os somatórios dos dois primeiros dígitos, esse teste é uma ferramenta muito útil na seleção de amostras de auditoria, potencializada pela comparação com o Teste dos Dois Primeiros Dígitos.

1.5. Teste de Duplicação de Número

Para esse teste foi montado um *rank* com os 10 valores que mais se repetiam na planilha. Dentre eles, foram selecionados alguns dados para exemplo de análise conjugada com o Teste dos Dois Primeiros Dígitos e o Teste de Soma. A tabela e o gráfico são mostrados a seguir.

Tabela 22 – Teste de Duplicação de Número para os valores totais

Rank	Valor Total	Contagem
1	2.715,61	57
2	1.758,84	19
3	1.674,75	16
4	5.976,00	15
5	2.940,26	15
6	6.867,95	14
7	1.705,34	13
8	1.411,34	13
9	18.411,46	12
10	1.497,39	11

O teste de duplicação de número apontou o valor R\$ 2.715,61 como o mais relevante, com 57 repetições na planilha. Ao confrontar esse teste com os dois anteriores, percebemos que o dígito 27 se destacou no Teste dos Dois Primeiros Dígitos (Teste Z = 3,633), mas teve baixa materialidade no Teste de Soma (R\$ 18.352.437,50). Isso significa que esse grupo, apesar de compor uma amostra grande, não seria considerado tão importante em uma auditoria. Contudo, seria interessante checar quais itens resultaram nessas repetições.

O dígito 17 também possui análise bem interessante, pois apareceu em dois valores do rank dos números com maiores repetições na planilha, no segundo e sétimo lugares. Contudo não chamou a atenção no Teste Z para a distribuição dos dois primeiros dígitos (0,384) e teve relevância moderada no Teste de Soma (R\$ 57.811.107,68). Talvez, em uma auditoria, fosse interessante verificar o porquê das excessivas repetições e avaliar a conveniência de se inserir esse grupo na amostra a ser auditada.

O mesmo raciocínio se aplica ao dígito 14, o qual apareceu no oitavo e no décimo lugares, mas não apresentou relevância no Teste Z (0,731) para o Teste dos Dois Primeiros Dígitos e seu valor teve materialidade moderada no Teste de Soma (R\$ 63.954.536,95).

1.6. Teste de Segunda Ordem

O pressuposto desse teste é que, se os dados são compostos de uma sequência geométrica de N valores em conformidade com a Lei NB, então as $N-1$ diferenças entre os elementos ordenados desses dados geram uma segunda sequência de dados que também se harmoniza com a Lei NB.

Os resultados podem ser visualizados na tabela e no gráfico a seguir.

Tabela 23 – Teste de Segunda Ordem para os valores totais

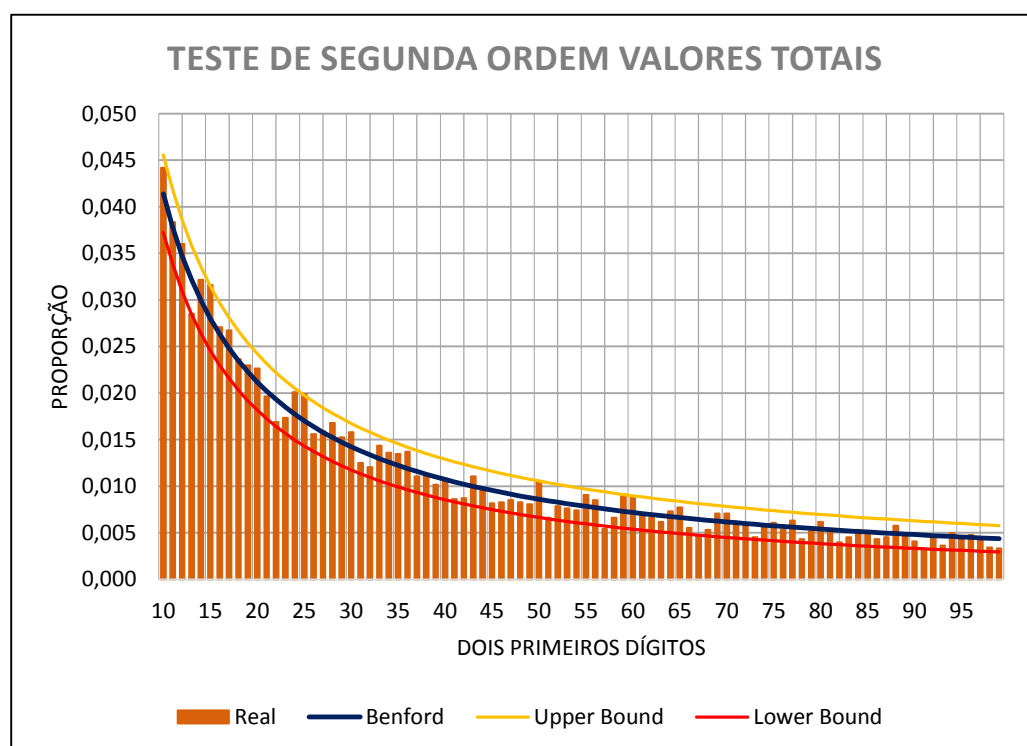
<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>	<i>K-S</i>	<i>DMA</i>		
10	400	0,044	0,041	0,003	1,309	0,046	0,037	1,710	0,044	0,041	0,003	0,003
11	347	0,038	0,038	0,001	0,245	0,042	0,034	0,071	0,083	0,079	0,003	0,001
12	326	0,036	0,035	0,001	0,622	0,039	0,031	0,408	0,119	0,114	0,005	0,001
13	258	0,029	0,032	-0,004	1,955	0,036	0,028	3,814	0,147	0,146	0,001	0,004
14	291	0,032	0,030	0,002	1,188	0,034	0,026	1,441	0,179	0,176	0,003	0,002
15	286	0,032	0,028	0,004	2,024	0,031	0,025	4,108	0,211	0,204	0,007	0,004
16	245	0,027	0,026	0,001	0,405	0,030	0,023	0,187	0,238	0,230	0,007	0,001
17	242	0,027	0,025	0,002	1,135	0,028	0,022	1,331	0,265	0,255	0,009	0,002
18	214	0,024	0,023	0,000	0,066	0,027	0,020	0,010	0,288	0,279	0,009	0,000
19	208	0,023	0,022	0,001	0,417	0,025	0,019	0,200	0,311	0,301	0,010	0,001
20	205	0,023	0,021	0,001	0,926	0,024	0,018	0,908	0,334	0,322	0,012	0,001
21	178	0,020	0,020	-0,001	0,327	0,023	0,017	0,130	0,354	0,342	0,011	0,001
22	153	0,017	0,019	-0,002	1,623	0,022	0,016	2,707	0,370	0,362	0,009	0,002
23	157	0,017	0,018	-0,001	0,766	0,021	0,016	0,636	0,388	0,380	0,008	0,001
24	182	0,020	0,018	0,002	1,674	0,021	0,015	2,886	0,408	0,398	0,010	0,002
25	180	0,020	0,017	0,003	2,056	0,020	0,014	4,322	0,428	0,415	0,013	0,003
26	141	0,016	0,016	-0,001	0,568	0,019	0,014	0,366	0,443	0,431	0,012	0,001
27	144	0,016	0,016	0,000	0,045	0,018	0,013	0,007	0,459	0,447	0,012	0,000
28	152	0,017	0,015	0,002	1,162	0,018	0,013	1,431	0,476	0,462	0,014	0,002
29	138	0,015	0,015	0,001	0,369	0,017	0,012	0,168	0,491	0,477	0,014	0,001
30	143	0,016	0,014	0,002	1,206	0,017	0,012	1,541	0,507	0,491	0,016	0,002
31	113	0,012	0,014	-0,001	1,020	0,016	0,011	1,118	0,520	0,505	0,014	0,001
32	109	0,012	0,013	-0,001	1,050	0,016	0,011	1,185	0,532	0,519	0,013	0,001
33	130	0,014	0,013	0,001	1,128	0,015	0,011	1,362	0,546	0,531	0,014	0,001
34	123	0,014	0,013	0,001	0,805	0,015	0,010	0,718	0,560	0,544	0,015	0,001
35	122	0,013	0,012	0,001	1,028	0,015	0,010	1,144	0,573	0,556	0,017	0,001
36	124	0,014	0,012	0,002	1,530	0,014	0,010	2,463	0,587	0,568	0,019	0,002
37	100	0,011	0,012	-0,001	0,426	0,014	0,009	0,223	0,598	0,580	0,018	0,001
38	100	0,011	0,011	0,000	0,161	0,014	0,009	0,044	0,609	0,591	0,018	0,000
39	92	0,010	0,011	-0,001	0,709	0,013	0,009	0,570	0,619	0,602	0,017	0,001
40	98	0,011	0,011	0,000	0,044	0,013	0,009	0,009	0,630	0,613	0,017	0,000
41	78	0,009	0,010	-0,002	1,677	0,013	0,008	2,956	0,638	0,623	0,015	0,002

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferen ça</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>
42	79	0,009	0,010	-0,001	1,359	0,012	0,008	1,971	0,647	0,633	0,014	0,001
43	100	0,011	0,010	0,001	0,964	0,012	0,008	1,025	0,658	0,643	0,015	0,001
44	86	0,010	0,010	0,000	0,197	0,012	0,008	0,062	0,668	0,653	0,014	0,000
45	74	0,008	0,010	-0,001	1,287	0,012	0,007	1,781	0,676	0,663	0,013	0,001
46	75	0,008	0,009	-0,001	0,988	0,011	0,007	1,078	0,684	0,672	0,012	0,001
47	77	0,009	0,009	-0,001	0,581	0,011	0,007	0,402	0,693	0,681	0,011	0,001
48	75	0,008	0,009	-0,001	0,620	0,011	0,007	0,453	0,701	0,690	0,011	0,001
49	73	0,008	0,009	-0,001	0,667	0,011	0,007	0,519	0,709	0,699	0,010	0,001
50	94	0,010	0,009	0,002	1,782	0,011	0,007	3,351	0,719	0,708	0,012	0,002
51	60	0,007	0,008	-0,002	1,820	0,010	0,006	3,496	0,726	0,716	0,010	0,002
52	71	0,008	0,008	0,000	0,393	0,010	0,006	0,201	0,734	0,724	0,010	0,000
53	69	0,008	0,008	0,000	0,467	0,010	0,006	0,274	0,741	0,732	0,009	0,000
54	67	0,007	0,008	-0,001	0,548	0,010	0,006	0,366	0,749	0,740	0,009	0,001
55	82	0,009	0,008	0,001	1,272	0,010	0,006	1,760	0,758	0,748	0,010	0,001
56	77	0,009	0,008	0,001	0,833	0,010	0,006	0,791	0,766	0,756	0,011	0,001
57	49	0,005	0,008	-0,002	2,291	0,009	0,006	5,488	0,772	0,763	0,008	0,002
58	60	0,007	0,007	-0,001	0,821	0,009	0,006	0,772	0,779	0,771	0,008	0,001
59	83	0,009	0,007	0,002	2,028	0,009	0,005	4,337	0,788	0,778	0,010	0,002
60	81	0,009	0,007	0,002	1,932	0,009	0,005	3,949	0,797	0,785	0,011	0,002
61	62	0,007	0,007	0,000	0,179	0,009	0,005	0,058	0,803	0,792	0,011	0,000
62	60	0,007	0,007	0,000	0,304	0,009	0,005	0,134	0,810	0,799	0,011	0,000
63	56	0,006	0,007	-0,001	0,690	0,009	0,005	0,564	0,816	0,806	0,010	0,001
64	66	0,007	0,007	0,001	0,585	0,008	0,005	0,418	0,824	0,813	0,011	0,001
65	70	0,008	0,007	0,001	1,228	0,008	0,005	1,659	0,831	0,820	0,012	0,001
66	50	0,006	0,007	-0,001	1,124	0,008	0,005	1,406	0,837	0,826	0,011	0,001
67	42	0,005	0,006	-0,002	2,069	0,008	0,005	4,529	0,841	0,833	0,009	0,002
68	48	0,005	0,006	-0,001	1,177	0,008	0,005	1,537	0,847	0,839	0,008	0,001
69	64	0,007	0,006	0,001	0,925	0,008	0,005	0,977	0,854	0,845	0,009	0,001
70	64	0,007	0,006	0,001	1,039	0,008	0,004	1,217	0,861	0,851	0,010	0,001
71	53	0,006	0,006	0,000	0,201	0,008	0,004	0,072	0,867	0,857	0,009	0,000
72	53	0,006	0,006	0,000	0,099	0,008	0,004	0,028	0,873	0,863	0,009	0,000
73	41	0,005	0,006	-0,001	1,644	0,008	0,004	2,915	0,877	0,869	0,008	0,001
74	52	0,006	0,006	0,000	0,037	0,007	0,004	0,011	0,883	0,875	0,008	0,000
75	55	0,006	0,006	0,000	0,338	0,007	0,004	0,165	0,889	0,881	0,008	0,000
76	48	0,005	0,006	0,000	0,404	0,007	0,004	0,224	0,894	0,886	0,008	0,000
77	57	0,006	0,006	0,001	0,813	0,007	0,004	0,776	0,901	0,892	0,008	0,001
78	39	0,004	0,006	-0,001	1,499	0,007	0,004	2,451	0,905	0,898	0,007	0,001
79	47	0,005	0,005	0,000	0,278	0,007	0,004	0,121	0,910	0,903	0,007	0,000
80	56	0,006	0,005	0,001	0,956	0,007	0,004	1,051	0,916	0,908	0,008	0,001
81	47	0,005	0,005	0,000	0,106	0,007	0,004	0,032	0,921	0,914	0,008	0,000
82	36	0,004	0,005	-0,001	1,620	0,007	0,004	2,849	0,925	0,919	0,006	0,001
83	41	0,005	0,005	-0,001	0,816	0,007	0,004	0,785	0,930	0,924	0,006	0,001
84	48	0,005	0,005	0,000	0,143	0,007	0,004	0,047	0,935	0,929	0,006	0,000
85	45	0,005	0,005	0,000	0,071	0,007	0,004	0,021	0,940	0,934	0,006	0,000
86	39	0,004	0,005	-0,001	0,885	0,007	0,004	0,915	0,945	0,940	0,005	0,001
87	41	0,005	0,005	0,000	0,513	0,006	0,003	0,344	0,949	0,944	0,005	0,000
88	52	0,006	0,005	0,001	1,065	0,006	0,003	1,293	0,955	0,949	0,005	0,001
89	42	0,005	0,005	0,000	0,216	0,006	0,003	0,084	0,959	0,954	0,005	0,000
90	37	0,004	0,005	-0,001	0,903	0,006	0,003	0,955	0,964	0,959	0,005	0,001

Dígito	Cont.	Real	Benford	Diferença	Teste-Z	Upper Bound	Lower Bound	QQ		K-S		DMA
91	29	0,003	0,005	-0,002	2,059	0,006	0,003	4,539	0,967	0,964	0,003	0,002
92	41	0,005	0,005	0,000	0,154	0,006	0,003	0,053	0,971	0,968	0,003	0,000
93	33	0,004	0,005	-0,001	1,321	0,006	0,003	1,946	0,975	0,973	0,002	0,001
94	45	0,005	0,005	0,000	0,451	0,006	0,003	0,278	0,980	0,978	0,002	0,000
95	40	0,004	0,005	0,000	0,104	0,006	0,003	0,033	0,984	0,982	0,002	0,000
96	43	0,005	0,005	0,000	0,277	0,006	0,003	0,126	0,989	0,987	0,002	0,000
97	38	0,004	0,004	0,000	0,287	0,006	0,003	0,134	0,993	0,991	0,002	0,000
98	31	0,003	0,004	-0,001	1,334	0,006	0,003	1,990	0,997	0,996	0,001	0,001
99	30	0,003	0,004	-0,001	1,437	0,006	0,003	2,289	1,000	1,000	0,000	0,001
N	9.052	χ^2 Real				111,27		Supremo	0,019		MDA	
		χ^2 Limite				112,02		K-S Limite	0,014		0,0010	

Mesmo se não fossem seguidas as diretrizes de Nigrini, que preceitua que a análise deve adotar fronteiras mais liberais para esse teste, em função da distribuição obtida ser usualmente *quase Benford*, considerar-se-ia que esses dados se conformam com a Lei em tela. O único teste que apontou uma desconformidade foi o K-S. Os outros testes estatísticos, surpreendentemente, não rejeitaram a hipótese nula que afirma a conformidade com a distribuição de Benford.

Gráfico 9 – Teste de Segunda Ordem para os valores totais



1.7. Teste dos Dois Últimos Dígitos

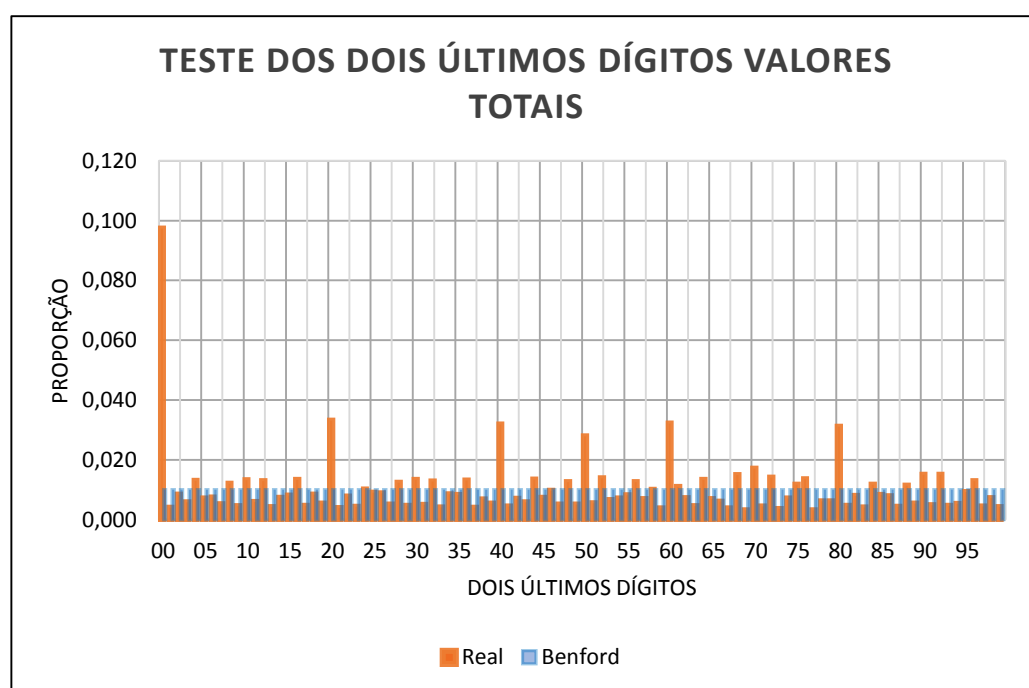
Esse teste identifica duplicações anormais no lado direito dos números em um banco de dados. Picos no gráfico das frequências dos dois últimos dígitos podem indicar erros, números fictícios, ou arredondamento excessivo. Os resultados estão apresentados em tabela e na forma gráfica, conforme se observa a seguir.

Tabela 24 – Teste dos Dois Últimos Dígitos para os valores totais

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
<i>00</i>	1029	0,097	0,01	0,087	<i>50</i>	294	0,028	0,01	0,018
<i>01</i>	42	0,004	0,01	-0,006	<i>51</i>	58	0,005	0,01	-0,005
<i>02</i>	88	0,008	0,01	-0,002	<i>52</i>	146	0,014	0,01	0,004
<i>03</i>	61	0,006	0,01	-0,004	<i>53</i>	69	0,007	0,01	-0,003
<i>04</i>	137	0,013	0,01	0,003	<i>54</i>	75	0,007	0,01	-0,003
<i>05</i>	75	0,007	0,01	-0,003	<i>55</i>	86	0,008	0,01	-0,002
<i>06</i>	78	0,007	0,01	-0,003	<i>56</i>	132	0,012	0,01	0,002
<i>07</i>	55	0,005	0,01	-0,005	<i>57</i>	73	0,007	0,01	-0,003
<i>08</i>	127	0,012	0,01	0,002	<i>58</i>	105	0,010	0,01	0,000
<i>09</i>	48	0,005	0,01	-0,005	<i>59</i>	40	0,004	0,01	-0,006
<i>10</i>	139	0,013	0,01	0,003	<i>60</i>	340	0,032	0,01	0,022
<i>11</i>	62	0,006	0,01	-0,004	<i>61</i>	116	0,011	0,01	0,001
<i>12</i>	136	0,013	0,01	0,003	<i>62</i>	76	0,007	0,01	-0,003
<i>13</i>	44	0,004	0,01	-0,006	<i>63</i>	48	0,005	0,01	-0,005
<i>14</i>	77	0,007	0,01	-0,003	<i>64</i>	140	0,013	0,01	0,003
<i>15</i>	85	0,008	0,01	-0,002	<i>65</i>	73	0,007	0,01	-0,003
<i>16</i>	141	0,013	0,01	0,003	<i>66</i>	64	0,006	0,01	-0,004
<i>17</i>	49	0,005	0,01	-0,005	<i>67</i>	40	0,004	0,01	-0,006
<i>18</i>	88	0,008	0,01	-0,002	<i>68</i>	157	0,015	0,01	0,005
<i>19</i>	57	0,005	0,01	-0,005	<i>69</i>	33	0,003	0,01	-0,007
<i>20</i>	350	0,033	0,01	0,023	<i>70</i>	180	0,017	0,01	0,007
<i>21</i>	41	0,004	0,01	-0,006	<i>71</i>	46	0,004	0,01	-0,006
<i>22</i>	82	0,008	0,01	-0,002	<i>72</i>	148	0,014	0,01	0,004
<i>23</i>	45	0,004	0,01	-0,006	<i>73</i>	38	0,004	0,01	-0,006
<i>24</i>	107	0,010	0,01	0,000	<i>74</i>	75	0,007	0,01	-0,003
<i>25</i>	95	0,009	0,01	-0,001	<i>75</i>	124	0,012	0,01	0,002
<i>26</i>	93	0,009	0,01	-0,001	<i>76</i>	143	0,014	0,01	0,004
<i>27</i>	53	0,005	0,01	-0,005	<i>77</i>	33	0,003	0,01	-0,007
<i>28</i>	130	0,012	0,01	0,002	<i>78</i>	65	0,006	0,01	-0,004
<i>29</i>	49	0,005	0,01	-0,005	<i>79</i>	65	0,006	0,01	-0,004
<i>30</i>	140	0,013	0,01	0,003	<i>80</i>	328	0,031	0,01	0,021
<i>31</i>	52	0,005	0,01	-0,005	<i>81</i>	49	0,005	0,01	-0,005

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
32	135	0,013	0,01	0,003	82	84	0,008	0,01	-0,002
33	43	0,004	0,01	-0,006	83	43	0,004	0,01	-0,006
34	89	0,008	0,01	-0,002	84	123	0,012	0,01	0,002
35	87	0,008	0,01	-0,002	85	87	0,008	0,01	-0,002
36	138	0,013	0,01	0,003	86	83	0,008	0,01	-0,002
37	42	0,004	0,01	-0,006	87	45	0,004	0,01	-0,006
38	72	0,007	0,01	-0,003	88	120	0,011	0,01	0,001
39	57	0,005	0,01	-0,005	89	57	0,005	0,01	-0,005
40	336	0,032	0,01	0,022	90	158	0,015	0,01	0,005
41	47	0,004	0,01	-0,006	91	51	0,005	0,01	-0,005
42	74	0,007	0,01	-0,003	92	158	0,015	0,01	0,005
43	61	0,006	0,01	-0,004	93	49	0,005	0,01	-0,005
44	142	0,013	0,01	0,003	94	56	0,005	0,01	-0,005
45	77	0,007	0,01	-0,003	95	98	0,009	0,01	-0,001
46	102	0,010	0,01	0,000	96	136	0,013	0,01	0,003
47	53	0,005	0,01	-0,005	97	47	0,004	0,01	-0,006
48	132	0,012	0,01	0,002	98	76	0,007	0,01	-0,003
49	53	0,005	0,01	-0,005	99	44	0,004	0,01	-0,006

Gráfico 10 – Teste dos Dois Últimos Dígitos para os valores totais



No gráfico consegue-se visualizar melhor o conjunto e se nota que os dígitos 00 prevaleceram em relação aos demais. Também se percebem picos

nos dígitos 20, 40, 50, 60 e 80. Como os dados se referem a preços de mercado, é natural que prevaleçam valores arredondados em relação a valores quebrados.

1.8. Modelo Fator de Distorção

O Modelo Fator de Distorção visa a verificar se os dados foram super ou subestimados em relação a uma distribuição de Benford, e dá a extensão da distorção.

Tabela 25 – Modelo Fator de Distorção para os valores totais

Média real	Fator de Distorção	Z Estatístico
39,15356418	0,001824828	0,293931488
Média esperada	Desvio Padrão	
39,08224579	0,006208346	

Os resultados mostram que a média real foi superior à média esperada, o que sugere uma superestimação dos dados. Todavia, o Z Estatístico foi inferior a 1,96, o que indica que a discrepância encontrada não foi significativa em um nível de 0,05.

1.9. Base Logarítmica da Lei de Benford

O objetivo desse teste foi verificar se as mantissas dos logaritmos dos dados eram uniformemente distribuídas ao longo do intervalo de $[0,1)$, atendendo a uma propriedade da Lei de Benford.

Como já abordado no tópico deste trabalho referente à descrição dos testes aplicados à Lei de Benford, duas condições necessárias, mas não suficientes para que as mantissas sejam uniformemente distribuídas no intervalo $[0,1)$ é que a média seja 0,50 e a variância seja $1/12$. Além disso, as mantissas

ordenadas devem formar uma linha reta que vai de $-1/N$ a $(N-1)/N$, com uma inclinação de $1/N$.

Para testar essa propriedade das mantissas, utilizou-se a regressão linear, em que se testou o intercepto, a inclinação e o R-Quadrado. A variável y é o conjunto das mantissas ordenadas e a variável x é o rank (1, 2, 3, ..., N).

Gráfico 11 – Distribuição das mantissas dos logaritmos dos valores totais

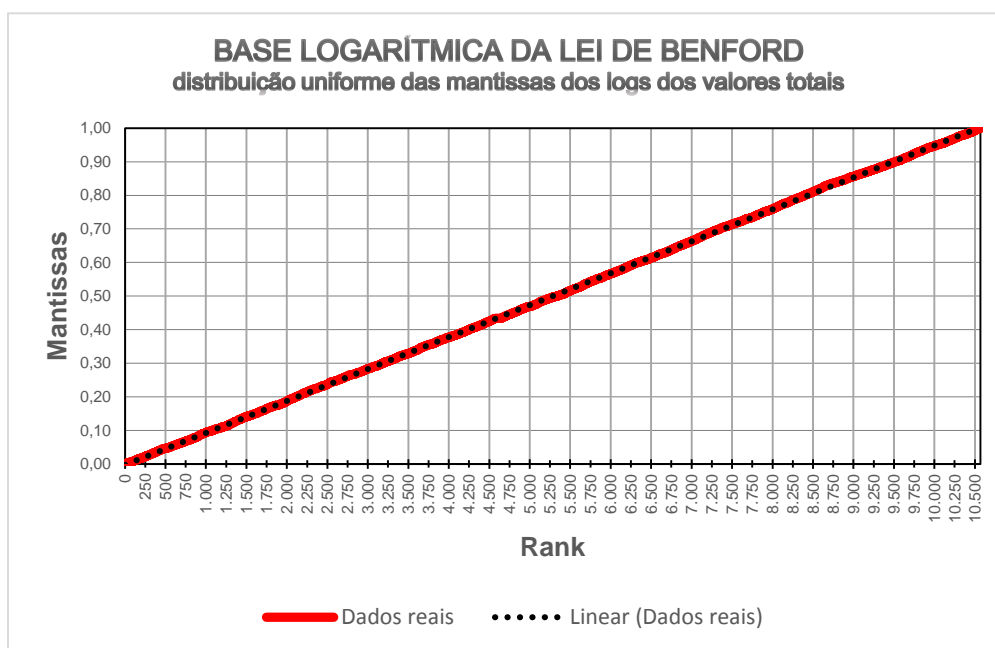


Tabela 26 – Regressão Linear para os valores totais

BASE LOGARÍTMICA DA LEI DE BENFORD VALORES TOTAIS - REGRESSÃO LINEAR				
	R ²	INCLINAÇÃO	INTERCEPTO	EQUAÇÃO
Real	0,9999244	0,00009511	-0,00276598	$y = 0,0000951x - 0,00277$
Esperado	1	0,00009462	0	$y = 0,0000946x$

Conforme observado na tabela e no gráfico, os resultados comprovaram que as mantissas dos logaritmos dos valores totais se distribuíam uniformemente formando uma linha quase reta.

1.10. Mantissa Arc Test

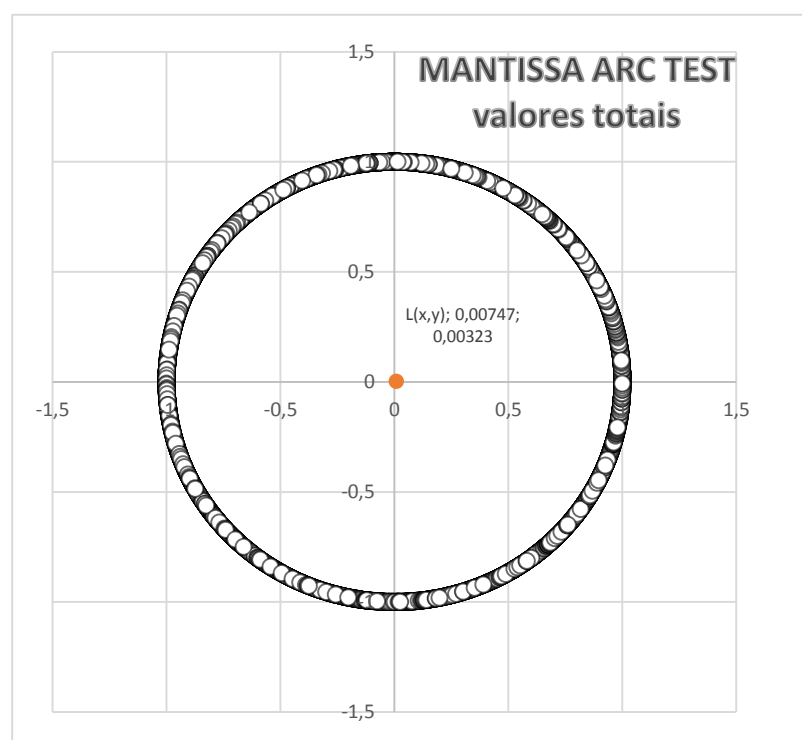
Os resultados do teste em questão foram apresentados na tabela e no gráfico seguinte.

Tabela 27 – Mantissa Arc Test valores totais

MANTISSA ARC TEST VALORES TOTAIS	
Lx	0,00747
Ly	0,00323
L²	0,00007
P-VALOR	0,50324
P-VALOR (adaptado)	0,00145

Como se pode observar, os pontos Lx e Ly , que representam o centro de gravidade da distribuição das mantissas, aproximaram-se bastante do ponto (0,00;0,00). O p-valor superou o limite de 0,05, mas, se fosse adotado o termo $\sqrt[3]{N}$ no lugar de N no cálculo ($p\text{-valor} = 1 - e^{-L^2 \times N}$), como sugerido por Nigrini (2012), obter-se-ia 0.0015, o que sugere um bom desempenho dos dados neste teste.

Gráfico 12 – Mantissa Arc Test valores totais



2. Valores Unitários

2.1. Teste do Primeiro Dígito

Os resultados desse teste estão apresentados na tabela e no gráfico a seguir.

Tabela 28- Teste do Primeiro Dígito para os valores unitários

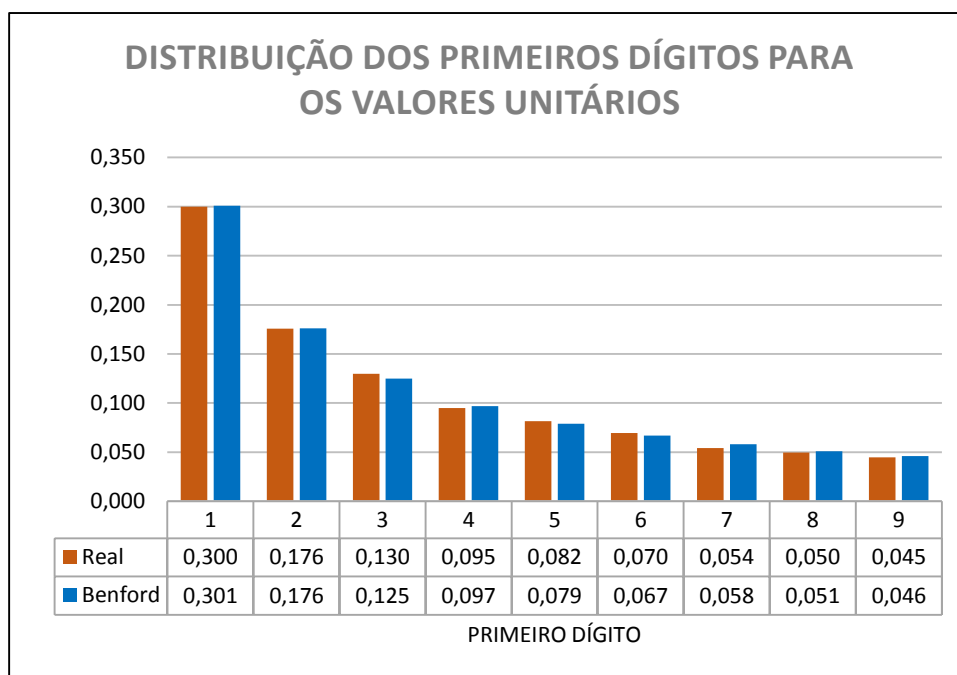
Dígito	Cont.	Real	Benford	Diferença	Teste-Z	χ^2	K-S		MDA	
1	3166	0,300	0,301	-0,001	0,230	0,041	0,300	0,301	0,001	0,001
2	1854	0,176	0,176	0,000	0,086	0,008	0,476	0,477	0,001	0,000
3	1369	0,130	0,125	0,005	1,442	1,857	0,605	0,602	0,003	0,005
4	1003	0,095	0,097	-0,002	0,672	0,428	0,700	0,699	0,001	0,002
5	861	0,082	0,079	0,003	0,959	0,879	0,782	0,778	0,004	0,003
6	735	0,070	0,067	0,003	1,061	1,089	0,851	0,845	0,006	0,003
7	572	0,054	0,058	-0,004	1,655	2,646	0,906	0,903	0,003	0,004
8	525	0,050	0,051	-0,001	0,569	0,331	0,955	0,954	0,001	0,001
9	471	0,045	0,046	-0,001	0,654	0,438	1,000	1,000	0,000	0,001
N	10.556	χ^2 Real				7,716	Supremo		0,006	MDA
		χ^2 Limite				15,507	K-S Limite		0,013	0,002

As frequências relativas dos primeiros dígitos dos valores unitários passaram no Teste Z para todos os dígitos e passaram conjuntamente nos Testes Qui-Quadrado ($\chi^2 = 7,716$) e K-S (0,006). Cabe ressaltar que o dígito 2 teve frequência idêntica à da Lei de Benford.

O resultado do MDA foi 0,002, classificado por Nigrini (2012) como conformidade aproximada.

Observando-se o gráfico a seguir, percebe-se que as frequências dos dígitos dos dados reais formaram uma curva logarítmica assim como a Lei de Benford, conforme ilustrado no gráfico a seguir.

Gráfico 13 – Teste do Primeiro Dígito para os valores unitários



Cabe ressaltar que os resultados obtidos nesse teste foram superiores aos resultados do teste aplicado aos valores totais.

2.2. Teste do Segundo Dígito

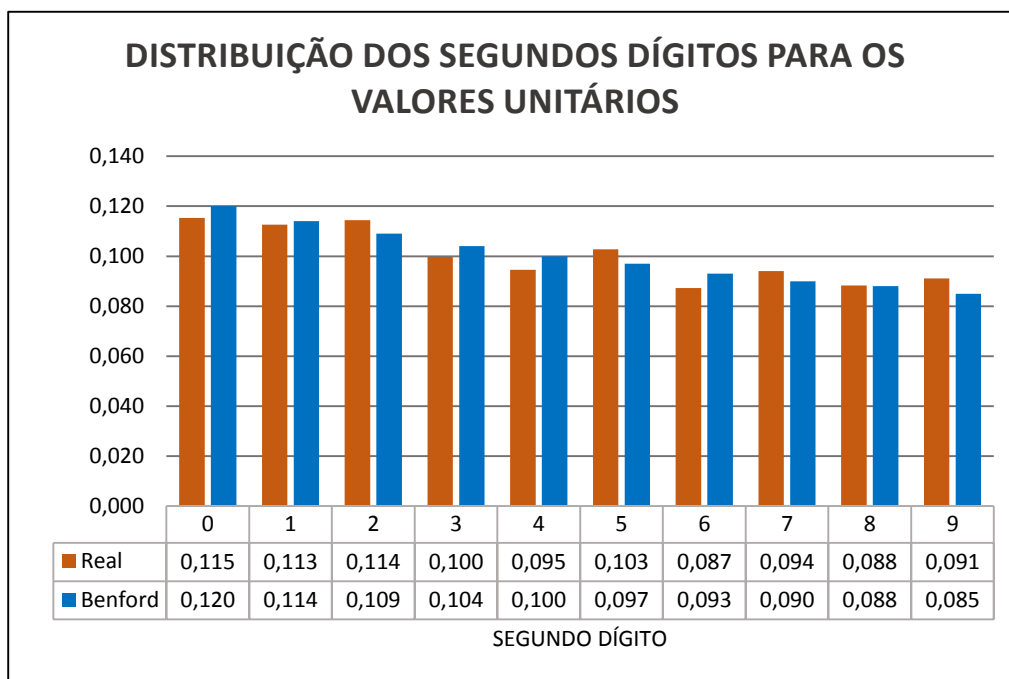
A tabela e o gráfico a seguir mostram os valores calculados para esse teste.

Tabela 29 – Teste do Segundo Dígito para os valores unitários

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>		<i>MDA</i>		
<i>0</i>	1051	0,115	0,120	-0,005	1,360	1,666	0,115	0,120	0,005	0,005	
<i>1</i>	1027	0,113	0,114	-0,001	0,379	0,139	0,228	0,234	0,006	0,001	
<i>2</i>	1043	0,114	0,109	0,005	1,649	2,474	0,342	0,343	0,001	0,005	
<i>3</i>	908	0,100	0,104	-0,004	1,350	1,676	0,442	0,447	0,005	0,004	
<i>4</i>	862	0,095	0,100	-0,005	1,707	2,678	0,537	0,547	0,010	0,005	
<i>5</i>	936	0,103	0,097	0,006	1,821	3,052	0,639	0,644	0,005	0,006	
<i>6</i>	795	0,087	0,093	-0,006	1,879	3,264	0,727	0,737	0,010	0,006	
<i>7</i>	857	0,094	0,090	0,004	1,326	1,646	0,821	0,827	0,006	0,004	
<i>8</i>	805	0,088	0,088	0,000	0,091	0,011	0,909	0,915	0,006	0,000	
<i>9</i>	830	0,091	0,085	0,006	2,059	3,949	1,000	1,000	0,000	0,006	
<i>N</i>	<i>9.114</i>					χ^2 <i>Real</i>	<i>20,553</i>	<i>Supremo</i>	<i>0,010</i>	<i>MDA</i>	
						χ^2 <i>Limite</i>	<i>16,919</i>	<i>K-S Limite</i>	<i>0,014</i>	<i>0,004</i>	

Os segundos dígitos dos valores unitários não passaram no Teste Z para o dígito 9 (2,059), e não passaram conjuntamente no Teste Qui-Quadrado ($\chi^2 = 20,553$). Contudo tiveram um bom desempenho no K-S (0,010) e no MDA (0,004) O resultado do MDA de 0,004 é classificado por Nigrini (2012) como conformidade aproximada.

Gráfico 14 – Teste do Segundo Dígitos para os valores unitários



Os resultados obtidos nesse teste foram próximos, porém um pouco melhores do que os resultados do teste aplicado aos valores totais.

2.3. Teste dos Dois Primeiros Dígitos

As frequências relativas dos dois primeiros dígitos dos valores totais estão exibidas na tabela a seguir, juntamente com os respectivos resultados dos testes.

Tabela 30 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos valores unitários

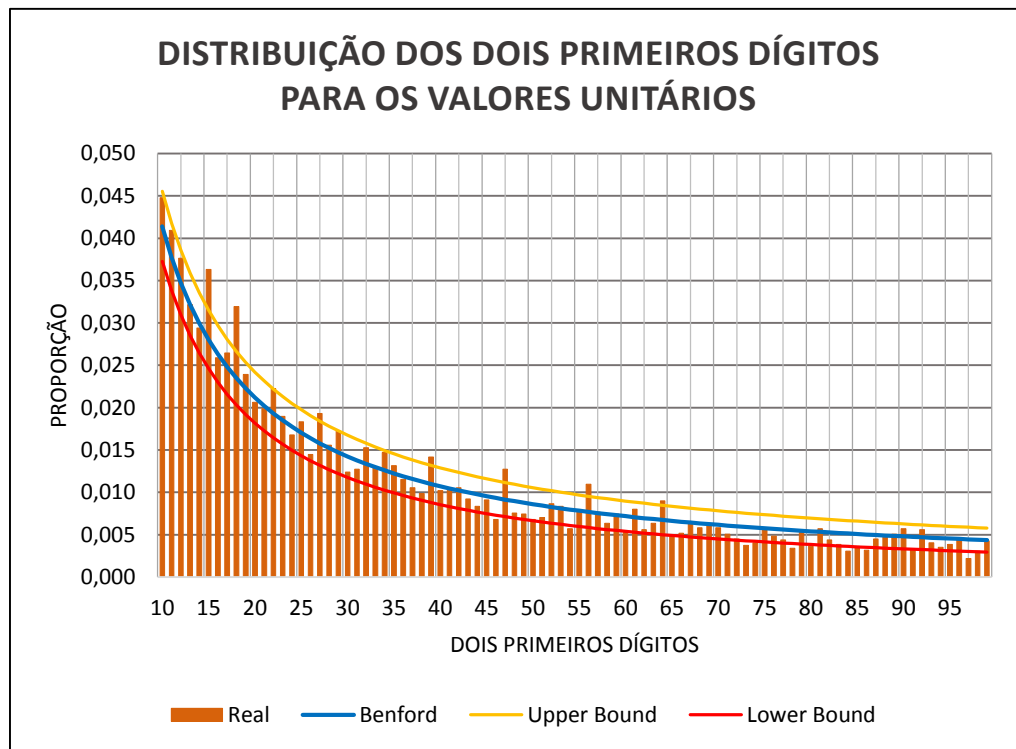
Dígito	Cont.	Real	Benford	Diferença	Teste-Z	Upper Bound	Lower Bound	QQ	K-S	DMA		
10	408	0,045	0,041	0,003	1,591	0,046	0,037	2,506	0,045	0,041	0,003	0,003
11	373	0,041	0,038	0,003	1,543	0,042	0,034	2,374	0,086	0,079	0,007	0,003
12	343	0,038	0,035	0,003	1,468	0,039	0,031	2,163	0,123	0,114	0,009	0,003
13	293	0,032	0,032	0,000	0,020	0,036	0,029	0,000	0,155	0,146	0,009	0,000
14	268	0,029	0,030	-0,001	0,282	0,034	0,026	0,095	0,185	0,176	0,009	0,001
15	331	0,036	0,028	0,008	4,763	0,031	0,025	22,342	0,221	0,204	0,017	0,008
16	236	0,026	0,026	0,000	0,226	0,030	0,023	0,065	0,247	0,230	0,017	0,000
17	241	0,026	0,025	0,002	0,960	0,028	0,022	0,963	0,274	0,255	0,018	0,002

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferen ça</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>
18	291	0,032	0,023	0,008	5,291	0,027	0,020	27,700	0,305	0,279	0,027	0,008
19	218	0,024	0,022	0,002	1,027	0,025	0,019	1,104	0,329	0,301	0,028	0,002
20	188	0,021	0,021	-0,001	0,336	0,024	0,018	0,136	0,350	0,322	0,028	0,001
21	181	0,020	0,020	0,000	0,196	0,023	0,017	0,053	0,370	0,342	0,027	0,000
22	203	0,022	0,019	0,003	2,021	0,022	0,016	4,160	0,392	0,362	0,030	0,003
23	173	0,019	0,018	0,000	0,314	0,021	0,016	0,122	0,411	0,380	0,031	0,000
24	153	0,017	0,018	-0,001	0,641	0,020	0,015	0,456	0,428	0,398	0,030	0,001
25	167	0,018	0,017	0,001	0,911	0,020	0,014	0,891	0,446	0,415	0,031	0,001
26	132	0,014	0,016	-0,002	1,393	0,019	0,014	2,023	0,461	0,431	0,029	0,002
27	176	0,019	0,016	0,004	2,651	0,018	0,013	7,136	0,480	0,447	0,033	0,004
28	142	0,016	0,015	0,000	0,223	0,018	0,013	0,069	0,496	0,462	0,033	0,000
29	157	0,017	0,015	0,003	1,940	0,017	0,012	3,878	0,513	0,477	0,036	0,003
30	113	0,012	0,014	-0,002	1,440	0,017	0,012	2,171	0,525	0,491	0,034	0,002
31	116	0,013	0,014	-0,001	0,823	0,016	0,011	0,744	0,538	0,505	0,033	0,001
32	139	0,015	0,013	0,002	1,523	0,016	0,011	2,429	0,553	0,519	0,035	0,002
33	118	0,013	0,013	0,000	0,015	0,015	0,011	0,000	0,566	0,531	0,035	0,000
34	134	0,015	0,013	0,002	1,763	0,015	0,010	3,234	0,581	0,544	0,037	0,002
35	120	0,013	0,012	0,001	0,762	0,015	0,010	0,647	0,594	0,556	0,038	0,001
36	105	0,012	0,012	0,000	0,285	0,014	0,010	0,110	0,606	0,568	0,037	0,000
37	96	0,011	0,012	-0,001	0,887	0,014	0,009	0,865	0,616	0,580	0,036	0,001
38	90	0,010	0,011	-0,001	1,221	0,014	0,009	1,597	0,626	0,591	0,035	0,001
39	129	0,014	0,011	0,003	2,841	0,013	0,009	8,270	0,640	0,602	0,038	0,003
40	93	0,010	0,011	-0,001	0,431	0,013	0,009	0,230	0,650	0,613	0,038	0,001
41	93	0,010	0,010	0,000	0,194	0,013	0,008	0,059	0,661	0,623	0,037	0,000
42	96	0,011	0,010	0,000	0,246	0,012	0,008	0,088	0,671	0,633	0,038	0,000
43	84	0,009	0,010	-0,001	0,684	0,012	0,008	0,538	0,680	0,643	0,037	0,001
44	76	0,008	0,010	-0,001	1,327	0,012	0,008	1,886	0,689	0,653	0,035	0,001
45	83	0,009	0,010	0,000	0,377	0,012	0,007	0,184	0,698	0,663	0,035	0,000
46	62	0,007	0,009	-0,003	2,464	0,011	0,007	6,282	0,705	0,672	0,032	0,003
47	116	0,013	0,009	0,004	3,540	0,011	0,007	12,806	0,717	0,681	0,036	0,004
48	69	0,008	0,009	-0,001	1,347	0,011	0,007	1,950	0,725	0,690	0,035	0,001
49	68	0,007	0,009	-0,001	1,288	0,011	0,007	1,790	0,732	0,699	0,033	0,001
50	62	0,007	0,009	-0,002	1,802	0,011	0,007	3,424	0,739	0,708	0,032	0,002
51	64	0,007	0,008	-0,001	1,416	0,010	0,007	2,152	0,746	0,716	0,030	0,001
52	79	0,009	0,008	0,000	0,359	0,010	0,006	0,172	0,755	0,724	0,030	0,000
53	76	0,008	0,008	0,000	0,177	0,010	0,006	0,055	0,763	0,732	0,031	0,000
54	52	0,006	0,008	-0,002	2,371	0,010	0,006	5,859	0,769	0,740	0,028	0,002
55	72	0,008	0,008	0,000	0,021	0,010	0,006	0,006	0,777	0,748	0,029	0,000
56	100	0,011	0,008	0,003	3,531	0,010	0,006	12,797	0,788	0,756	0,032	0,003
57	70	0,008	0,008	0,000	0,080	0,009	0,006	0,020	0,795	0,763	0,032	0,000
58	58	0,006	0,007	-0,001	1,118	0,009	0,006	1,380	0,802	0,771	0,031	0,001
59	68	0,007	0,007	0,000	0,120	0,009	0,005	0,033	0,809	0,778	0,031	0,000
60	49	0,005	0,007	-0,002	1,976	0,009	0,005	4,124	0,815	0,785	0,029	0,002
61	73	0,008	0,007	0,001	1,018	0,009	0,005	1,159	0,823	0,792	0,030	0,001
62	51	0,006	0,007	-0,001	1,492	0,009	0,005	2,401	0,828	0,799	0,029	0,001
63	58	0,006	0,007	0,000	0,487	0,009	0,005	0,301	0,835	0,806	0,028	0,000
64	82	0,009	0,007	0,002	2,579	0,008	0,005	6,936	0,844	0,813	0,031	0,002
65	44	0,005	0,007	-0,002	2,056	0,008	0,005	4,468	0,848	0,820	0,029	0,002

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>	
66	47	0,005	0,007	-0,001	1,563	0,008	0,005	2,634	0,854	0,826	0,027	0,001	
67	57	0,006	0,006	0,000	0,149	0,008	0,005	0,046	0,860	0,833	0,027	0,000	
68	53	0,006	0,006	-0,001	0,565	0,008	0,005	0,396	0,866	0,839	0,027	0,001	
69	57	0,006	0,006	0,000	0,006	0,008	0,005	0,000	0,872	0,845	0,027	0,000	
70	53	0,006	0,006	0,000	0,354	0,008	0,004	0,176	0,878	0,851	0,026	0,000	
71	46	0,005	0,006	-0,001	1,194	0,008	0,004	1,582	0,883	0,857	0,025	0,001	
72	41	0,004	0,006	-0,001	1,778	0,008	0,004	3,386	0,887	0,863	0,024	0,001	
73	34	0,004	0,006	-0,002	2,645	0,008	0,004	7,319	0,891	0,869	0,022	0,002	
74	37	0,004	0,006	-0,002	2,151	0,007	0,004	4,897	0,895	0,875	0,020	0,002	
75	51	0,006	0,006	0,000	0,128	0,007	0,004	0,039	0,901	0,881	0,020	0,000	
76	44	0,005	0,006	-0,001	1,010	0,007	0,004	1,158	0,905	0,886	0,019	0,001	
77	40	0,004	0,006	-0,001	1,484	0,007	0,004	2,401	0,910	0,892	0,018	0,001	
78	31	0,003	0,006	-0,002	2,672	0,007	0,004	7,482	0,913	0,898	0,016	0,002	
79	48	0,005	0,005	0,000	0,183	0,007	0,004	0,064	0,918	0,903	0,015	0,000	
80	33	0,004	0,005	-0,002	2,241	0,007	0,004	5,318	0,922	0,908	0,014	0,002	
81	52	0,006	0,005	0,000	0,422	0,007	0,004	0,243	0,928	0,914	0,014	0,000	
82	40	0,004	0,005	-0,001	1,082	0,007	0,004	1,327	0,932	0,919	0,013	0,001	
83	35	0,004	0,005	-0,001	1,733	0,007	0,004	3,246	0,936	0,924	0,012	0,001	
84	28	0,003	0,005	-0,002	2,687	0,007	0,004	7,580	0,939	0,929	0,010	0,002	
85	33	0,004	0,005	-0,001	1,885	0,007	0,004	3,818	0,943	0,934	0,008	0,001	
86	29	0,003	0,005	-0,002	2,410	0,007	0,004	6,138	0,946	0,940	0,006	0,002	
87	41	0,004	0,005	0,000	0,557	0,006	0,003	0,397	0,950	0,944	0,006	0,000	
88	43	0,005	0,005	0,000	0,184	0,006	0,003	0,067	0,955	0,949	0,006	0,000	
89	46	0,005	0,005	0,000	0,192	0,006	0,003	0,071	0,960	0,954	0,006	0,000	
90	52	0,006	0,005	0,001	1,177	0,006	0,003	1,561	0,966	0,959	0,007	0,001	
91	29	0,003	0,005	-0,002	2,097	0,006	0,003	4,700	0,969	0,964	0,005	0,002	
92	51	0,006	0,005	0,001	1,181	0,006	0,003	1,575	0,975	0,968	0,006	0,001	
93	37	0,004	0,005	-0,001	0,745	0,006	0,003	0,672	0,979	0,973	0,006	0,001	
94	32	0,004	0,005	-0,001	1,454	0,006	0,003	2,333	0,982	0,978	0,005	0,001	
95	35	0,004	0,005	-0,001	0,926	0,006	0,003	1,003	0,986	0,982	0,004	0,001	
96	40	0,004	0,005	0,000	0,081	0,006	0,003	0,025	0,990	0,987	0,004	0,000	
97	20	0,002	0,004	-0,002	3,161	0,006	0,003	10,450	0,993	0,991	0,001	0,002	
98	28	0,003	0,004	-0,001	1,847	0,006	0,003	3,695	0,996	0,996	0,000	0,001	
99	39	0,004	0,004	0,000	0,045	0,006	0,003	0,015	1,000	1,000	0,000	0,000	
<i>N</i>	<i>9.114</i>					χ^2 Real			<i>255,216</i>	<i>Supremo</i>	<i>0,038</i>	<i>MDA</i>	
						χ^2 Limite			<i>112,02</i>	<i>K-S Limite</i>	<i>0,014</i>	<i>0,0014</i>	

O Teste Qui-Quadrado ($\chi^2 = 255,216$) e o Teste K-S (0,038) apresentaram desconformidade. Já o resultado do MDA de 0,0014 é classificado por Nigrini (2012) como conformidade aceitável.

Gráfico 15 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos para os valores unitários



Cabe ressaltar que os resultados obtidos nesse teste foram inferiores aos resultados do teste aplicado aos valores totais. O MDA, para os valores totais, apresentou uma conformidade aproximada com a Lei de Benford.

2.4. Teste de Soma

Os resultados estão ilustrados na tabela e no gráfico seguinte.

Tabela 31 – Teste de Soma para os valores unitários

Dígito	Soma	Real	Benford	Diferença	Dígito	Soma	Real	Benford	Diferença
10	4.917.314,80	0,007	0,011	-0,004	55	291.066,84	0,000	0,011	-0,011
11	37.067.189,98	0,053	0,011	0,042	56	11.413.795,24	0,016	0,011	0,005
12	1.446.145,41	0,002	0,011	-0,009	57	308.562,46	0,000	0,011	-0,011
13	2.731.985,59	0,004	0,011	-0,007	58	165.197,68	0,000	0,011	-0,011
14	17.085.290,63	0,024	0,011	0,013	59	340.825,72	0,000	0,011	-0,011
15	769.741,81	0,001	0,011	-0,010	60	102.946,46	0,000	0,011	-0,011
16	2.372.137,34	0,003	0,011	-0,008	61	943.091,32	0,001	0,011	-0,010
17	21.108.941,51	0,030	0,011	0,019	62	182.299,94	0,000	0,011	-0,011

<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
18	22.449.589,25	0,032	0,011	0,021	63	911.524,81	0,001	0,011	-0,010
19	28.299.356,49	0,040	0,011	0,029	64	272.221,69	0,000	0,011	-0,011
20	23.143.285,17	0,033	0,011	0,022	65	120.847,41	0,000	0,011	-0,011
21	27.341.763,43	0,039	0,011	0,028	66	43.195,84	0,000	0,011	-0,011
22	24.099.220,53	0,034	0,011	0,023	67	395.410,11	0,001	0,011	-0,010
23	839.969,11	0,001	0,011	-0,010	68	365.787,36	0,001	0,011	-0,010
24	3.158.569,80	0,004	0,011	-0,007	69	8.027.786,51	0,011	0,011	0,000
25	283.239.396,14	0,403	0,011	0,392	70	361.034,37	0,001	0,011	-0,010
26	649.177,49	0,001	0,011	-0,010	71	125.206,00	0,000	0,011	-0,011
27	1.365.425,78	0,002	0,011	-0,009	72	526.821,49	0,001	0,011	-0,010
28	2.995.952,48	0,004	0,011	-0,007	73	1.566.064,57	0,002	0,011	-0,009
29	7.207.879,55	0,010	0,011	-0,001	74	873.500,89	0,001	0,011	-0,010
30	3.360.044,44	0,005	0,011	-0,006	75	164.552,06	0,000	0,011	-0,011
31	4.249.556,88	0,006	0,011	-0,005	76	985.079,57	0,001	0,011	-0,010
32	34.065.381,60	0,048	0,011	0,037	77	7.933.188,45	0,011	0,011	0,000
33	1.621.548,05	0,002	0,011	-0,009	78	35.555,98	0,000	0,011	-0,011
34	4.401.564,69	0,006	0,011	-0,005	79	1.792.533,60	0,003	0,011	-0,008
35	1.421.706,62	0,002	0,011	-0,009	80	116.079,65	0,000	0,011	-0,011
36	495.427,84	0,001	0,011	-0,010	81	153.390,36	0,000	0,011	-0,011
37	1.084.397,74	0,002	0,011	-0,009	82	260.865,76	0,000	0,011	-0,011
38	4.252.777,02	0,006	0,011	-0,005	83	880.562,89	0,001	0,011	-0,010
39	685.269,26	0,001	0,011	-0,010	84	312.043,02	0,000	0,011	-0,011
40	1.849.291,04	0,003	0,011	-0,008	85	1.082.348,36	0,002	0,011	-0,009
41	1.070.192,68	0,002	0,011	-0,009	86	1.176.971,23	0,002	0,011	-0,009
42	1.280.819,01	0,002	0,011	-0,009	87	1.025.295,83	0,001	0,011	-0,010
43	1.034.611,68	0,001	0,011	-0,010	88	1.226.024,68	0,002	0,011	-0,009
44	5.569.069,82	0,008	0,011	-0,003	89	74.909,87	0,000	0,011	-0,011
45	5.329.581,27	0,008	0,011	-0,003	90	70.741,46	0,000	0,011	-0,011
46	100.302,24	0,000	0,011	-0,011	91	292.775,74	0,000	0,011	-0,011
47	1.581.078,63	0,002	0,011	-0,009	92	1.142.807,11	0,002	0,011	-0,009
48	49.174.537,85	0,070	0,011	0,059	93	1.198.663,71	0,002	0,011	-0,009
49	819.438,26	0,001	0,011	-0,010	94	109.554,80	0,000	0,011	-0,011
50	127.874,45	0,000	0,011	-0,011	95	204.379,79	0,000	0,011	-0,011
51	6.020.988,85	0,009	0,011	-0,002	96	1.797.741,47	0,003	0,011	-0,008
52	207.411,99	0,000	0,011	-0,011	97	145.269,32	0,000	0,011	-0,011
53	305.745,16	0,000	0,011	-0,011	98	64.839,69	0,000	0,011	-0,011
54	695.524,89	0,001	0,011	-0,010	99	10.022.982,14	0,014	0,011	0,003
SOMA TOTAL					702.698.817,51				

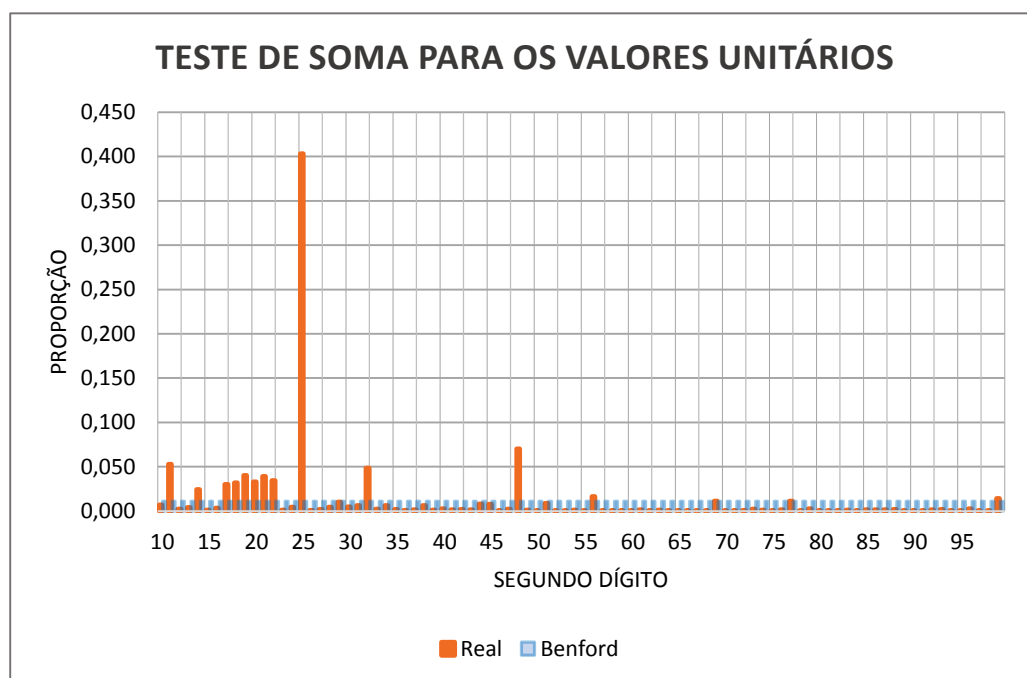
Assim como ocorreu no caso dos valores totais, o Teste de Soma mostrou uma grande desconformidade dos dados com a distribuição de Benford. As somas foram altas para alguns dígitos e bem baixas em outros. Entretanto, os picos ocorreram de forma mais intensa nessa distribuição.

O pico maior se manteve no dígito 25, só que, na distribuição dos valores unitários, o impacto foi maior. Nessa distribuição, os valores aparecem por unidade, já que os preços não são multiplicados pelas respectivas quantidades

Esse resultado se deu em razão do item sistema de cobertura tensionada do Estádio Maracanã, que sozinho ultrapassou R\$ 256 milhões de reais. Ele foi apresentado sob a forma de verba, ou seja, os diversos serviços necessários à execução desse item não foram discriminados individualmente na planilha orçamentária.

Isso mostra que um serviço de alto valor unitário possuirá um maior impacto na distribuição de valores unitários do que na distribuição dos valores totais e, por isso, o Teste de Soma nesse caso terá uma desconformidade ainda maior.

Gráfico 16 – Teste de Soma para os valores unitários



Ao visualizar-se o gráfico anterior, notam-se claramente os diversos picos apresentados no Teste de Soma. Contudo, apesar de os valores unitários não seguirem uma distribuição de Benford, mostrando visível desproporção entre os somatórios dos dois primeiros dígitos, esse teste é uma ferramenta muito útil, potencializada pela comparação com o Teste dos Dois Primeiros Dígitos.

Como o foco dessa análise foi verificar se os dados como um todo apresentaram conformidade com a Lei de Benford, foram fornecidos apenas alguns exemplos de análises individuais, conjugando os testes supramencionados.

Os dígitos 11, 32 e 48 foram tidos como relevantes no Teste de Soma, com valores R\$ 37.067.189,98, R\$ 34.065.381,60 e R\$ 49.174.537,85 respectivamente. Porém, não se mostraram relevantes no Teste dos Dois Primeiros Dígitos (Z Estatístico = 1,543, 1,523 e 1,347 respectivamente). Isso indicou que esses grupos de dígitos não possuíam frequências exageradas, mas eram materialmente relevantes. Seriam indicados, por isso, para compor a amostra a ser auditada em uma fiscalização.

2.5. Teste de Duplicação de Número

Para esse teste foi montado um *rank* com os 10 valores que mais se repetiam na planilha. Dentre eles, foram selecionados alguns dados para exemplo de análise conjugada com o Teste dos Dois Primeiros Dígitos e o Teste de Soma. A tabela e o gráfico são mostrados a seguir.

Tabela 32 – Teste de Duplicação de Número para os valores unitários

TESTE DE DUPLICAÇÃO DE NÚMERO VALORES UNITÁRIOS		
Rank	Valor Unitário	Contagem
1	2.715,61	57
2	470,45	45
3	568,45	42
4	2.940,26	40
5	1.274,11	29
6	2.274,70	26
7	1.674,75	24
8	6.867,95	19
9	1.758,84	19
10	398,40	18

O teste de duplicação de número apontou o valor R\$ 2.715,61 como o mais relevante, com 57 repetições na planilha, assim como ocorreu com a distribuição dos valores totais. Isso ocorreu porque o valor unitário para esses itens se equivalia ao valor total, uma vez que a quantidade era uma unidade. Ao confrontar esse teste com os dois anteriores, percebemos que o dígito 27 se destacou no Teste dos Dois Primeiros Dígitos (Teste $Z = 2,651$), mas teve baixa materialidade no Teste de Soma (R\$ 1.365.425,78). Isso significa que esse grupo, apesar de compor uma amostra grande, não seria considerado tão importante em uma auditoria. Contudo, seria interessante checar quais itens resultaram nessas repetições.

O valor R\$ 2.274,70 apresentou 26 repetições na planilha, ocupando o 6º lugar do *ranking*. Além disso, chamou a atenção no Teste Z para a distribuição dos dois primeiros dígitos 22 (2,021) e no Teste de Soma (R\$ 24.099.220,53). Talvez, em uma auditoria, fosse interessante verificar o porquê das excessivas repetições e avaliar a conveniência de se inserir esse grupo na amostra a ser auditada.

Já o valor R\$ 470,45 ocupou o 2º lugar, com 45 repetições. O dígito 47 foi alto no Teste Z, com valor 3,540, mas teve soma baixa (R\$ 1.581.078,63). Isso significa que o grupo, apesar de grande, possui baixa materialidade em relação ao conjunto de dados. Como se tratam de valores unitários, alguns deles, mesmo com baixo valor, podem se tornar materialmente relevantes quando multiplicados pela quantidade. Nesses casos, seria interessante verificar se esses valores unitários resultam em valores totais consideráveis.

2.6. Teste de Segunda Ordem

O pressuposto desse teste é que, se os dados são compostos de uma sequência geométrica de N valores em conformidade com a Lei NB, então as N-1 diferenças entre os elementos ordenados desses dados geram uma segunda sequência de dados que também se harmoniza com a Lei NB.

Os resultados podem ser visualizados na tabela e no gráfico a seguir.

Tabela 33 – Teste de Segunda Ordem para os valores unitários

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste -Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>
<i>10</i>	210	0,058	0,041	0,016	4,871	0,048	0,035	23,130	0,058	0,041	0,016	0,016
<i>11</i>	152	0,042	0,038	0,004	1,192	0,044	0,031	1,468	0,099	0,079	0,020	0,004
<i>12</i>	197	0,054	0,035	0,019	6,307	0,041	0,029	38,946	0,153	0,114	0,039	0,019
<i>13</i>	117	0,032	0,032	0,000	-0,015	0,038	0,026	0,001	0,185	0,146	0,039	0,000
<i>14</i>	150	0,041	0,030	0,011	3,910	0,036	0,024	15,203	0,227	0,176	0,050	0,011
<i>15</i>	145	0,040	0,028	0,012	4,245	0,034	0,023	17,931	0,266	0,204	0,062	0,012
<i>16</i>	102	0,028	0,026	0,002	0,569	0,032	0,021	0,376	0,294	0,230	0,064	0,002
<i>17</i>	106	0,029	0,025	0,004	1,596	0,030	0,020	2,652	0,323	0,255	0,068	0,004
<i>18</i>	122	0,033	0,023	0,010	3,925	0,029	0,018	15,466	0,357	0,279	0,078	0,010
<i>19</i>	84	0,023	0,022	0,001	0,256	0,027	0,017	0,095	0,380	0,301	0,079	0,001
<i>20</i>	74	0,020	0,021	-0,001	0,317	0,026	0,016	0,137	0,400	0,322	0,078	0,001
<i>21</i>	71	0,019	0,020	-0,001	0,254	0,025	0,015	0,096	0,420	0,342	0,077	0,001
<i>22</i>	67	0,018	0,019	-0,001	0,347	0,024	0,015	0,163	0,438	0,362	0,076	0,001
<i>23</i>	76	0,021	0,018	0,002	0,997	0,023	0,014	1,100	0,459	0,380	0,079	0,002
<i>24</i>	73	0,020	0,018	0,002	0,987	0,022	0,013	1,081	0,479	0,398	0,081	0,002
<i>25</i>	82	0,022	0,017	0,005	2,483	0,021	0,013	6,374	0,501	0,415	0,086	0,005
<i>26</i>	64	0,018	0,016	0,001	0,488	0,021	0,012	0,301	0,519	0,431	0,088	0,001
<i>27</i>	70	0,019	0,016	0,003	1,583	0,020	0,012	2,676	0,538	0,447	0,091	0,003
<i>28</i>	60	0,016	0,015	0,001	0,532	0,019	0,011	0,354	0,555	0,462	0,092	0,001
<i>29</i>	62	0,017	0,015	0,002	1,075	0,019	0,011	1,289	0,572	0,477	0,094	0,002

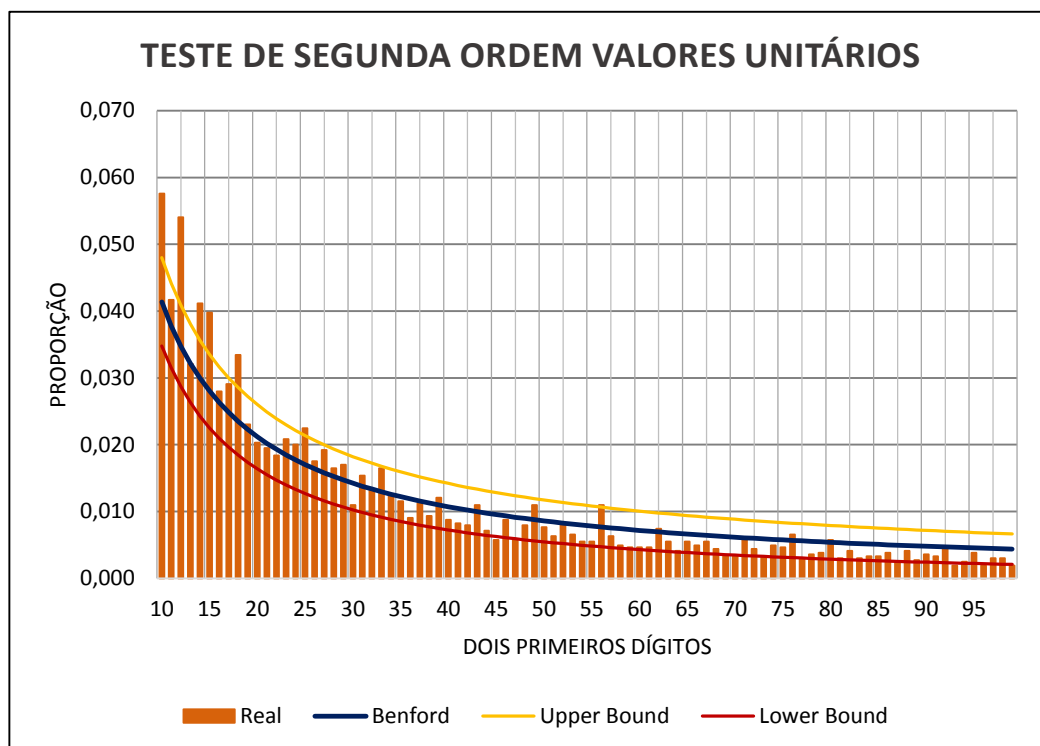
<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferen ça</i>	<i>Teste -Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>
30	40	0,011	0,014	-0,003	1,596	0,018	0,010	2,737	0,583	0,491	0,091	0,003
31	56	0,015	0,014	0,002	0,742	0,018	0,010	0,653	0,598	0,505	0,093	0,002
32	48	0,013	0,013	0,000	0,032	0,017	0,009	0,011	0,611	0,519	0,093	0,000
33	60	0,016	0,013	0,003	1,790	0,017	0,009	3,428	0,628	0,531	0,096	0,003
34	45	0,012	0,013	0,000	0,059	0,016	0,009	0,018	0,640	0,544	0,096	0,000
35	42	0,012	0,012	-0,001	0,317	0,016	0,009	0,152	0,651	0,556	0,095	0,001
36	33	0,009	0,012	-0,003	1,510	0,016	0,008	2,486	0,660	0,568	0,092	0,003
37	41	0,011	0,012	0,000	0,113	0,015	0,008	0,036	0,672	0,580	0,092	0,000
38	34	0,009	0,011	-0,002	1,040	0,015	0,008	1,236	0,681	0,591	0,090	0,002
39	44	0,012	0,011	0,001	0,542	0,015	0,007	0,382	0,693	0,602	0,091	0,001
40	32	0,009	0,011	-0,002	1,061	0,014	0,007	1,289	0,702	0,613	0,089	0,002
41	30	0,008	0,010	-0,002	1,246	0,014	0,007	1,744	0,710	0,623	0,087	0,002
42	29	0,008	0,010	-0,002	1,278	0,014	0,007	1,831	0,718	0,633	0,085	0,002
43	40	0,011	0,010	0,001	0,516	0,013	0,007	0,356	0,729	0,643	0,086	0,001
44	26	0,007	0,010	-0,003	1,530	0,013	0,006	2,581	0,736	0,653	0,083	0,003
45	21	0,006	0,010	-0,004	2,266	0,013	0,006	5,474	0,742	0,663	0,079	0,004
46	32	0,009	0,009	-0,001	0,268	0,013	0,006	0,124	0,751	0,672	0,079	0,001
47	21	0,006	0,009	-0,003	2,060	0,012	0,006	4,565	0,756	0,681	0,075	0,003
48	29	0,008	0,009	-0,001	0,554	0,012	0,006	0,408	0,764	0,690	0,074	0,001
49	40	0,011	0,009	0,002	1,334	0,012	0,006	2,006	0,775	0,699	0,076	0,002
50	28	0,008	0,009	-0,001	0,512	0,012	0,005	0,359	0,783	0,708	0,075	0,001
51	23	0,006	0,008	-0,002	1,313	0,012	0,005	1,952	0,789	0,716	0,073	0,002
52	29	0,008	0,008	0,000	0,121	0,011	0,005	0,045	0,797	0,724	0,073	0,000
53	24	0,007	0,008	-0,002	0,941	0,011	0,005	1,059	0,804	0,732	0,072	0,002
54	20	0,005	0,008	-0,002	1,593	0,011	0,005	2,822	0,809	0,740	0,069	0,002
55	20	0,005	0,008	-0,002	1,509	0,011	0,005	2,551	0,815	0,748	0,067	0,002
56	40	0,011	0,008	0,003	2,176	0,011	0,005	5,116	0,826	0,756	0,070	0,003
57	23	0,006	0,008	-0,001	0,773	0,011	0,005	0,748	0,832	0,763	0,069	0,001
58	18	0,005	0,007	-0,002	1,653	0,010	0,005	3,038	0,837	0,771	0,066	0,002
59	17	0,005	0,007	-0,003	1,773	0,010	0,004	3,472	0,842	0,778	0,064	0,003
60	17	0,005	0,007	-0,003	1,701	0,010	0,004	3,215	0,846	0,785	0,061	0,003
61	17	0,005	0,007	-0,002	1,631	0,010	0,004	2,972	0,851	0,792	0,059	0,002
62	27	0,007	0,007	0,000	0,232	0,010	0,004	0,109	0,858	0,799	0,059	0,000
63	20	0,005	0,007	-0,001	0,891	0,010	0,004	0,977	0,864	0,806	0,058	0,001
64	15	0,004	0,007	-0,003	1,833	0,010	0,004	3,715	0,868	0,813	0,055	0,003
65	20	0,005	0,007	-0,001	0,750	0,009	0,004	0,721	0,874	0,820	0,054	0,001
66	18	0,005	0,007	-0,002	1,092	0,009	0,004	1,418	0,878	0,826	0,052	0,002
67	20	0,005	0,006	-0,001	0,613	0,009	0,004	0,510	0,884	0,833	0,051	0,001
68	16	0,004	0,006	-0,002	1,381	0,009	0,004	2,191	0,888	0,839	0,050	0,002
69	12	0,003	0,006	-0,003	2,161	0,009	0,004	5,104	0,892	0,845	0,047	0,003
70	12	0,003	0,006	-0,003	2,108	0,009	0,003	4,872	0,895	0,851	0,044	0,003
71	21	0,006	0,006	0,000	0,138	0,009	0,003	0,059	0,901	0,857	0,043	0,000
72	16	0,004	0,006	-0,002	1,146	0,009	0,003	1,562	0,905	0,863	0,042	0,002
73	12	0,003	0,006	-0,003	1,954	0,009	0,003	4,228	0,908	0,869	0,039	0,003
74	18	0,005	0,006	-0,001	0,599	0,008	0,003	0,498	0,913	0,875	0,038	0,001
75	17	0,005	0,006	-0,001	0,761	0,008	0,003	0,753	0,918	0,881	0,037	0,001
76	24	0,007	0,006	0,001	0,617	0,008	0,003	0,526	0,925	0,886	0,038	0,001
77	11	0,003	0,006	-0,003	1,982	0,008	0,003	4,354	0,928	0,892	0,035	0,003

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste -Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>
78	13	0,004	0,006	-0,002	1,490	0,008	0,003	2,550	0,931	0,898	0,034	0,002
79	14	0,004	0,005	-0,002	1,217	0,008	0,003	1,758	0,935	0,903	0,032	0,002
80	21	0,006	0,005	0,000	0,188	0,008	0,003	0,090	0,941	0,908	0,032	0,000
81	11	0,003	0,005	-0,002	1,804	0,008	0,003	3,657	0,944	0,914	0,030	0,002
82	15	0,004	0,005	-0,001	0,845	0,008	0,003	0,916	0,948	0,919	0,029	0,001
83	11	0,003	0,005	-0,002	1,718	0,008	0,003	3,344	0,951	0,924	0,027	0,002
84	12	0,003	0,005	-0,002	1,445	0,008	0,003	2,424	0,954	0,929	0,025	0,002
85	12	0,003	0,005	-0,002	1,402	0,008	0,003	2,295	0,957	0,934	0,023	0,002
86	14	0,004	0,005	-0,001	0,892	0,007	0,003	1,013	0,961	0,940	0,022	0,001
87	9	0,002	0,005	-0,002	2,026	0,007	0,003	4,573	0,964	0,944	0,019	0,002
88	15	0,004	0,005	-0,001	0,567	0,007	0,003	0,467	0,968	0,949	0,019	0,001
89	10	0,003	0,005	-0,002	1,714	0,007	0,002	3,344	0,971	0,954	0,016	0,002
90	13	0,004	0,005	-0,001	0,958	0,007	0,002	1,156	0,974	0,959	0,015	0,001
91	12	0,003	0,005	-0,001	1,158	0,007	0,002	1,627	0,978	0,964	0,014	0,001
92	16	0,004	0,005	0,000	0,150	0,007	0,002	0,073	0,982	0,968	0,013	0,000
93	7	0,002	0,005	-0,003	2,298	0,007	0,002	5,829	0,984	0,973	0,011	0,003
94	9	0,002	0,005	-0,002	1,777	0,007	0,002	3,590	0,986	0,978	0,009	0,002
95	14	0,004	0,005	-0,001	0,512	0,007	0,002	0,402	0,990	0,982	0,008	0,001
96	7	0,002	0,005	-0,003	2,204	0,007	0,002	5,395	0,992	0,987	0,005	0,003
97	11	0,003	0,004	-0,001	1,179	0,007	0,002	1,691	0,995	0,991	0,004	0,001
98	11	0,003	0,004	-0,001	1,144	0,007	0,002	1,603	0,998	0,996	0,002	0,001
99	7	0,002	0,004	-0,002	2,114	0,007	0,002	4,993	1,000	1,000	0,000	0,002
<i>N</i>	<i>3.646</i>				<i>χ² Real</i>			<i>272,091</i>		<i>Supremo</i>	<i>0,096</i>	<i>MDA</i>
					<i>χ² Limite</i>			<i>112,02</i>		<i>K-S Limite</i>	<i>0,023</i>	<i>0,0025</i>

Como já advertido por Nigrini (2012), em função da distribuição obtida nesse teste ser usualmente *quase Benford*, ele sugere que, para acessar a conformidade, ou se olhe para o resultado fazendo um julgamento subjetivo ou se use o MDA com fronteiras mais liberais.

Os limites estipulados pelo autor para o MDA, em exame aos dois primeiros dígitos, indicariam uma não conformidade para um valor acima de 0,0022. Contudo, como a distribuição é quase Benford e 0,0025 se aproxima de 0,0022, pode-se aceitar uma conformidade.

Gráfico 17 – Teste de Segunda Ordem para os valores unitários



2.7. Teste dos Dois Últimos Dígitos

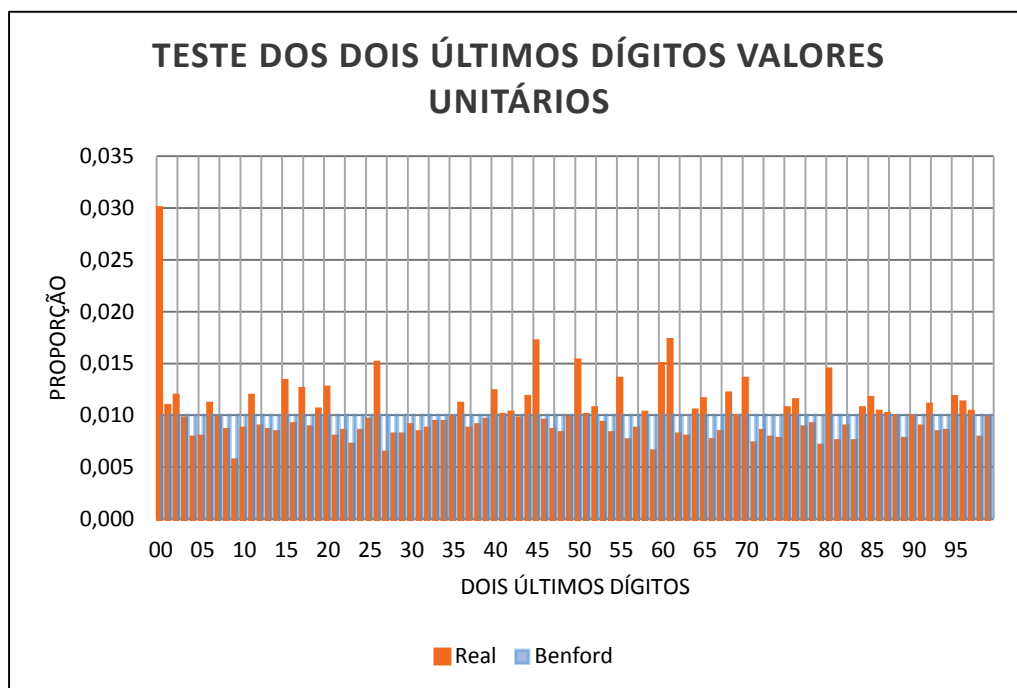
Esse teste identifica duplicações anormais no lado direito dos números em um banco de dados. Picos no gráfico das frequências dos dois últimos dígitos podem indicar erros, números fictícios, ou arredondamento excessivo. Os resultados estão apresentados em tabela e na forma gráfica, conforme se observa a seguir.

Tabela 34 – Teste dos Dois Últimos Dígitos para os valores unitários

Dígito	Cont.	Real	Benford	Diferença	Dígito	Cont.	Real	Benford	Diferença
00	273	0,030	0,01	0,020	50	139	0,015	0,01	0,005
01	99	0,011	0,01	0,001	51	91	0,010	0,01	0,000
02	108	0,012	0,01	0,002	52	97	0,011	0,01	0,001
03	88	0,010	0,01	0,000	53	84	0,009	0,01	-0,001
04	71	0,008	0,01	-0,002	54	75	0,008	0,01	-0,002
05	72	0,008	0,01	-0,002	55	123	0,013	0,01	0,003
06	101	0,011	0,01	0,001	56	69	0,008	0,01	-0,002
07	89	0,010	0,01	0,000	57	79	0,009	0,01	-0,001
08	78	0,009	0,01	-0,001	58	93	0,010	0,01	0,000
09	51	0,006	0,01	-0,004	59	59	0,006	0,01	-0,004

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
10	79	0,009	0,01	-0,001	60	136	0,015	0,01	0,005
11	108	0,012	0,01	0,002	61	157	0,017	0,01	0,007
12	81	0,009	0,01	-0,001	62	74	0,008	0,01	-0,002
13	78	0,009	0,01	-0,001	63	72	0,008	0,01	-0,002
14	76	0,008	0,01	-0,002	64	95	0,010	0,01	0,000
15	121	0,013	0,01	0,003	65	105	0,012	0,01	0,002
16	83	0,009	0,01	-0,001	66	69	0,008	0,01	-0,002
17	114	0,013	0,01	0,003	67	76	0,008	0,01	-0,002
18	80	0,009	0,01	-0,001	68	110	0,012	0,01	0,002
19	96	0,011	0,01	0,001	69	90	0,010	0,01	0,000
20	115	0,013	0,01	0,003	70	123	0,013	0,01	0,003
21	72	0,008	0,01	-0,002	71	66	0,007	0,01	-0,003
22	77	0,008	0,01	-0,002	72	77	0,008	0,01	-0,002
23	65	0,007	0,01	-0,003	73	71	0,008	0,01	-0,002
24	77	0,008	0,01	-0,002	74	70	0,008	0,01	-0,002
25	87	0,010	0,01	0,000	75	97	0,011	0,01	0,001
26	137	0,015	0,01	0,005	76	104	0,011	0,01	0,001
27	58	0,006	0,01	-0,004	77	80	0,009	0,01	-0,001
28	74	0,008	0,01	-0,002	78	83	0,009	0,01	-0,001
29	74	0,008	0,01	-0,002	79	64	0,007	0,01	-0,003
30	82	0,009	0,01	-0,001	80	131	0,014	0,01	0,004
31	76	0,008	0,01	-0,002	81	68	0,007	0,01	-0,003
32	79	0,009	0,01	-0,001	82	81	0,009	0,01	-0,001
33	85	0,009	0,01	-0,001	83	68	0,007	0,01	-0,003
34	85	0,009	0,01	-0,001	84	97	0,011	0,01	0,001
35	89	0,010	0,01	0,000	85	106	0,012	0,01	0,002
36	101	0,011	0,01	0,001	86	94	0,010	0,01	0,000
37	79	0,009	0,01	-0,001	87	92	0,010	0,01	0,000
38	82	0,009	0,01	-0,001	88	90	0,010	0,01	0,000
39	87	0,010	0,01	0,000	89	70	0,008	0,01	-0,002
40	112	0,012	0,01	0,002	90	90	0,010	0,01	0,000
41	91	0,010	0,01	0,000	91	81	0,009	0,01	-0,001
42	93	0,010	0,01	0,000	92	100	0,011	0,01	0,001
43	88	0,010	0,01	0,000	93	76	0,008	0,01	-0,002
44	107	0,012	0,01	0,002	94	77	0,008	0,01	-0,002
45	156	0,017	0,01	0,007	95	107	0,012	0,01	0,002
46	86	0,009	0,01	-0,001	96	102	0,011	0,01	0,001
47	78	0,009	0,01	-0,001	97	94	0,010	0,01	0,000
48	75	0,008	0,01	-0,002	98	71	0,008	0,01	-0,002
49	89	0,010	0,01	0,000	99	89	0,010	0,01	0,000

Gráfico 18 – Teste dos Dois Últimos Dígitos para os valores unitários



No gráfico consegue-se visualizar melhor o conjunto e se nota, assim como ocorreu na análise dos valores totais, que os dígitos 00 prevaleceram em relação aos demais. Também se percebem picos nos dígitos múltiplos de 5. Como os dados se referem a preços de mercado, é natural que prevaleçam valores arredondados em relação a valores quebrados.

2.8. Modelo Fator de Distorção

O Modelo Fator de Distorção visa a verificar se os dados foram super ou subestimados em relação à distribuição de Benford, e dá a extensão da distorção.

Tabela 35 – Modelo Fator de Distorção para os valores unitários

MODELO FATOR DE DISTRORÇÃO VALORES UNITÁRIOS		
Média real	Fator de Distorção	Z Estatístico
36,99580633	-0,053369401	-7,98277667
Média esperada	Desvio Padrão	
39,08156612	0,006685569	

Os resultados mostram que a média real foi inferior à média esperada, o que sugere uma subestimação dos dados. Além disso, o Z Estatístico foi superior a 1,96, o que indica que a discrepância encontrada foi significativa em um nível de 0,05. O resultado do fator de distorção indica que os dados foram subestimados em 5,33% em relação a uma distribuição de Benford.

2.9. Base logarítmica da Lei de Benford

O objetivo desse teste foi verificar se as mantissas dos logaritmos dos dados eram uniformemente distribuídas ao longo do intervalo de $[0,1)$, atendendo a uma propriedade da Lei de Benford.

Para testar essa propriedade das mantissas, utilizou-se a regressão linear, em que se testou o intercepto, a inclinação e o R-Quadrado. A variável y é o conjunto das mantissas ordenadas e a variável x é o rank (1, 2, 3, ..., N).

Gráfico 19 – Distribuição das mantissas dos logaritmos dos valores unitários

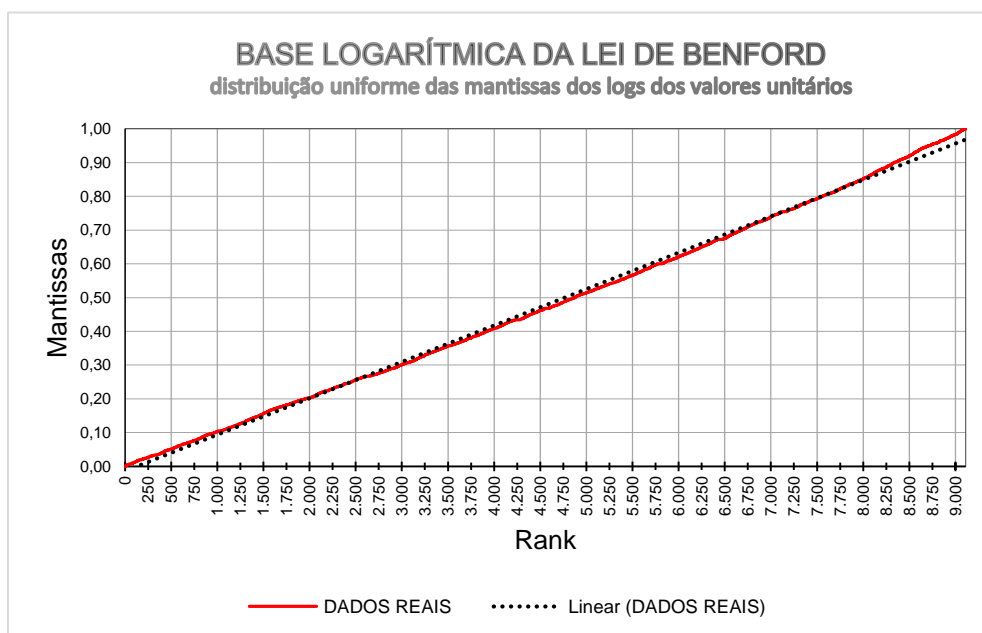


Tabela 36 – Regressão linear para os valores unitários

BASE LOGARÍTMICA DA LEI DE BENFORD VALORES UNITÁRIOS - REGRESSÃO LINEAR				
	R ²	INCLINAÇÃO	INTERCEPTO	EQUAÇÃO
Real	0,99853	0,00010786	-0,0144013	$y = 0,00010786x - 0,0144$
Esperado	1	0,00010972	0	$y = 0,00010972x$

Conforme observado na tabela e no gráfico, os resultados comprovaram que as mantissas dos logaritmos dos valores totais se distribuíam uniformemente formando quase uma linha reta.

2.10. Mantissa Arc Test

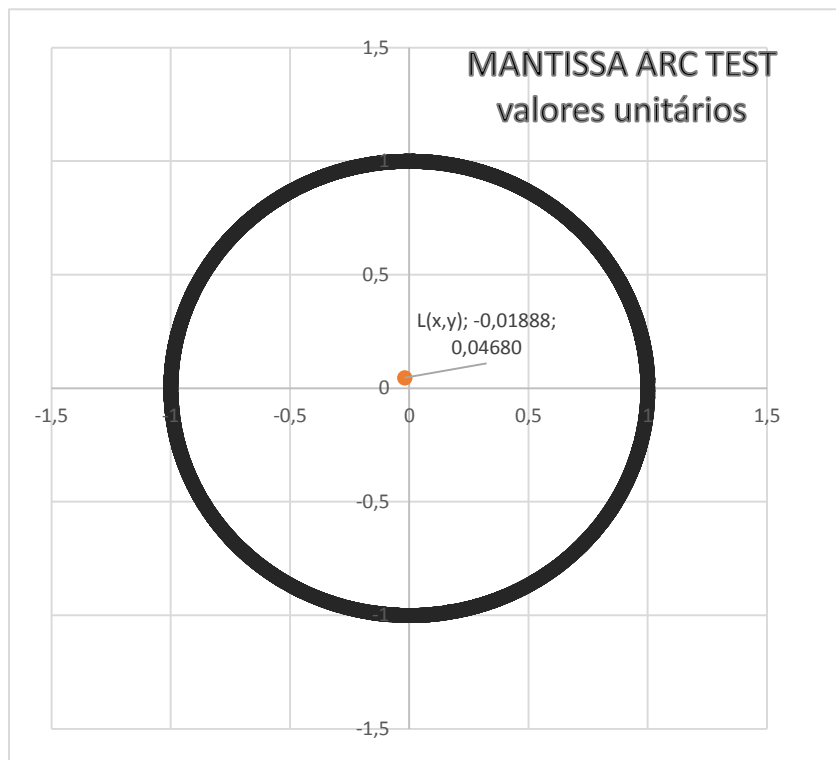
Tabela 37 – Mantissa Arc Test valores unitários

MANTISSA ARC TEST VALORES UNITÁRIOS	
Lx	-0,01888
Ly	0,046780
L²	0,00255
P-VALOR	1,00
P-VALOR (adaptado)	0,05180

Como se pode observar, os pontos Lx e Ly , que representam o centro de gravidade da distribuição das mantissas, aproximaram-se bastante do ponto (0,00;0,00). O p-valor chegou a 1,0, mas, se fosse adotado o termo " $\sqrt[3]{N}$ " no lugar de no cálculo ($p\text{-valor} = 1 - e^{-L^2 \times N}$), como sugerido por Nigrini (2012), obter-se-ia 0,0518. Esse resultado indica que a distribuição das mantissas dos logaritmos

dos valores unitários apresentou uniformidade inferior à distribuição dos valores totais (p -valor = 0,00145).

Gráfico 20 – Mantissa Arc Test valores unitários



3. Conclusão

Quanto aos valores totais, o Teste das Médias dos Desvios Absolutos mostrou uma conformidade aproximada dos dados com a distribuição de Benford para os três testes primários realizados. Cabe ressaltar que este teste foi preferido aos demais testes estatísticos por ignorar o tamanho do conjunto de dados.

Para os valores unitários, o Teste das Médias dos Desvios Absolutos mostrou uma conformidade aproximada dos dados com a distribuição de Benford para o Teste do Primeiro Dígito e para o Teste do Segundo Dígito. Para o Teste dos Dois Primeiros Dígitos, o MDA apresentou uma conformidade aceitável.

O Teste de Soma mostrou uma grande desconformidade dos dados, tanto para os valores totais, quanto para os valores unitários. As somas foram altas para alguns dígitos e bem baixas em outros, ao passo que, para se conformar a uma distribuição de Benford, os dados precisariam apresentar a mesma proporção de 0,011 em todas as somas. Todavia, esse teste, quando analisado em conjunto com o Teste dos Dois Primeiros Dígitos e com o Teste de Duplicação de Número, pode revelar valores isolados significativamente altos na planilha ou dados de médio valor que se repetem. Cabe ressaltar que um serviço de alto valor unitário possuirá um maior impacto na distribuição de valores unitários do que na distribuição dos valores totais.

O Teste de Segunda Ordem, para os valores totais, mostrou que, mesmo não sendo seguidas as diretrizes de Nigrini, que preceitua que a análise deve adotar fronteiras mais liberais para esse teste, em função da distribuição obtida ser *quase Benford*, considerar-se-ia que esses dados se conformavam com Lei em tela.

Já o Teste de Segunda Ordem para os valores unitários superou as fronteiras do MDA. Contudo, como a distribuição é *quase Benford* e o valor encontrado de 0,0025 se aproxima do limite de 0,0022, pode-se aceitar uma conformidade.

Quanto ao Teste dos Dois Últimos Dígitos, tanto para os valores totais, quanto para os valores unitários, os dígitos 00 prevaleceram em relação aos demais. Além disso, observando-se os picos no gráfico, notou-se que prevaleceram valores arredondados em relação a valores quebrados.

Os resultados do Teste Modelo Fator de Distorção mostraram que a distorção encontrada para os valores totais não foi significativa, mas que a distorção apresentada pelos valores unitários indicou que os dados foram subestimados em 5,33% em relação a uma distribuição de Benford.

Para ambas as distribuições, os resultados comprovaram que as mantissas dos logaritmos se distribuíam uniformemente formando uma linha quase reta. Entretanto, a distribuição das mantissas dos logaritmos dos valores unitários apresentou uniformidade inferior à distribuição dos valores totais.

Ante o exposto, conclui-se que, de acordo com os Testes Primários, que são os testes principais aplicados, e segundo os parâmetros do MDA (teste recomendado por Nigrini), os valores totais e os valores unitários se conformaram com a Lei de Benford. Contudo, os valores totais tiveram um desempenho superior nos testes, o que pode se justificar pelo fato de essa distribuição conter valores resultantes da multiplicação de duas variáveis (valor unitário x quantidade), enquanto os valores unitários resultam de apenas uma variável.

APÊNDICE 2 – LEI DE NEWCOMB-BENFORD X SOBREPREGO APURADO PELO TCU

As três análises a seguir foram divididas em quatro partes:

- 1) Análise realizada pelo Tribunal de Contas da União;
- 2) Análise realizada com base na Lei Newcomb-Benford;
- 3) Confronto entre as duas análises;
- 4) Conclusão.

1. Análise do Estádio Maracanã

1.1. Análise realizada pelo Tribunal de Contas da União:

A Corte de Contas atuou na análise e verificação da regularidade do contrato de empréstimo celebrado entre o BNDES e o Estado do Rio de Janeiro, para a execução da obra em tela, uma vez que os recursos estaduais eram da competência do Tribunal de Contas do Estado do Rio.

Ao apreciar o relatório de acompanhamento da referida operação de crédito, o TCU constatou que o projeto básico do Edital da Concorrência Nacional n.045/2010/SEOBRAS, referente à elaboração do projeto executivo e à execução das obras, estava deficiente.

A licitação ocorrera em junho de 2010, e o Contrato n.101/2010 fora celebrado em agosto, com o Consórcio Maracanã Rio 2014, integrado pelas construtoras Andrade Gutierrez, Odebrecht e Delta. O lance vencedor foi de R\$ 705 milhões, e estava abaixo em 2,14% do valor definido no orçamento base da licitação (R\$ 720 milhões).

Contudo, em função de exigências da FIFA e readequações realizadas no projeto, a planilha orçamentária da licitação sofreu significativas alterações. Mas o ente contratante (o Governo do Estado do Rio de Janeiro), invertendo a ordem

natural de um processo de aditamento do contrato, acabou elaborando uma nova planilha orçamentária, submetendo-a previamente aos órgãos de controle antes obter anuência do contratado.

Assim, o TCU analisou o novo orçamento apresentado pelo Governo do Estado do Rio de Janeiro, o qual abrangia serviços, quantitativos e preços unitários distintos dos acordados com o Consórcio vencedor. As planilhas do orçamento licitado e da proposta vencedora eram compostas por mais de 3 mil itens de serviços, ao passo que a nova planilha apresentada abrangia 1.028 itens. Isso ocorreu porque vários itens de serviço que haviam sido discriminados de forma analítica na planilha contratual foram agrupados no novo orçamento apresentado ao TCU.

A análise deste trabalho incidiu sobre o orçamento inicialmente entregue ao TCU, no valor de R\$ 931.885.382,19, uma vez que foram apresentados outros orçamentos a posteriori, que praticamente eliminaram o sobrepreço da maioria dos itens da planilha. Selecionou-se o orçamento inicial para que a análise dos dados ocorresse da forma mais efetiva possível, abrangendo todo o sobrepreço apontado pela unidade técnica do TCU inicialmente.

Para a análise de planilhas orçamentárias de obras públicas, o TCU adota usualmente o Sistema Excel, em que utiliza a Curva ABC como ferramenta para a seleção da amostra a ser examinada. A Curva ABC consiste na seleção dos serviços de maior valor da planilha, os quais são exibidos em ordem decrescente de magnitude, até que seu valor acumulado totalize 80% do valor da obra. Tais serviços geralmente representam 20% do volume de itens da planilha.

Selecionada a amostra, a Corte de Contas adota preferencialmente como referência para a análise dos custos dos serviços o Sistema Sinapi, o qual é mantido pela Caixa Econômica Federal, conforme determinação do art. 127 da Lei de Diretrizes Orçamentárias para 2011. De forma subsidiária, recorre a outros sistemas referenciais de preços como o SCO-RIO (Site da Controladoria Geral do Município do Rio de Janeiro), a tabela da EMOP (Empresa de Obras Públicas do Estado do Rio de Janeiro), a tabela da AETESP (Associação das Empresas de Topografia do Estado de São Paulo) e o TCPO (Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos) da Editora Pini.

Em função da grande especificidade e complexidade dessa obra, apenas uma pequena parcela do orçamento apresentado pode ser analisada da forma convencional rotineiramente adotada pelas Secretarias especializadas em fiscalização de obras do Tribunal. Não sendo os preços de referência encontrados em nenhum sistema de custos, foram realizadas cotações com fornecedores ou utilizados preços obtidos em obras semelhantes.

Após a análise de preços, o TCU apurou um índice de sobrepreço no valor de R\$ 163.410.370,86, equivalente a 27,86% da amostra analisada. A curva ABC foi exposta na planilha a seguir, em que se evidenciaram o orçamento da administração, a análise realizada pelo TCU e o sobrepreço apurado.

Tabela 38 –Curva ABC – Análise TCU: Maracanã

CURVA ABC - ORÇAMENTO OBRAS DO ESTÁDIO MARACANÁ								
DESCRIÇÃO	UNIDADE	ORÇAMENTO CONTRATADO			REFERÊNCIA TCU			Sobrepreço
		QUANT.	CUSTO UNIT.	TOTAL	Qtde TCU	Custo Unit.	Total TCU	
SISTEMA DE COBERTURA TENSIONADA, INCLUINDO ESTRUTURA METALICA, CABOS "FULLY LOCKED" E MEMBRANA "PTFE", CONFORME PROJETA HIGHTEX, REF. JOP/JUV, P/ESTADIO DO MARACANA COPA 2014.	UN	1,00	256.714.917,00	256.714.917,00	1,00	229.752.944,20	229.752.944,20	26.961.972,80
SISTEMA DE AR CONDICIONADO CENTRAL E VENTILACAO MECANICA COMPLETA, P/O ESTADIO MARIO FILHO - MARACANA COPA 2014, CONFORME PROPOSTA PR-078620 (AMBIENTER), FORNECIMENTO E MONTAGEM.	UN	1,00	48.844.340,89	48.844.340,89	1,00	39.677.275,79	39.677.275,79	9.167.065,10
ADMINISTRACAO LOCAL P/OBRAS DE REFORMA C/ MODIFICACOES E ACRESCIMOS PARA O ESTADIO MARIO FILHO, MARACANA COPA 2014, CONFORME PLANILHA Nº 003/2011 EMOP.	UN	1,00	32.863.882,27	32.863.882,27	1,00	20.300.599,92	20.300.599,92	12.563.282,35
MOBILIARIO ESPORTIVO, E MOBILIARIO DO AUDITORIO PARA O ESTADIO DO MARACANA COPA 2014- CONFORME PROPOSTA DA MACKEY INDUS-TRIA DE MOVEIS LTDA	UN	1,00	25.518.649,48	25.518.649,48	1,00	21.460.922,90	21.460.922,90	4.057.726,58
RECUPERACAO DA ESTRUTURA DO ESTADIO MARIO FILHO - MARACANA - COPA 2014, CONFORME PLANILHA 004/2011 - EMOP.	UN	1,00	22.904.212,57	22.904.212,57	1,00	12.064.548,21	12.064.548,21	10.839.664,36
DEMOLICAO DE COBERTURA EM CONCRETO ARMADO SOBRE A ARQUIBAN-CADA DO MARACANA (MARQUIZE), CONFORME PLANILHA ORCAMENTARIA N002/2009-EMOP.	UN	1,00	21.439.722,66	21.439.722,66	1,00	7.975.038,08	7.975.038,08	13.464.684,58
SISTEMA DE PAINELIS INFORMATIVOS, DISPLAYS E HORARIO UNIFICADO PARA O ESTADIO MARIO FILHO-MARACANA, CONFORME PROPOSTA PP95981/10 REV. 1 DA PROSEGUR. FORN. E INST. (MARACANA COPA 2014)	UN	1,00	20.206.546,09	20.206.546,09				
SERVICOS (CABLAGEIS, CONECTORIZACOES, INSTALACAO E INTERLIGA-CAO DE SOFTWARES, COMISSONAMENTOS, START-UP E OPERACOES ASSISTIDAS), CONFORME PROP. PP 95981/10, PROSEGUR. FOR. INST. MARACANA.	UN	1,00	19.081.957,09	19.081.957,09	1,00	14.840.378,35	14.840.378,35	4.241.578,74
TRANSFORMADORES, GRUPOS GERADORES, NOBREAKS E RETIFIC. PAINELIS MEDIA E BAIXA TENSÃO, BARRAM BLIND. E DEMAIS COMPONENTES DEACORDO C/PROP. 10.136/81-TECKMA ENGENH. MARACANA COPA 2014.	UN	1,00	18.600.382,98	18.600.382,98				
SISTEMA DE CONTROLE DE ACESSO RESTRITO E CONTROLE DE ACESSO PUBLICO, PARA O ESTADIO MARIO FILHO-MARACANA, CONFORME PRO-POSTA PP 95981/10 REV. 1 DA PROSEGUR. FORN. E INST. (COPA 2014)	UN	1,00	17.544.505,41	17.544.505,41	1,00	5.173.916,71	5.173.916,71	12.370.588,70
PASTILHA DE PORCELANA FORMATO PALITO MD. (2,5X5)CM, COR BRANCOASSENTE C/ARGAM. CIM. SAIBRO E AREA FINA, TRACO 1:3:3, REVEXT. EXT. C/2,5CM DE ESP. INCL. CHAPISCO E REJUNTE. FORNEC. E INSTAL.	M2	90.090,62	152,47	13.736.116,83	90.090,62	116,13	10.462.071,31	3.274.045,52
ESQUADRIAS DE ALUMINIO PARA O ESTADIO MARIO FILHO-MARACANA CONFORME PROPOSTA DA ITEFAL Nº T 2011-0131-000 E CAXILHOS COMPLEMENTARES.	UN	1,00	11.920.282,97	11.920.282,97	1,00	9.984.621,02	9.984.621,02	1.935.661,95
PRE MOLDADO EM CONCRETO ARMADO COMPREENDENDO DESDE A FABRICACAO ATE INSTALACAO NO LOCAL, PARA ARQUIBANCADA DO MARACANA, CONFORME PLANILHA ORCAMENTARIA 001/2011-MARACNA COPA 2014.	UN	1,00	11.771.177,22	11.771.177,22	1,00	8.165.744,16	8.165.744,16	3.605.433,06
DESMONTAGEM DE ESTRUTURAS METALICA, PARA O MARACANA - COPA2014.	KG	1.416.015,19	8,31	11.767.086,22	1.416.015,19	0,29	417.038,59	11.350.047,63
SISTEMA DE SONORIZACAO (AREAS INTERNAS E ARQUIBANCADAS), PARA O ESTADIO MARIO FILHO-MARACANA, CONFORME PROPOSTA PP 95981/10REV. 1 DA PROSEGUR. FORN. E INST. (MARACANA COPA 2014)	UN	1,00	11.512.097,16	11.512.097,16	1,00	7.763.209,02	7.763.209,02	3.748.888,14
SISTEMA DE COMUNICACAO DE VOZ E DADOS PARA O ESTADIO MARIOFILHO-MARACANA, CONFORME PROPOSTA PP 95981/10REV. 1-DA PROSE-GUR. FORNECIMENTO E INSTALACAO, (OBRA DO MARACANA COPA 2014)	UN	1,00	9.974.485,72	9.974.485,72				
PISO MONOLITICO DE ALTA RESISTENCIA POLIURETANICO FLAKES3000C/ACAB. VERNIZ PU ACETINADO E-4MM NSBRASIL OU SIM. APUC. SOBRE CONTRAPISO NIVELADO E. 3MM. INCL. ESTE. MARACANA 2014. F/I.	M2	81.803,94	113,28	9.266.750,32	81.803,94	106,04	8.674.386,72	592.363,60
DEMOLICAO DE CONCRETO ARMADO COM EQUIPAMENTO ESPECIAL (ESCAVADEIRA COM ROMPEDOR HIDRAULICO, P/OBRA DO MARACANA COPA 2014.	M3	14.067,56	600,00	8.440.536,00	14.067,56	415,80	5.849.321,42	2.591.214,58
IMPERMEABILIZACAO-REVESTIMENTO DE DEGRAU DE ARQUIBANCADA COM POLIUREIA PURA, 2KG POR M2, CURA RAPIDA, APLICADA COM EQUI-PAMENTO BI-COMPONENTE (A QUENTE) TIPO HOT SPRAY	M2	70.400,40	116,49	8.200.942,59	70.400,40	119,02	8.379.196,41	-178.253,82
CONCRETO BOMBEADO FCK 35MPA C/ADITIVO DE SILICA ATIVA DOSADOS SOBRE O PESO DO CIMENTO, PROP. 10%, COMPREEND. FORN. DO CONCRETO, COLOC. NAS FORMAS, ESPALH. ADENSAM. MEC. E ACAB. P/MARACANA 2014.	M3	20.218,00	385,98	7.803.743,64	20.218,00	352,25	7.121.750,06	681.993,58
SISTEMA DE ATIVOS DE REDE, PARA O ESTADIO MARIO FILHO-MARACA-NA, CONFORME PROPOSTA PP 95981/10 REV. 1 DA PROSEGUR. FORNECI-MENTO E INSTALACAO, (MARACANA COPA 2014)	UN	1,00	7.707.727,03	7.707.727,03				
LOCACAO PARA EQUIPE DE TOPOGRAFIA PARA ACOMPANHAMENTO DE OBRA, INCLUSIVE OS EQUIPAMENTOS, VIATURAS E 03 AUXILIARES -MARACANA COPA 2014.	UNxMES	180,00	41.824,20	7.528.356,00	90,00	10.385,04	934.653,98	6.593.702,02
LOCACAO PARA OBRA DE EQUIPE DE TOPOGRAFIA, PARA LEVANTAMENTOCADAISTRAS, INCLUINDO OS EQUIPAMENTOS, VIATURAS E 03 AUXILIA-RES. MARACANA -COPA 2014.	UNxMES	18,00	41.824,20	752.835,60	9,00	12.431,82	111.886,41	640.949,19
SISTEMA DE CIRCUITO FECHADO DE TV (CFTV), PARA O ESTADIO MA-RIO FILHO-MARACANA, CONFORME PROPOSTA PP 95981/10 REV. 1 DAPROSEGUR. FORNECIMENTO E INSTALACAO. (MARACANA COPA 2014)	UN	1,00	6.929.255,82	6.929.255,82	1	1.891.188,91	1.891.188,91	5.038.066,91
SISTEMA DE AUTOMACAO PREDIAL (BMS), PARA O ESTADIO MARIOFILHO-MARACANA, CONFORME PROPOSTA PP 95981/10 REV. 1 DA PROSE-GUR. FORNECIMENTO E INSTALACAO.	UN	1,00	5.668.552,67	5.668.552,67	1,00	2.790.550,54	2.790.550,54	2.878.002,13
ELABORACAO DE PROJETO EXECUTIVO DE OBRA DE REFORMA E ADEQUACAO DO ESTADIO JORNALISTA MARIO FILHO, COMPREENDENDO OS PROJETOS DA COBERTURA. P/MARACANA - COPA 2014.	UN	1,00	5.661.206,90	5.661.206,90				
PROJETO EXECUTIVO DE OBRA DE REFORMA E ADEQUACAO DO ESTADIO JORNALISTA MARIO FILHO (MARACANA), COMPREENDENDO OS PROJETOS DE ESTRUTURA METELICA E DE CONCRETO, P/MARACANA - COPA 2014.	UN	1,00	3.000.853,30	3.000.853,30				
PROJETO EXECUTIVO DE OBRA DE REFORMA E ADEQUACAO DO ESTADIO JORNALISTA MARIO FILHO (MARACANA), COMPREENDENDO PROJETOS DE ARQUITETUTA. MARACANA - COPA 2014	UN	1,00	2.437.241,16	2.437.241,16	1,00	20.083.736,69	20.083.736,69	-2.034.005,87
ELABORACAO DE PROJETO EXECUTIVO DE OBRA DE REFORMA E ADEQUACAO DO ESTADIO JORNALISTA MARIO FILHO, COMPREENDENDO OS PROJETOS DE INTALACOES PREDIAIS MARACANA COPA 2014	UN	1,00	2.156.422,42	2.156.422,42				
ELABORACAO DE PROJETO EXECUTIVO DE OBRA DE REFORMA E ADEQUA-CAO DO ESTADIO JORNALISTA MARIO FILHO, COMPREENDENDO OS PROJETOS DE SISTEMAS ELETRONICOS, P/MARACANA - COPA 2014.	UN	1,00	1.977.034,84	1.977.034,84				
UNIDADE DE REF. P/SERV. DE PROJ. E CONSULTORIA	UR	9.114,94	309,05	2.816.972,20				
DEMOLICAO C/EQUIP. DE AR COMPR., DE MASSAS DE CONCR. ARMADO, EXCETO PISOS OU PAV.	M3	19.784,98	258,38	5.112.043,13	19.784,98	223,04	4.412.841,94	699.201,19
FORRO EM GRADE METALICA ELETROFUNDIDA MALHA 30X100MM, H=20CM, SENDO BARRA PRINCIPAL 20X2MM, EM ACO CARBONO SAE 1006/1020, A-CAB. PINT. ELETROST. FORNEC. E INSTALACAO, P/MARACANA COPA 2014.	M2	29.806,66	163,52	4.873.985,04	29.806,66	112,72	3.359.691,63	1.514.293,41
BARRA DE ACO CA-50B. C/SALIENCIA, DIAM. ACIMA DE 12,5MM, DESTINADA A ARMADURA DE CONCR. ARMADO	KG	1.439.866,00	3,34	4.809.152,44	1.439.866,00	4,63	6.666.579,58	-1.857.427,14
PROJETOR DE SOBREPOR, MOD. COLORREACH POWERCORE (FACHO MEDIO 49PHILIPS OU SIMILAR. FORNECIMENTO E COLOCACAO, P/MARACANA 2014.	UN	358,00	13.251,15	4.743.911,70				
ELEVADORES DE PASSAGEIROS, SEGUNDO NORMA ABNT NBR-NM207 E NBRNM-313, COMPOSTA P/15 UNIDADES P/ESTADIO MARIO FILHO-MARACANA CONFORME PROP. OTIS ELEVADORES Nº46-1-9. FORNEC./INSTALACAO.	UN	1,00	4.555.793,87	4.555.793,87				
SISTEMA DE BROADCASTING (TRANSMISSAO P/TV EM HDTV E TV 3D), PARA O ESTADIO MARIO FILHO-MARACANA, CONFORME PROPOSTA PP95981/10 REV. 1 DA PROSEGUR. FORN. E INST. (MARACANA COPA 2014)	UN	1,00	4.463.453,12	4.463.453,12				
PROJETOR DE SOBREPOR, MOD. SW REACH POWERCORE, (FACHO MEDIO 40PHILIPS OU SIMILAR. FORNECIMENTO E COLOCACAO, P/MARACANA 2014.	UN	282,00	13.251,15	3.736.824,30				

CURVA ABC - ORÇAMENTO OBRAS DO ESTÁDIO MARACANÁ								
DESCRIÇÃO	UNIDADE	ORÇAMENTO CONTRATADO			REFERÊNCIA TCU			
		QUANT.	CUSTO UNIT.	TOTAL	Qtde TCU	Custo Unit.	Total TCU	Sobrepreço
PROJETOR DE SOBREPOR, MOD. COLORGRAZE POWERCORE (FACHO MEDIO30°X60°) PHILIPS OU SIMILAR, P/INSTALACAO EM UNHA CONTINUAPARA A OBRA DO MARACANA COPA 2014. FORNECIMENTO E INSTALACAO	UN	1.356,00	2.649,35	3.592.518,60	1.356,00	2.649,35	3.592.518,60	0,00
PASTILHA DE VIDRO (2X2) VITROLI/SIMILAR, INCL. ALUGUEL DE TORRE E ANDAIME, TRANSP. CARGA/DESCARG, MONT E DESM. DE ANDAIMES, PLATAFORMA, CHAPISCO, ARGAMASSA. FORN E ASSENT. P/MARACANA 2014.	M2	6.004,79	584,53	3.509.979,89	6.004,79	175,24	1.052.279,40	2.457.700,49
SISTEMA DE ENERGIA ININTERRUPTA, PARA O ESTADIO MARIO FILHO-MARACANA, CONFORME PROPOSTA PP 95981/10 REV.1 DA PROSEGRU. FORNECIMENTO E INSTALACAO. (MARACANA COPA 2014).	UN	1,00	3.444.784,12	3.444.784,12	1,00	1.048.877,57	1.048.877,57	2.395.906,55
BARRA DE ACO CA-50, C/SALIENCIA, DIAM. DE 8 A 12,5MM, DESTINADA A ARMADURA DE CONCR. ARMADO	KG	907.999,00	3,62	3.286.956,38	907.999,00	4,84	4.394.715,16	-1.107.758,78
JUNTA DE DILATAÇÃO E VEDAÇÃO P/OBRAS DE ARTE, MOV. DE -15 A+25MM, INCLUI CORTE E REMOÇÃO DO PAV.	M	11.481,00	255,56	2.934.084,36	11.481,00	303,10	3.479.891,10	-545.806,74
ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO DE 15X20X40CM, ASSENTES COM ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA, NO TRACO 1:6, EM PAREDES DE 0,15M ESP. SUPERF. CORRIDA ATE 3,0M ALT. MEDIDA PELA AREA REAL	M2	61.122,98	40,90	2.499.929,88	61.122,98	47,46	2.900.896,63	-400.966,75
REVESTIMENTO CERAMICO TIPO GRES P/USO INDUSTRIAL, EM PLACA EXTRUDADA 300X300X12MM, TIPO KERAFLOOR REF. 7032/1015, COR CINZA CLARO GAIL OU SIMILAR. FORN. INSTAL. P/ MARACANA COPA 2014	M2	21.531,48	105,70	2.275.877,43	21.531,48	92,15	1.984.020,15	291.857,28
CORTE, DOBRAGEM, MONT. E COLOC. DE FERRAG. NA FORMA, ACO CA-50B OU CA-50A, EM BARRA REDONDA C/DIAM. ACIMA DE 12,5MM	KG	1.439.866,00	1,56	2.246.190,96	1.439.866,00	1,73	2.490.968,18	-244.777,22
RECICLAGEM MATERIAL PROVENIENTE DEMOLICOES PRIMARIAS CONCR.ARM., PULV. HIDR. GARRAS ART. GIR. 360° ACOP. ESC. BRIT. MAT. E DESAG. ACO IMPR. C/ MOVEI BRIT. MANDIB., CONCR. 80KG/M3. MARACANA 2014.	M3	26.613,95	80,37	2.138.963,16	26.613,95	-0,21	-5.588,93	2.144.552,09
LAJE PAINEL DE 25CM DE LARGURA, BETA 12 PARA SOBRECARGA DE 0,4KN/M2 E VAO ATE 5,00M, INCLUSIVE EPS 5X15X50CM, EXCLUSIVE CAPEAMENTO. PARA OBRA DO MARACANA COPA 2014.	M2	36.530,00	55,98	2.044.949,40	36.530,00	49,79	1.818.700,85	226.248,56
REVEST. DE PISO EM PLACAS DE GRANITO BRANCO POLAR POLIDO, MED. (60X60)CM, E=2,00CM. ASSENTADO C/NATA DE CIMENTO SOBRE ARGAM. DE CIM. AREIA E SAIBRO, TRACO 1:2:2 E REJUNTE CIMENTO BRANCO.	M2	10.239,94	196,72	2.014.400,99	10.239,94	154,17	1.578.691,55	435.709,44
RODAPE DE GRANITO BRANCO POLAR, ESP=2CM E H=10CM. ACABAM. POLI. DO. ASSEN. C/ ARGAM. DE CIMENTO, AREIA E SAIBRO NO TRACO 1/2:2 SOBRE CHAPISCO DE CIMENTO E AREIA NO 1/3, REI. DE CIMENTO BRANCO	M	31.910,25	31,43	1.002.939,15	31.910,25	26,68	851.465,03	151.474,12
ESCALA ROLANTE COMPOSTA POR 06 UNIDADES PARA O ESTADIO MARIOFILHO-MARACANA, CONFORME PROPOSTA OTIS ELEVADORES. FORNECIMENTO E INSTALACAO.	UN	1,00	1.769.241,21	1.769.241,21				
CONCRETO BOMBEADO FCK = 30MPA	M3	5.166,00	335,42	1.732.779,72	5.166,00	337,07	1.741.277,79	-8.498,07
CONSTRUÇÃO DOS PREDIOS PARA AS INSTALACOES PROVISORIAS DA ADMINISTRACAO LOCAL E FISCALIZACAO DAS OBRAS DE REFORMA E ADEQUACAO DO ESTADIO DO MARACANA PARA A COPA DE 2014.	M2	2.540,12	665,14	1.689.535,41	2.540,12	665,14	1.689.535,42	-0,01
CORTE, DOBRAGEM, MONT. E COLOC. DE FERRAG. NA FORMA, ACO CA-50B OU CA-50A, EM BARRA REDONDA C/DIAM. DE 8 A 12,5MM	KG	907.999,00	1,82	1.652.558,18	907.999,00	1,73	1.570.838,27	81.719,91
GUARDA CORPO EM ACO INOX COM CORRIMAO DE DIAMETRO 5 CM E BARRAS VERT. 1,36M EM TUBO DE ACO INOX DIAM. 3,5CM COM ALT. 0,98M E VIDRO TEMP. ESP. 16MM, ALT. 0,67M, INCL. ACCESS. FIX. F.I. MARACANA	M	1.398,72	1.156,38	1.617.451,83				
FORMA DE MAD. P/MOLDAGEM DE PECAS DE CONCR. ARMADO C/PARAMENTOS PLANOS, SERVINDO A MAD. 3 VEZES, EM TABUAS DE PINHO DE 3"	M2	67.955,00	23,71	1.611.213,05	67.955,00	39,71	2.698.493,05	-1.087.280,00
PINTURA (TINTA ACRILICA INT. OU EXT., EM TUI., CONCR. LISO, CIM.-AMIANTO, REVESTIM., MAD. E FERRO, INCL. 2 DEMAOS DE MASSA CORR.	M2	81.755,31	19,57	1.599.951,41	81.755,31	20,88	1.707.050,87	-107.099,46
REVESTIMENTO DE PISO CERAMICO TP. GRES P/USO INDUST., PLACA EXTRUDADA 300X300X12MM TP. KERAFLOOR REF. 7032/1015, COR CINZA CLARO, DA GAIL OU SIMILAR. FORNEC. E INSTAL. MARACANA COPA 2014.	M2	14.929,12	100,95	1.507.094,66	14.929,12	92,15	1.375.645,10	131.449,56
TROCADOR DE FRALDAS DE SOBREPONTO, MEDINDO 89,2CM DE COMPRIM. E 50,8CM DE ALTURA, DETALHAMENTO DE ESPESSURA: 10,2CM (FECHADO) E 38,6CM (ABERTO). P/OBRA MARACANA COPA 2014. FORN. E COLOCACAO.	UN	138,00	10,776,06	1.487.096,28	138,00	4.371,62	603.283,56	883.812,72
LAJE PAINEL DE 25CM DE LARGURA, BETA 12 PARA SOBRECARGA DE 0,4KN/M2 E VAO ATE 5,00M, INCLUSIVE EPS 5X15X50CM, EXCLUSIVE CAPEAMENTO. PARA OBRA DO MARACANA COPA 2014.	M2	27544	53	1468095	27544,00	47,89	1.318.985,76	149.109,44
REVESTIMENTO MONOLITICO COMPOSTO DE GRANULADOS MINERAIS E COMPOSTO LIGANTE TIPO FULGET, ESPESSURA MEDIA DE APLICACAO ENTRE 12 A 15MM, PARA MARACANA COPA 2014. FORNEC. E COLOCACAO	M2	19.977,80	72,81	1.454.583,61				
PERFURACAO EM SOLO PARA EXECUCAO DE ESTACA RAIZ, DIAM. 410MM. P/OBRA DO MARACANA COPA 2014.	M	8.101,00	177,96	1.441.653,96	8.101,00			
ESTACA RAIZ DIAM. 410MM, INJECAO DE ARGAMASSA, INCL. FORNEC. DOS MATERIAIS (CIMENTO, AREIA E ACO), EXCL. PERFURACAO. P/OBRA DO MARACANA COPA 2014.	M	8.130,00	159,33	1.295.352,90	8.130,00	244,88	1.990.910,19	746.096,67
ESCORAMENTO DE FORMAS DE 4,00 ATE 5,00M DE PE DIREITO, C/PINHO DE 3", TABUAS EMPREGADAS 3 VEZES, PRUMOS 4 VEZES	M3	167.199,00	8,59	1.436.239,41	167.199,00	8,96	1.498.927,89	-62.688,48
ESCORAMENTO DE FORMA DE PARAMENTO VERT., P/ALT. DE 1,50 A 5,00M, C/ 30% DE APROVEIT. DA MAD.	M2	78.165,00	18,25	1.426.511,25	78.165,00	19,97	1.561.064,48	-134.553,23
PROJETORES P/ILUMINACAO DO CAMPO DO JOGO DO ESTADIO MARIOFILHO (MARACANA), INCL. LAMPADAS, REATORES E PECAS DE REPOSICAO. CONF. PROPOSTA DA GE ELETRICA. FORNEC. P/MARACANA COPA 2014.	UN	1,00	1.386.662,17	1.386.662,17				
ELETRODUTO EM ACO CARBONO, TIPO PESADO, C/COSTURA OU SEM GALV. A FOGO, REBARBA INT. REMOVIDA, ATEND. ABNT NBR 5598, DIAM. 4". FORNECIMENTO E COLOCACAO. P/OBRA DO MARACANA COPA 2014.	M	27.099,00	50,07	1.356.846,93	27.099,00	56,94	1.542.935,76	-186.088,83
BARRA DE ACO CA-50, C/SALIENCIA, DIAM. DE 6,3MM, DESTINADA A ARMADURA DE CONCR. ARMADO	KG	320.071,00	4,22	1.350.699,62	320.071,00	5,12	1.637.547,25	-286.847,63
CABO DE COBRE COM ISOLAMENTO TERMOPLASTICO LIVRE HALOGENIOS COM BAIXA EMISSAO DE FUMACA E GASES TOXICOS, BITOLA 240,0MM2 1KV. FORNECIMENTO E COLOCACAO.	M	9.440,00	99,53	939.563,20	9.440,00	77,60	732.564,77	206.998,43
SISTEMAS FIXOS DO GAS FM-200, COM DETECCAO E ALARME PARA ASSALAS TECNICAS DO MARACANA-COPA 2014, CONFORME PROPOSTA N°1509/11- CONTROFLEX.	UN	1,00	636.786,19	636.786,19	1,00	500.427,06	500.427,06	136.359,13
Total deste orçamento (sem BDI):		803.349.467,41		Total da amostra	726.258.660,97		Sobrepreço (sem BDI)	140.871.009,36
B.D.I. Máx.: (16,00):		128.535.914,78		Total analisado	646.041.597,34		BDI	16,00%
Total final orçamento:		931.885.382,19		% analisado sobre o total deste orçamento	80,42%		Sobrepreço (com BDI)	163.410.370,86

1.2. Análise realizada com base na Lei Newcomb-Benford

1.2.1 Custos Unitários

Cabe primeiramente informar que, apesar de a planilha possuir 1028 serviços, analisaram-se nos testes 828 itens, já que foram excluídos os valores menores do que 10, os quais não possuem segundo dígito. A única exceção foi para o Teste do Primeiro dígito, em que se examinaram 1016 itens, já que, na análise do TCU, alguns valores com custo unitário inferior a R\$ 10,00 faziam parte da Curva ABC. Dessa forma, para analisar esses custos, foi necessário incluí-los no Teste do Primeiro Dígito, desprezando-se apenas os valores inferiores a um.

1.2.1.1. Teste do Primeiro Dígito

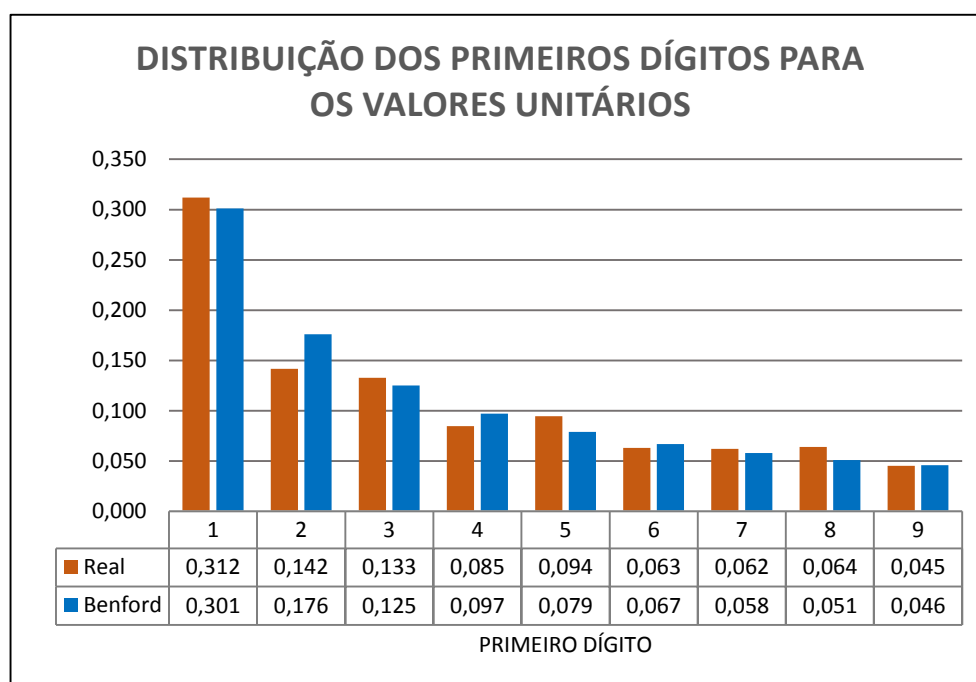
Os resultados estão apresentados na tabela a seguir:

Tabela 39- Teste do Primeiro Dígito para os custos unitários do Maracaná

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>		<i>MDA</i>	
<i>1</i>	317	0,312	0,301	0,011	0,731	0,409	0,312	0,301	0,011	0,011
<i>2</i>	144	0,142	0,176	-0,034	2,827	6,779	0,454	0,477	0,023	0,034
<i>3</i>	135	0,133	0,125	0,008	0,711	0,504	0,587	0,602	0,015	0,008
<i>4</i>	86	0,085	0,097	-0,012	1,278	1,599	0,671	0,699	0,028	0,012
<i>5</i>	96	0,094	0,079	0,015	1,772	3,085	0,766	0,778	0,012	0,015
<i>6</i>	64	0,063	0,067	-0,004	0,448	0,244	0,829	0,845	0,016	0,004
<i>7</i>	63	0,062	0,058	0,004	0,479	0,281	0,891	0,903	0,012	0,004
<i>8</i>	65	0,064	0,051	0,013	1,809	3,355	0,955	0,954	0,001	0,013
<i>9</i>	46	0,045	0,046	-0,001	0,035	0,012	1,000	1,000	0,000	0,001
<i>N</i>	<i>1016</i>				χ^2 Real	<i>16,267</i>	<i>Supremo</i>	<i>0,028</i>	<i>MDA</i>	
					χ^2 Limite	<i>15,507</i>	<i>K-S Limite</i>	<i>0,043</i>	<i>0,0114</i>	

Os dados também estão ilustrados na forma gráfica, para um melhor entendimento dos resultados:

Gráfico 21 – Teste do Primeiro Dígito para os custos unitários do Maracanã



Os resultados do Teste Z mostraram que apenas o dígito 2 superou o valor de 1,96 (2,827). Todavia, ele estava abaixo da linha de Benford, ou seja, sua incidência como segundo dígito na planilha foi muito baixa. Os outros dígitos apresentaram suas frequências compatíveis com a Lei NB.

O resultado do Teste Qui-Quadrado, foi 16,267. O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância é 15,507. Assim, como o valor calculado excedeu o valor crítico, rejeitou-se a hipótese nula de que as frequências dos primeiros dígitos dos custos unitários da planilha do Maracanã se conformavam com as da Lei NB.

O terceiro teste aplicado foi o K-S. Como N era igual a 1016, o K-S crítico calculado foi 0,043. O valor supremo foi 0,028, o qual não superou o valor crítico. Assim, não se pode rejeitar a hipótese nula.

O MDA encontrado para o Maracanã foi 0,0114, o qual, segundo os valores críticos sugeridos por Nigrini (2012), se enquadra na faixa de conformidade aceitável.

Considerando todos os testes aplicados para os primeiros dígitos, podemos afirmar que a planilha orçamentária do Maracanã somente não passou

no Teste Qui-Quadrado. Como os dados apresentaram uma conformidade aceitável para o MDA, pode-se concluir que esses dados se conformaram com a distribuição de Benford.

1.2.1.2. Teste do Segundo Dígito

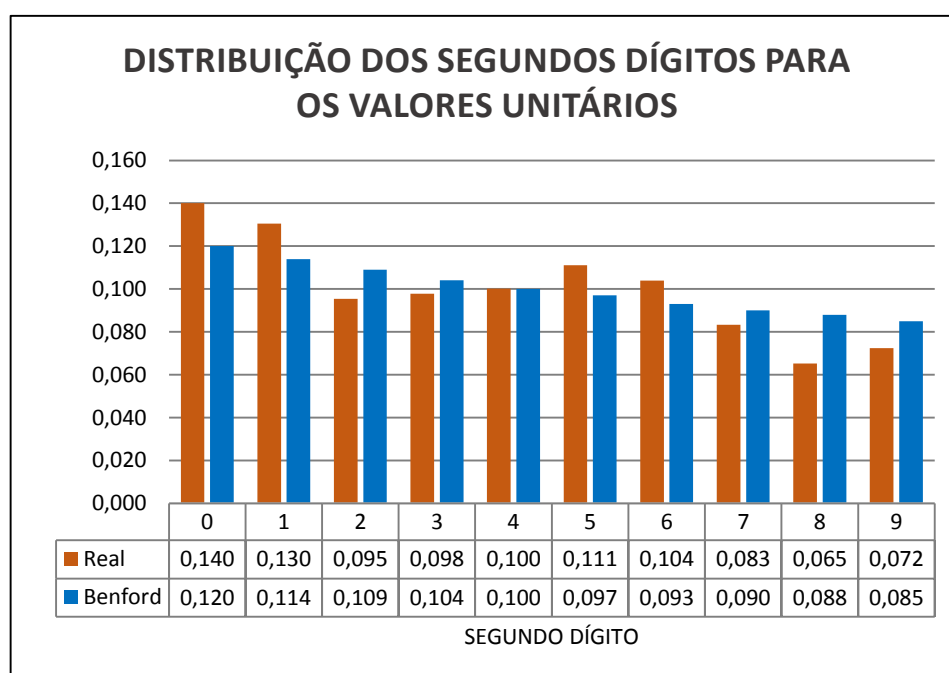
Os resultados estão apresentados na tabela a seguir:

Tabela 40- Teste do Segundo Dígito para os custos unitários do Maracanã

Dígito	Cont.	Real	Benford	Diferença	Teste-Z	χ^2	K-S	MDA	
0	116	0,140	0,120	0,020	1,726	2,787	0,140	0,120	0,020
1	108	0,130	0,114	0,016	1,433	1,962	0,271	0,234	0,037
2	79	0,095	0,109	-0,014	1,199	1,403	0,366	0,343	0,023
3	81	0,098	0,104	-0,006	0,525	0,303	0,464	0,447	0,017
4	83	0,100	0,100	0,000	0,023	0,000	0,564	0,547	0,017
5	92	0,111	0,097	0,014	1,313	1,700	0,675	0,644	0,031
6	86	0,104	0,093	0,011	1,017	1,051	0,779	0,737	0,042
7	69	0,083	0,090	-0,007	0,610	0,409	0,862	0,827	0,035
8	54	0,065	0,088	-0,023	2,253	4,884	0,928	0,915	0,013
9	60	0,072	0,085	-0,013	1,231	1,531	1,000	1,000	0,000
N	828	χ^2 Real				16,030	Supremo	0,042	MDA
		χ^2 Limite				16,919	K-S Limite	0,047	0,0123

Os dados foram apresentados a seguir na forma gráfica:

Gráfico 22 – Teste do Segundo Dígito para os custos unitários do Maracanã



Os resultados do Teste Z mostraram que o único segundo dígito que não passou no teste foi o 8 (2,253). Todavia, ele estava abaixo da linha de Benford, ou seja, sua incidência como segundo dígito na planilha foi muito baixa.

Destarte, de um modo geral podemos afirmar que, segundo o Teste Z, não rejeitamos a hipótese nula, ou seja, as proporções dos primeiros dígitos dos custos unitários do Maracanã não destoaram da Lei NB.

O resultado do Teste Qui-Quadrado foi 16,030. Como os segundos dígitos dos valores poderiam variar de 0 a 9, nesse caso foram 10 - 1 graus de liberdade. O valor crítico para nove graus de liberdade e 0,05 de significância é 16,919. Como o valor calculado não excedeu o valor crítico, não rejeitamos a hipótese nula.

No Teste K-S, o valor supremo calculado foi 0,042, o qual não superou o valor crítico de 0,047. Assim, não rejeitamos a hipótese nula.

O último teste aplicado foi o MDA. O valor encontrado para o Maracanã foi 0,0123, que estava acima de 0,012, fato que o inseriu na faixa de não conformidade dos valores de referência por muito pouco.

Considerando todos os testes aplicados, podemos afirmar que, devido ao resultado limítrofe apresentado no MDA, atenuado pelos resultados positivos dos demais testes, pode-se considerar que a planilha orçamentária do Maracanã apresentou uma conformidade marginal para os segundos dígitos dos custos unitários.

1.2.1.3. Teste dos Dois Primeiros Dígitos:

Os resultados estão apresentados na tabela a seguir:

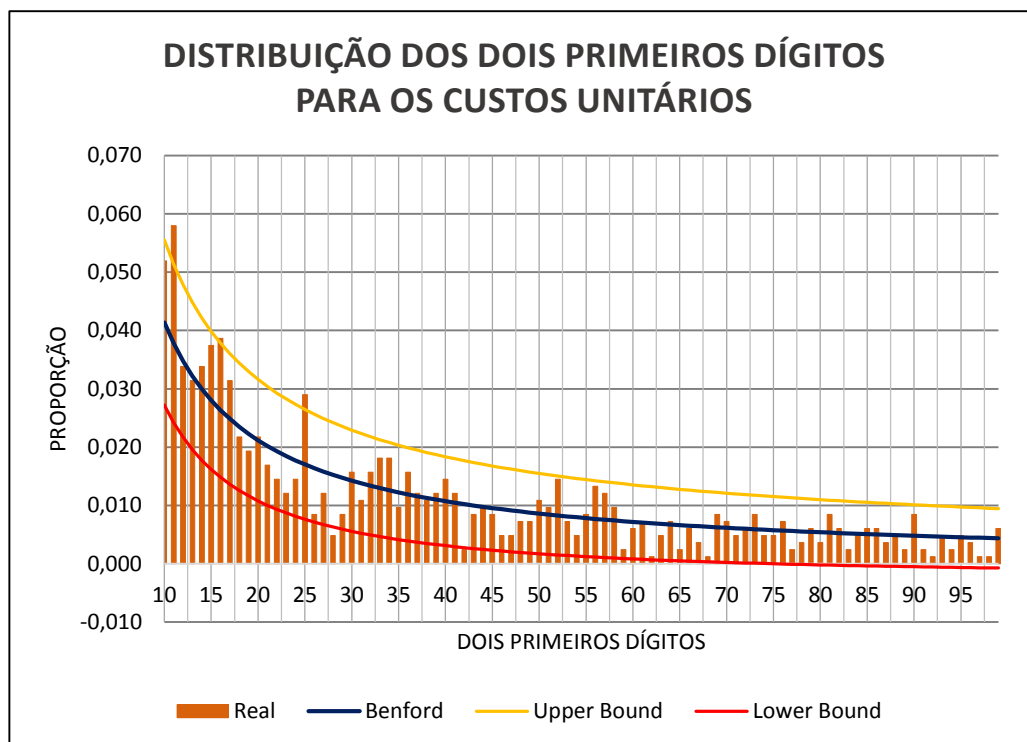
Tabela 41- Teste dos Dois Primeiros Dígitos para os custos unitários do Maracanã

Dígito	Cont.	Real	Benford	Diferença	Teste-Z	Upper Bound	Lower Bound	QQ		K-S		DMA
10	43	0,052	0,041	0,011	1,435	0,056	0,027	2,222	0,052	0,041	0,011	0,011
11	48	0,058	0,038	0,020	2,954	0,051	0,024	8,925	0,110	0,079	0,031	0,020
12	28	0,034	0,035	-0,001	0,054	0,048	0,022	0,021	0,144	0,114	0,030	0,001
13	26	0,031	0,032	-0,001	0,029	0,045	0,020	0,016	0,175	0,146	0,029	0,001
14	28	0,034	0,030	0,004	0,548	0,042	0,018	0,410	0,209	0,176	0,033	0,004
15	31	0,037	0,028	0,009	1,535	0,040	0,016	2,616	0,246	0,204	0,042	0,009
16	32	0,039	0,026	0,012	2,105	0,038	0,015	4,772	0,285	0,230	0,055	0,012
17	26	0,031	0,025	0,007	1,105	0,036	0,014	1,443	0,316	0,255	0,061	0,007
18	18	0,022	0,023	-0,002	0,216	0,034	0,013	0,107	0,338	0,279	0,059	0,002
19	16	0,019	0,022	-0,003	0,458	0,033	0,012	0,324	0,357	0,301	0,056	0,003
20	18	0,022	0,021	0,001	0,110	0,032	0,011	0,012	0,379	0,322	0,057	0,001
21	14	0,017	0,020	-0,003	0,550	0,030	0,010	0,445	0,396	0,342	0,054	0,003
22	12	0,014	0,019	-0,005	0,880	0,029	0,009	0,993	0,411	0,362	0,049	0,005
23	10	0,012	0,018	-0,006	1,240	0,028	0,009	1,838	0,423	0,380	0,042	0,006
24	12	0,014	0,018	-0,003	0,574	0,027	0,008	0,489	0,437	0,398	0,039	0,003
25	24	0,029	0,017	0,012	2,524	0,026	0,008	6,944	0,466	0,415	0,051	0,012
26	7	0,008	0,016	-0,008	1,662	0,026	0,007	3,182	0,475	0,431	0,043	0,008
27	10	0,012	0,016	-0,004	0,718	0,025	0,007	0,724	0,487	0,447	0,040	0,004
28	4	0,005	0,015	-0,010	2,303	0,024	0,006	5,887	0,492	0,462	0,029	0,010
29	7	0,008	0,015	-0,006	1,353	0,024	0,006	2,210	0,500	0,477	0,023	0,006
30	13	0,016	0,014	0,001	0,208	0,023	0,006	0,124	0,516	0,491	0,024	0,001
31	9	0,011	0,014	-0,003	0,571	0,022	0,005	0,512	0,527	0,505	0,021	0,003
32	13	0,016	0,013	0,002	0,434	0,022	0,005	0,338	0,542	0,519	0,024	0,002
33	15	0,018	0,013	0,005	1,157	0,021	0,005	1,694	0,560	0,531	0,029	0,005
34	15	0,018	0,013	0,006	1,271	0,021	0,004	2,009	0,579	0,544	0,034	0,006
35	8	0,010	0,012	-0,003	0,515	0,020	0,004	0,448	0,588	0,556	0,032	0,003
36	13	0,016	0,012	0,004	0,848	0,020	0,004	1,005	0,604	0,568	0,036	0,004
37	10	0,012	0,012	0,000	0,133	0,019	0,004	0,018	0,616	0,580	0,036	0,000
38	9	0,011	0,011	0,000	0,112	0,019	0,003	0,012	0,627	0,591	0,036	0,000
39	10	0,012	0,011	0,001	0,132	0,019	0,003	0,088	0,639	0,602	0,037	0,001
40	12	0,014	0,011	0,004	0,884	0,018	0,003	1,097	0,653	0,613	0,041	0,004
41	10	0,012	0,010	0,002	0,285	0,018	0,003	0,206	0,665	0,623	0,042	0,002
42	2	0,002	0,010	-0,008	2,060	0,018	0,003	4,934	0,668	0,633	0,034	0,008
43	7	0,008	0,010	-0,002	0,268	0,017	0,003	0,194	0,676	0,643	0,033	0,002
44	8	0,010	0,010	0,000	0,029	0,017	0,002	0,001	0,686	0,653	0,033	0,000
45	7	0,008	0,010	-0,001	0,144	0,017	0,002	0,103	0,694	0,663	0,032	0,001
46	4	0,005	0,009	-0,005	1,168	0,016	0,002	1,802	0,699	0,672	0,027	0,005
47	4	0,005	0,009	-0,004	1,121	0,016	0,002	1,684	0,704	0,681	0,023	0,004
48	6	0,007	0,009	-0,002	0,337	0,016	0,002	0,270	0,711	0,690	0,021	0,002
49	6	0,007	0,009	-0,002	0,285	0,016	0,002	0,220	0,719	0,699	0,020	0,002
50	9	0,011	0,009	0,002	0,519	0,015	0,002	0,496	0,729	0,708	0,022	0,002
51	8	0,010	0,008	0,001	0,197	0,015	0,002	0,148	0,739	0,716	0,023	0,001
52	12	0,014	0,008	0,006	1,784	0,015	0,001	3,873	0,754	0,724	0,029	0,006
53	6	0,007	0,008	-0,001	0,086	0,015	0,001	0,077	0,761	0,732	0,028	0,001
54	4	0,005	0,008	-0,003	0,820	0,015	0,001	1,023	0,766	0,740	0,025	0,003

Dígito	Cont.	Real	Benford	Diferença	Teste-Z	Upper Bound	Lower Bound	QQ	K-S	DMA		
55	7	0,008	0,008	0,001	0,008	0,014	0,001	0,042	0,774	0,748	0,026	0,001
56	11	0,013	0,008	0,006	1,645	0,014	0,001	3,376	0,787	0,756	0,032	0,006
57	10	0,012	0,008	0,005	1,303	0,014	0,001	2,244	0,800	0,763	0,036	0,005
58	8	0,010	0,007	0,002	0,548	0,014	0,001	0,559	0,809	0,771	0,038	0,002
59	2	0,002	0,007	-0,005	1,447	0,014	0,001	2,706	0,812	0,778	0,033	0,005
60	5	0,006	0,007	-0,001	0,183	0,014	0,001	0,150	0,818	0,785	0,032	0,001
61	6	0,007	0,007	0,000	0,063	0,013	0,001	0,004	0,825	0,792	0,032	0,000
62	1	0,001	0,007	-0,006	1,780	0,013	0,001	3,927	0,826	0,799	0,027	0,006
63	4	0,005	0,007	-0,002	0,490	0,013	0,001	0,488	0,831	0,806	0,025	0,002
64	6	0,007	0,007	0,001	0,181	0,013	0,001	0,032	0,838	0,813	0,025	0,001
65	2	0,002	0,007	-0,004	1,280	0,013	0,000	2,219	0,841	0,820	0,021	0,004
66	5	0,006	0,007	0,000	0,176	0,013	0,000	0,031	0,847	0,826	0,021	0,000
67	3	0,004	0,006	-0,003	0,794	0,012	0,000	1,017	0,850	0,833	0,018	0,003
68	1	0,001	0,006	-0,005	1,642	0,012	0,000	3,440	0,851	0,839	0,013	0,005
69	7	0,008	0,006	0,002	0,585	0,012	0,000	0,644	0,860	0,845	0,015	0,002
70	6	0,007	0,006	0,001	0,177	0,012	0,000	0,159	0,867	0,851	0,016	0,001
71	4	0,005	0,006	-0,001	0,237	0,012	0,000	0,211	0,872	0,857	0,015	0,001
72	5	0,006	0,006	0,000	0,018	0,012	0,000	0,000	0,878	0,863	0,015	0,000
73	7	0,008	0,006	0,003	0,729	0,012	0,000	0,908	0,886	0,869	0,017	0,003
74	4	0,005	0,006	-0,001	0,149	0,012	0,000	0,142	0,891	0,875	0,016	0,001
75	4	0,005	0,006	-0,001	0,121	0,012	0,000	0,122	0,896	0,881	0,015	0,001
76	6	0,007	0,006	0,002	0,370	0,011	0,000	0,359	0,903	0,886	0,017	0,002
77	2	0,002	0,006	-0,003	0,996	0,011	0,000	1,502	0,906	0,892	0,014	0,003
78	3	0,004	0,006	-0,002	0,506	0,011	0,000	0,546	0,909	0,898	0,012	0,002
79	5	0,006	0,005	0,001	0,225	0,011	0,000	0,050	0,915	0,903	0,012	0,001
80	3	0,004	0,005	-0,002	0,459	0,011	0,000	0,482	0,919	0,908	0,011	0,002
81	7	0,008	0,005	0,003	0,997	0,011	0,000	1,518	0,928	0,914	0,014	0,003
82	5	0,006	0,005	0,001	0,068	0,011	0,000	0,094	0,934	0,919	0,014	0,001
83	2	0,002	0,005	-0,003	0,873	0,011	0,000	1,235	0,936	0,924	0,012	0,003
84	4	0,005	0,005	0,000	0,124	0,011	0,000	0,015	0,941	0,929	0,011	0,000
85	5	0,006	0,005	0,001	0,144	0,011	0,000	0,150	0,947	0,934	0,012	0,001
86	5	0,006	0,005	0,001	0,169	0,010	0,000	0,171	0,953	0,940	0,013	0,001
87	3	0,004	0,005	-0,001	0,302	0,010	0,000	0,300	0,957	0,944	0,012	0,001
88	4	0,005	0,005	0,000	0,031	0,010	0,000	0,001	0,961	0,949	0,012	0,000
89	2	0,002	0,005	-0,002	0,759	0,010	0,000	1,013	0,964	0,954	0,010	0,002
90	7	0,008	0,005	0,004	1,271	0,010	-0,001	2,305	0,972	0,959	0,013	0,004
91	2	0,002	0,005	-0,002	0,723	0,010	-0,001	0,948	0,975	0,964	0,011	0,002
92	1	0,001	0,005	-0,003	1,214	0,010	-0,001	2,145	0,976	0,968	0,007	0,003
93	4	0,005	0,005	0,000	0,079	0,010	-0,001	0,006	0,981	0,973	0,008	0,000
94	2	0,002	0,005	-0,002	0,671	0,010	-0,001	0,856	0,983	0,978	0,005	0,002
95	4	0,005	0,005	0,000	0,121	0,010	-0,001	0,015	0,988	0,982	0,006	0,000
96	3	0,004	0,005	-0,001	0,118	0,010	-0,001	0,142	0,992	0,987	0,005	0,001
97	1	0,001	0,004	-0,003	1,142	0,010	-0,001	1,959	0,993	0,991	0,002	0,003
98	1	0,001	0,004	-0,003	1,128	0,010	-0,001	1,925	0,994	0,996	0,002	0,003
99	5	0,006	0,004	0,002	0,467	0,009	-0,001	0,531	1,000	1,000	0,000	0,002
N	828			χ^2 Real				106,65	Supremo	0,061	MDA	
				χ^2 Limite				112,02	K-S Limite	0,047		0,0032

Os dados também foram apresentados na forma gráfica:

Gráfico 23 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos para os custos unitários do Maracanã



Conforme se observou na Tabela e no Gráfico anterior, houve picos mais intensos nos dígitos 11, 16 e 25 em relação às proporções da curva descendente da Lei NB, que ultrapassaram o *upper bound*.

De acordo com o Teste Z, nenhum dos dígitos supracitados passou no teste: 11 (2,954), 16 (2,105) e 25 (2,524). Os dígitos 28 e 42 também superaram o valor crítico, mas foram inferiores ao *lower bound*.

Destarte, como apenas cinco dentre os 90 dígitos superaram o limite de 1,96, pode-se afirmar que as proporções dos primeiros dígitos dos custos unitários do Maracanã, de um modo geral, não destoaram da Lei NB para esse teste. Nigrini (2012) considera aceitável a ocorrência de até cinco picos nesse teste.

O resultado do Teste Qui-Quadrado foi 106,648. Como os dois primeiros dígitos dos valores poderiam variar de 10 a 99, nesse caso calcularam-se 90 -1 graus de liberdade. O valor crítico para 89 de liberdade e 0,05 de significância é 112,02. Assim, como o valor calculado no teste não excedeu o valor crítico, não se pode rejeitar a hipótese nula.

Para o Teste K-S, com N = 828, o K-S crítico foi 0,047. O valor supremo foi 0,061, o qual superou o valor crítico. Assim, rejeitamos a hipótese nula.

O último teste aplicado foi o MDA. O valor encontrado para o Maracanã foi 0,0031, o qual estava acima de 0,0022, fato que o inseriu na faixa de não conformidade dos valores de referência.

Considerando todos os testes aplicados, podemos afirmar que a planilha orçamentária do Maracanã não passou nos Testes Kolmogorov-Smirnoff e Média dos Desvios Absolutos para os dois primeiros dígitos dos custos unitários. Isso mostra uma não conformidade dos dados nesse teste.

1.2.1.4. Teste de Soma

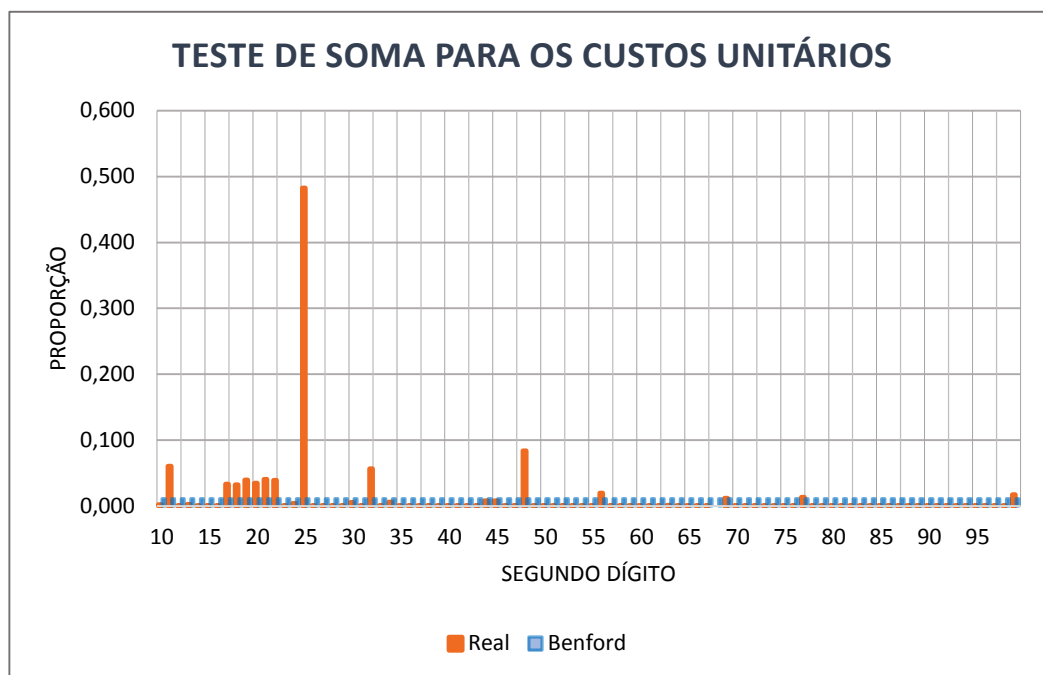
Os resultados estão ilustrados na tabela a seguir:

Tabela 42 – Teste de Soma para os custos unitários do Maracanã

<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
10	1.117.783,14	0,002	0,011	-0,009	55	1.393,43	0,000	0,011	-0,011
11	35.228.545,85	0,060	0,011	0,049	56	11.333.846,10	0,019	0,011	0,008
12	9.996,90	0,000	0,011	-0,011	57	9.859,91	0,000	0,011	-0,011
13	1.427.480,57	0,002	0,011	-0,009	58	3.104,83	0,000	0,011	-0,011
14	149.926,09	0,000	0,011	-0,011	59	1.184,83	0,000	0,011	-0,011
15	7.327,10	0,000	0,011	-0,011	60	7.413,72	0,000	0,011	-0,011
16	12.400,03	0,000	0,011	-0,011	61	7.613,46	0,000	0,011	-0,011
17	19.334.196,90	0,033	0,011	0,022	62	626,58	0,000	0,011	-0,011
18	18.810.868,98	0,032	0,011	0,021	63	636.977,00	0,001	0,011	-0,010
19	22.983.744,00	0,039	0,011	0,028	64	2.706,05	0,000	0,011	-0,011
20	20.216.982,58	0,035	0,011	0,024	65	723,09	0,000	0,011	-0,011
21	23.621.379,30	0,040	0,011	0,029	66	8.734,92	0,000	0,011	-0,011

<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
22	22.910.130,11	0,039	0,011	0,028	67	2.028,35	0,000	0,011	-0,011
23	3.365,19	0,000	0,011	-0,011	68	68,92	0,000	0,011	-0,011
24	2.441.496,65	0,004	0,011	-0,007	69	6.930.295,76	0,012	0,011	0,001
25	282.240.352,41	0,483	0,011	0,472	70	2.955,46	0,000	0,011	-0,011
26	3.516,32	0,000	0,011	-0,011	71	1.568,94	0,000	0,011	-0,011
27	3.699,11	0,000	0,011	-0,011	72	2.322,08	0,000	0,011	-0,011
28	629,84	0,000	0,011	-0,011	73	4.482,65	0,000	0,011	-0,011
29	9.100,20	0,000	0,011	-0,011	74	1.632,72	0,000	0,011	-0,011
30	3.041.197,41	0,005	0,011	-0,006	75	3.028,68	0,000	0,011	-0,011
31	1.124,59	0,000	0,011	-0,011	76	3.899,28	0,000	0,011	-0,011
32	32.871.298,35	0,056	0,011	0,045	77	7.708.500,52	0,013	0,011	0,002
33	40.266,66	0,000	0,011	-0,011	78	945,72	0,000	0,011	-0,011
34	3.453.111,19	0,006	0,011	-0,005	79	3.254,91	0,000	0,011	-0,011
35	8.277,56	0,000	0,011	-0,011	80	241,03	0,000	0,011	-0,011
36	14.275,68	0,000	0,011	-0,011	81	3.495,51	0,000	0,011	-0,011
37	5.748,38	0,000	0,011	-0,011	82	1.892,95	0,000	0,011	-0,011
38	40.635,97	0,000	0,011	-0,011	83	919,55	0,000	0,011	-0,011
39	2.169,59	0,000	0,011	-0,011	84	3.373,90	0,000	0,011	-0,011
40	6.314,11	0,000	0,011	-0,011	85	4.275,98	0,000	0,011	-0,011
41	85.478,77	0,000	0,011	-0,011	86	4.330,92	0,000	0,011	-0,011
42	8.514,19	0,000	0,011	-0,011	87	1.054,65	0,000	0,011	-0,011
43	6.138,93	0,000	0,011	-0,011	88	353,98	0,000	0,011	-0,011
44	4.472.961,24	0,008	0,011	-0,003	89	1.789,15	0,000	0,011	-0,011
45	4.557.697,21	0,008	0,011	-0,003	90	4.705,38	0,000	0,011	-0,011
46	605,18	0,000	0,011	-0,011	91	182,34	0,000	0,011	-0,011
47	5.356,92	0,000	0,011	-0,011	92	924,80	0,000	0,011	-0,011
48	48.849.864,06	0,084	0,011	0,073	93	2.895,08	0,000	0,011	-0,011
49	7.018,04	0,000	0,011	-0,011	94	1.034,26	0,000	0,011	-0,011
50	2.718,91	0,000	0,011	-0,011	95	11.507,03	0,000	0,011	-0,011
51	1.805,57	0,000	0,011	-0,011	96	1.154,44	0,000	0,011	-0,011
52	3.010,93	0,000	0,011	-0,011	97	976,28	0,000	0,011	-0,011
53	2.242,23	0,000	0,011	-0,011	98	98,55	0,000	0,011	-0,011
54	6.625,18	0,000	0,011	-0,011	99	9.975.775,86	0,017	0,011	0,006
SOMA TOTAL					584.727.527,67				

Gráfico 24 – Teste de Soma para os custos unitários do Maracanã



Conforme se observou na Tabela e no Gráfico anteriores, houve picos nos dois primeiros dígitos 11, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 25, 32 e 48. Chamou a atenção a proporção encontrada para o dígito 25, que representou 48,3% do total dos custos unitários.

Constatou-se, para esse teste, que os dados em nada se aproximavam de uma sequência de Benford.

1.2.1.5. Teste de Duplicação de Número

Para esse teste foi montado um *rank* com os 10 valores que mais se repetiam na planilha. A tabela e o gráfico são mostrados a seguir.

Tabela 43 – Teste de Duplicação de Número para os custos unitários do Maracanã

TESTE DE DUPLICAÇÃO DE NÚMERO CUSTOS UNITÁRIOS		
Rank	Valor Unitário	Contagem
1	567,58	6
2	573,76	5
3	528,64	5
4	368,49	5
5	141,24	4
6	25,68	4
7	1.849,34	3
8	1.731,97	3
9	1.076,29	3
10	843,94	3

Os resultados do teste mostraram que não ocorreram repetições anormais dos valores. Assim, não foram necessários exames mais acurados desses serviços.

1.2.1.6. Teste de Segunda Ordem

Os resultados podem ser visualizados na tabela e no gráfico a seguir.

Tabela 44 – Teste de Segunda Ordem para os custos unitários do Maracanã

Dígito	Cont.	Real	Benford	Diferença	Teste-Z	Upper Bound	Lower Bound	QQ		K-S		DMA
10	33	0,049	0,041	0,008	0,933	0,057	0,026	1,018	0,049	0,041	0,008	0,008
11	37	0,055	0,038	0,018	2,275	0,053	0,023	5,433	0,105	0,079	0,025	0,018
12	29	0,043	0,035	0,009	1,107	0,049	0,020	1,419	0,148	0,114	0,034	0,009
13	32	0,048	0,032	0,016	2,184	0,046	0,018	5,090	0,196	0,146	0,050	0,016
14	24	0,036	0,030	0,006	0,783	0,044	0,016	0,780	0,232	0,176	0,056	0,006
15	31	0,046	0,028	0,018	2,752	0,041	0,015	8,001	0,278	0,204	0,074	0,018
16	12	0,018	0,026	-0,008	1,235	0,039	0,013	1,789	0,296	0,230	0,066	0,008

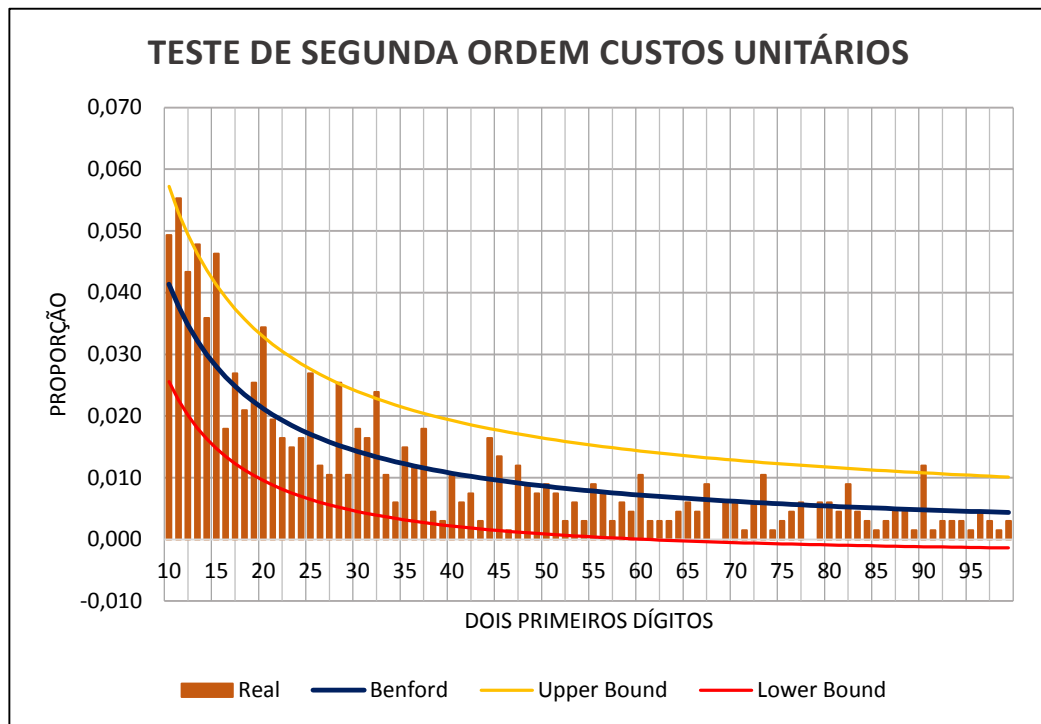
<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>	<i>K-S</i>	<i>DMA</i>		
17	18	0,027	0,025	0,002	0,222	0,037	0,012	0,117	0,323	0,255	0,068	0,002
18	14	0,021	0,023	-0,003	0,309	0,036	0,011	0,186	0,344	0,279	0,065	0,003
19	17	0,025	0,022	0,003	0,418	0,034	0,010	0,295	0,369	0,301	0,068	0,003
20	23	0,034	0,021	0,013	2,235	0,033	0,010	5,493	0,404	0,322	0,081	0,013
21	13	0,019	0,020	-0,001	0,004	0,032	0,009	0,020	0,423	0,342	0,081	0,001
22	11	0,016	0,019	-0,003	0,398	0,030	0,008	0,284	0,439	0,362	0,078	0,003
23	10	0,015	0,018	-0,004	0,535	0,029	0,008	0,452	0,454	0,380	0,074	0,004
24	11	0,016	0,018	-0,001	0,106	0,028	0,007	0,062	0,471	0,398	0,073	0,001
25	18	0,027	0,017	0,010	1,824	0,028	0,006	3,828	0,498	0,415	0,083	0,010
26	8	0,012	0,016	-0,004	0,751	0,027	0,006	0,802	0,510	0,431	0,078	0,004
27	7	0,010	0,016	-0,005	0,951	0,026	0,006	1,204	0,520	0,447	0,073	0,005
28	17	0,025	0,015	0,010	1,990	0,025	0,005	4,541	0,546	0,462	0,083	0,010
29	7	0,010	0,015	-0,004	0,754	0,025	0,005	0,825	0,556	0,477	0,079	0,004
30	12	0,018	0,014	0,004	0,644	0,024	0,005	0,642	0,574	0,491	0,083	0,004
31	11	0,016	0,014	0,003	0,423	0,023	0,004	0,342	0,590	0,505	0,085	0,003
32	16	0,024	0,013	0,011	2,209	0,023	0,004	5,574	0,614	0,519	0,096	0,011
33	7	0,010	0,013	-0,003	0,401	0,022	0,004	0,323	0,625	0,531	0,093	0,003
34	4	0,006	0,013	-0,007	1,360	0,022	0,003	2,322	0,631	0,544	0,087	0,007
35	10	0,015	0,012	0,003	0,463	0,021	0,003	0,403	0,646	0,556	0,089	0,003
36	8	0,012	0,012	0,000	0,014	0,021	0,003	0,000	0,658	0,568	0,089	0,000
37	12	0,018	0,012	0,006	1,356	0,020	0,003	2,333	0,676	0,580	0,096	0,006
38	3	0,004	0,011	-0,007	1,482	0,020	0,003	2,740	0,680	0,591	0,089	0,007
39	2	0,003	0,011	-0,008	1,800	0,020	0,002	3,900	0,683	0,602	0,081	0,008
40	7	0,010	0,011	0,000	0,065	0,019	0,002	0,004	0,694	0,613	0,081	0,000
41	4	0,006	0,010	-0,004	0,950	0,019	0,002	1,287	0,700	0,623	0,076	0,004
42	5	0,007	0,010	-0,003	0,514	0,019	0,002	0,493	0,707	0,633	0,074	0,003
43	2	0,003	0,010	-0,007	1,625	0,018	0,002	3,278	0,710	0,643	0,067	0,007
44	11	0,016	0,010	0,007	1,562	0,018	0,002	3,061	0,726	0,653	0,073	0,007
45	9	0,013	0,010	0,004	0,841	0,018	0,001	1,070	0,740	0,663	0,077	0,004
46	1	0,001	0,009	-0,008	1,909	0,017	0,001	4,409	0,741	0,672	0,069	0,008
47	8	0,012	0,009	0,003	0,562	0,017	0,001	0,580	0,753	0,681	0,072	0,003
48	6	0,009	0,009	0,000	0,004	0,017	0,001	0,000	0,762	0,690	0,072	0,000
49	5	0,007	0,009	-0,001	0,153	0,017	0,001	0,129	0,770	0,699	0,071	0,001
50	6	0,009	0,009	0,000	0,103	0,016	0,001	0,011	0,779	0,708	0,071	0,000
51	5	0,007	0,008	-0,001	0,060	0,016	0,001	0,073	0,786	0,716	0,070	0,001
52	2	0,003	0,008	-0,005	1,295	0,016	0,001	2,257	0,789	0,724	0,065	0,005
53	4	0,006	0,008	-0,002	0,401	0,016	0,001	0,377	0,795	0,732	0,063	0,002
54	2	0,003	0,008	-0,005	1,231	0,015	0,000	2,082	0,798	0,740	0,058	0,005
55	6	0,009	0,008	0,001	0,116	0,015	0,000	0,112	0,807	0,748	0,059	0,001
56	5	0,007	0,008	0,000	0,063	0,015	0,000	0,004	0,815	0,756	0,059	0,000
57	2	0,003	0,008	-0,005	1,140	0,015	0,000	1,845	0,818	0,763	0,054	0,005
58	4	0,006	0,007	-0,001	0,210	0,015	0,000	0,188	0,824	0,771	0,053	0,001
59	3	0,004	0,007	-0,003	0,628	0,014	0,000	0,726	0,828	0,778	0,050	0,003
60	7	0,010	0,007	0,003	0,777	0,014	0,000	1,006	0,839	0,785	0,053	0,003
61	2	0,003	0,007	-0,004	1,027	0,014	0,000	1,571	0,842	0,792	0,049	0,004
62	2	0,003	0,007	-0,004	1,000	0,014	0,000	1,509	0,845	0,799	0,045	0,004
63	2	0,003	0,007	-0,004	0,974	0,014	0,000	1,450	0,848	0,806	0,041	0,004
64	3	0,004	0,007	-0,002	0,475	0,014	0,000	0,503	0,852	0,813	0,039	0,002

Dígito	Cont.	Real	Benford	Diferença	Teste-Z	Upper Bound	Lower Bound	QQ		K-S		DMA
65	4	0,006	0,007	-0,001	0,208	0,014	0,000	0,043	0,858	0,820	0,038	0,001
66	3	0,004	0,007	-0,002	0,417	0,013	0,000	0,429	0,862	0,826	0,036	0,002
67	6	0,009	0,006	0,003	0,578	0,013	0,000	0,668	0,871	0,833	0,039	0,003
68	0	0,000	0,006	-0,006	1,823	0,013	0,000	4,242	0,871	0,839	0,033	0,006
69	4	0,006	0,006	0,000	0,089	0,013	0,000	0,008	0,877	0,845	0,032	0,000
70	4	0,006	0,006	0,000	0,060	0,013	-0,001	0,004	0,883	0,851	0,032	0,000
71	1	0,001	0,006	-0,005	1,276	0,013	-0,001	2,310	0,885	0,857	0,028	0,005
72	4	0,006	0,006	0,000	0,004	0,013	-0,001	0,000	0,891	0,863	0,028	0,000
73	7	0,010	0,006	0,005	1,285	0,012	-0,001	2,349	0,901	0,869	0,032	0,005
74	1	0,001	0,006	-0,004	1,219	0,012	-0,001	2,156	0,903	0,875	0,028	0,004
75	2	0,003	0,006	-0,003	0,689	0,012	-0,001	0,888	0,906	0,881	0,025	0,003
76	3	0,004	0,006	-0,001	0,153	0,012	-0,001	0,168	0,910	0,886	0,024	0,001
77	4	0,006	0,006	0,000	0,130	0,012	-0,001	0,017	0,916	0,892	0,024	0,000
78	0	0,000	0,006	-0,006	1,669	0,012	-0,001	3,701	0,916	0,898	0,019	0,006
79	4	0,006	0,005	0,001	0,181	0,012	-0,001	0,033	0,922	0,903	0,019	0,001
80	4	0,006	0,005	0,001	0,206	0,012	-0,001	0,042	0,928	0,908	0,020	0,001
81	3	0,004	0,005	-0,001	0,035	0,012	-0,001	0,090	0,933	0,914	0,019	0,001
82	6	0,009	0,005	0,004	1,057	0,011	-0,001	1,744	0,942	0,919	0,023	0,004
83	3	0,004	0,005	-0,001	0,258	0,011	-0,001	0,066	0,946	0,924	0,022	0,001
84	2	0,003	0,005	-0,002	0,507	0,011	-0,001	0,602	0,949	0,929	0,020	0,002
85	1	0,001	0,005	-0,004	1,032	0,011	-0,001	1,692	0,951	0,934	0,016	0,004
86	2	0,003	0,005	-0,002	0,470	0,011	-0,001	0,550	0,954	0,940	0,014	0,002
87	3	0,004	0,005	0,000	0,176	0,011	-0,001	0,031	0,958	0,944	0,014	0,000
88	3	0,004	0,005	0,000	0,157	0,011	-0,001	0,024	0,963	0,949	0,013	0,000
89	1	0,001	0,005	-0,003	0,972	0,011	-0,001	1,554	0,964	0,954	0,010	0,003
90	8	0,012	0,005	0,007	2,400	0,011	-0,001	7,145	0,976	0,959	0,017	0,007
91	1	0,001	0,005	-0,003	0,942	0,011	-0,001	1,490	0,978	0,964	0,014	0,003
92	2	0,003	0,005	-0,002	0,363	0,011	-0,001	0,415	0,981	0,968	0,012	0,002
93	2	0,003	0,005	-0,002	0,345	0,011	-0,001	0,395	0,984	0,973	0,010	0,002
94	2	0,003	0,005	-0,002	0,328	0,010	-0,001	0,376	0,987	0,978	0,009	0,002
95	1	0,001	0,005	-0,003	0,886	0,010	-0,001	1,371	0,988	0,982	0,006	0,003
96	3	0,004	0,005	0,000	0,006	0,010	-0,001	0,000	0,993	0,987	0,006	0,000
97	2	0,003	0,004	-0,001	0,279	0,010	-0,001	0,322	0,996	0,991	0,004	0,001
98	1	0,001	0,004	-0,003	0,846	0,010	-0,001	1,289	0,997	0,996	0,001	0,003
99	2	0,003	0,004	-0,001	0,246	0,010	-0,001	0,290	1,000	1,000	0,000	0,001
N	669				χ^2 Real			124,741	Supremo	0,096		MDA
					χ^2 Limite			112,02	K-S Limite	0,053		0,0039

Como já advertido por Nigrini (2012), em função da distribuição obtida nesse teste ser usualmente *quase Benford*, ele sugere que, para acessar a conformidade, ou se olhe para o resultado fazendo um julgamento subjetivo ou se use o MDA com fronteiras mais liberais. Os limites estipulados pelo autor para o MDA, em exame aos dois primeiros dígitos, indicariam uma não conformidade para um valor acima de 0,0022.

Como os resultados extrapolaram razoavelmente os valores críticos definidos, visualizou-se uma desconformidade com a distribuição de Benford.

Gráfico 25 – Teste de Segunda Ordem para os custos unitários do Maracanã



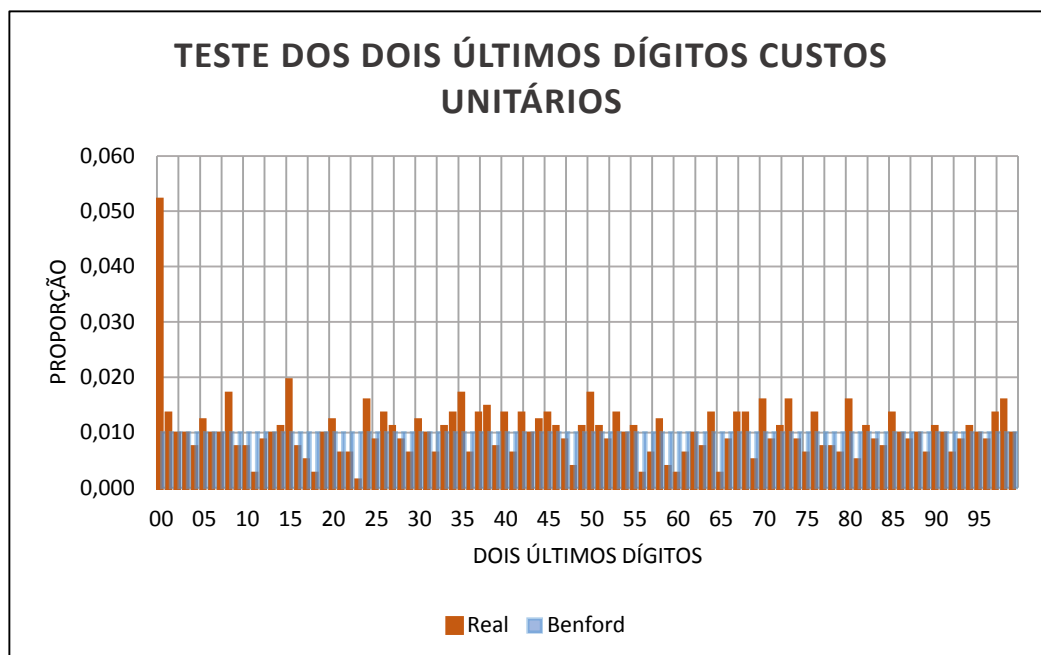
1.2.1.7. Teste dos Dois Últimos Dígitos

Esse teste identifica duplicações anormais no lado direito dos números em um banco de dados. Picos no gráfico das frequências dos dois últimos dígitos podem indicar erros, números fictícios, ou arredondamento excessivo. Os resultados estão apresentados em tabela e na forma gráfica, conforme se observa a seguir.

Tabela 45 – Teste dos Dois Últimos Dígitos para os custos unitários do Maracanã

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
<i>00</i>	43	0,052	0,01	0,042	<i>50</i>	14	0,017	0,01	0,007
<i>01</i>	11	0,013	0,01	0,003	<i>51</i>	9	0,011	0,01	0,001
<i>02</i>	8	0,010	0,01	0,000	<i>52</i>	7	0,008	0,01	-0,002
<i>03</i>	8	0,010	0,01	0,000	<i>53</i>	11	0,013	0,01	0,003
<i>04</i>	6	0,007	0,01	-0,003	<i>54</i>	8	0,010	0,01	0,000
<i>05</i>	10	0,012	0,01	0,002	<i>55</i>	9	0,011	0,01	0,001
<i>06</i>	8	0,010	0,01	0,000	<i>56</i>	2	0,002	0,01	-0,008
<i>07</i>	8	0,010	0,01	0,000	<i>57</i>	5	0,006	0,01	-0,004
<i>08</i>	14	0,017	0,01	0,007	<i>58</i>	10	0,012	0,01	0,002
<i>09</i>	6	0,007	0,01	-0,003	<i>59</i>	3	0,004	0,01	-0,006
<i>10</i>	6	0,007	0,01	-0,003	<i>60</i>	2	0,002	0,01	-0,008
<i>11</i>	2	0,002	0,01	-0,008	<i>61</i>	5	0,006	0,01	-0,004
<i>12</i>	7	0,008	0,01	-0,002	<i>62</i>	8	0,010	0,01	0,000
<i>13</i>	8	0,010	0,01	0,000	<i>63</i>	6	0,007	0,01	-0,003
<i>14</i>	9	0,011	0,01	0,001	<i>64</i>	11	0,013	0,01	0,003
<i>15</i>	16	0,019	0,01	0,009	<i>65</i>	2	0,002	0,01	-0,008
<i>16</i>	6	0,007	0,01	-0,003	<i>66</i>	7	0,008	0,01	-0,002
<i>17</i>	4	0,005	0,01	-0,005	<i>67</i>	11	0,013	0,01	0,003
<i>18</i>	2	0,002	0,01	-0,008	<i>68</i>	11	0,013	0,01	0,003
<i>19</i>	8	0,010	0,01	0,000	<i>69</i>	4	0,005	0,01	-0,005
<i>20</i>	10	0,012	0,01	0,002	<i>70</i>	13	0,016	0,01	0,006
<i>21</i>	5	0,006	0,01	-0,004	<i>71</i>	7	0,008	0,01	-0,002
<i>22</i>	5	0,006	0,01	-0,004	<i>72</i>	9	0,011	0,01	0,001
<i>23</i>	1	0,001	0,01	-0,009	<i>73</i>	13	0,016	0,01	0,006
<i>24</i>	13	0,016	0,01	0,006	<i>74</i>	7	0,008	0,01	-0,002
<i>25</i>	7	0,008	0,01	-0,002	<i>75</i>	5	0,006	0,01	-0,004
<i>26</i>	11	0,013	0,01	0,003	<i>76</i>	11	0,013	0,01	0,003
<i>27</i>	9	0,011	0,01	0,001	<i>77</i>	6	0,007	0,01	-0,003
<i>28</i>	7	0,008	0,01	-0,002	<i>78</i>	6	0,007	0,01	-0,003
<i>29</i>	5	0,006	0,01	-0,004	<i>79</i>	5	0,006	0,01	-0,004
<i>30</i>	10	0,012	0,01	0,002	<i>80</i>	13	0,016	0,01	0,006
<i>31</i>	8	0,010	0,01	0,000	<i>81</i>	4	0,005	0,01	-0,005
<i>32</i>	5	0,006	0,01	-0,004	<i>82</i>	9	0,011	0,01	0,001
<i>33</i>	9	0,011	0,01	0,001	<i>83</i>	7	0,008	0,01	-0,002
<i>34</i>	11	0,013	0,01	0,003	<i>84</i>	6	0,007	0,01	-0,003
<i>35</i>	14	0,017	0,01	0,007	<i>85</i>	11	0,013	0,01	0,003
<i>36</i>	5	0,006	0,01	-0,004	<i>86</i>	8	0,010	0,01	0,000
<i>37</i>	11	0,013	0,01	0,003	<i>87</i>	7	0,008	0,01	-0,002
<i>38</i>	12	0,014	0,01	0,004	<i>88</i>	8	0,010	0,01	0,000
<i>39</i>	6	0,007	0,01	-0,003	<i>89</i>	5	0,006	0,01	-0,004
<i>40</i>	11	0,013	0,01	0,003	<i>90</i>	9	0,011	0,01	0,001
<i>41</i>	5	0,006	0,01	-0,004	<i>91</i>	8	0,010	0,01	0,000
<i>42</i>	11	0,013	0,01	0,003	<i>92</i>	5	0,006	0,01	-0,004
<i>43</i>	8	0,010	0,01	0,000	<i>93</i>	7	0,008	0,01	-0,002
<i>44</i>	10	0,012	0,01	0,002	<i>94</i>	9	0,011	0,01	0,001
<i>45</i>	11	0,013	0,01	0,003	<i>95</i>	8	0,010	0,01	0,000
<i>46</i>	9	0,011	0,01	0,001	<i>96</i>	7	0,008	0,01	-0,002
<i>47</i>	7	0,008	0,01	-0,002	<i>97</i>	11	0,013	0,01	0,003
<i>48</i>	3	0,004	0,01	-0,006	<i>98</i>	13	0,016	0,01	0,006
<i>49</i>	9	0,011	0,01	0,001	<i>99</i>	8	0,010	0,01	0,000

Gráfico 26 – Teste dos Dois Últimos Dígitos para os custos unitários do Maracanã



No gráfico consegue-se visualizar melhor o conjunto e se nota que os dígitos 00 prevaleceram em relação aos demais. Também se percebem picos na maioria dos dígitos múltiplos de 5. Como os dados se referem a preços de mercado, é natural que prevaleçam valores arredondados em relação a valores quebrados.

1.2.1.8. Modelo Fator de Distorção

O Modelo Fator de Distorção visa a verificar se os dados foram super ou subestimados após uma possível manipulação, e dá a extensão da distorção.

Tabela 46 – Modelo Fator de Distorção para os custos unitários do Maracanã

MODELO FATOR DE DISTRORÇÃO CUSTOS UNITÁRIOS		
Média real	Fator de Distorção	Z Estatístico
36,7987	-0,0572	-2,5797
Média esperada	Desvio Padrão	
39,0322	0,0222	

Os resultados mostram que a média real foi inferior à média esperada, o que sugere uma subestimação dos dados. Além disso, o Z Estatístico ultrapassou 1,96, o que indica que a discrepância encontrada foi significativa em um nível de 0,05. O resultado do fator de distorção indica que os dados foram subestimados em 5,72% em relação a uma distribuição de Benford.

1.2.1.9. Base Logarítmica da Lei de Benford

O objetivo desse teste foi verificar se as mantissas dos logaritmos dos dados eram uniformemente distribuídas ao longo do intervalo de $[0,1)$, atendendo a uma propriedade da Lei de Benford.

Para testar essa propriedade das mantissas, utilizou-se a regressão linear, em que se testou o intercepto, a inclinação e o R-Quadrado. A variável y é o conjunto das mantissas ordenadas e a variável x é o rank (1, 2, 3, ..., N).

Gráfico 27 – Distribuição das mantissas dos logaritmos dos custos unitários do Maracanã

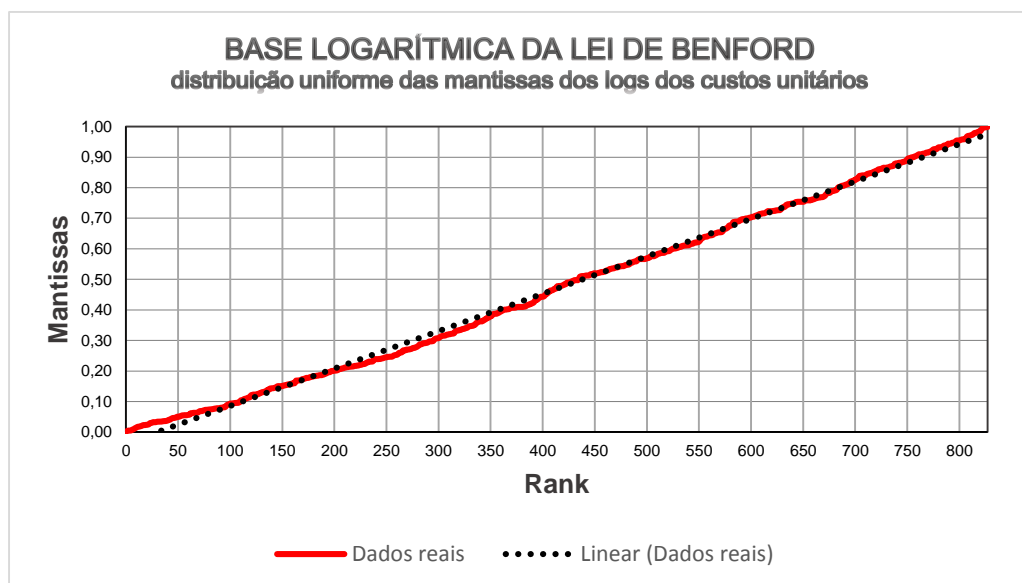


Tabela 47 – Regressão linear (custos unitários - Maracanã)

BASE LOGARÍTMICA DA LEI DE BENFORD CUSTOS TOTAIS - REGRESSÃO LINEAR				
	R²	INCLINAÇÃO	INTERCEPTO	EQUAÇÃO
Real	0,99742346	0,00122326	-0,036373438	$y = 0,00122326x - 0,03637$
Esperado	1	0,00120773	0	$y = 0,00120773x$

Conforme observado na tabela e no gráfico, os resultados comprovaram que as mantissas dos logaritmos dos custos unitários se distribuíam uniformemente formando quase uma linha reta.

1.2.1.10. Mantissa Arc Test

Os resultados do teste em questão foram apresentados na tabela e no gráfico seguintes.

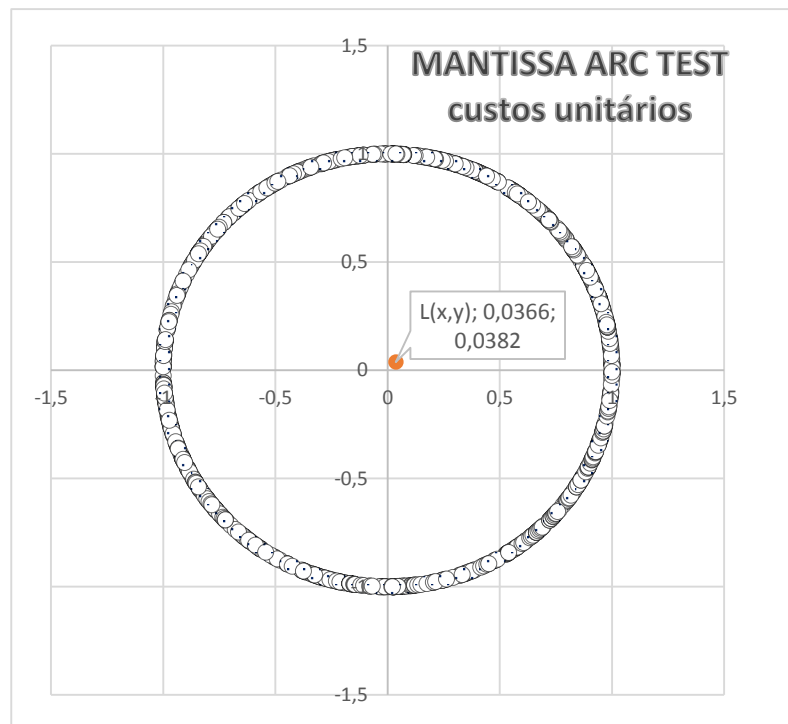
Tabela 48 – Mantissa Arc Test custos unitários do Maracanã

MANTISSA ARC TEST CUSTOS UNITÁRIOS	
Lx	0,03664
Ly	0,03818
L²	0,00280
P-VALOR	0,90160
P-VALOR (adaptado)	0,02595

Como se pode observar, os pontos Lx e Ly , que representam o centro de gravidade da distribuição das mantissas, aproximaram-se relativamente do

ponto (0,00;0,00). O p-valor superou o limite de 0,05, mas, se fosse adotado o termo $\sqrt[3]{N}$ no lugar de N no cálculo ($p\text{-valor} = 1 - e^{-L^{\frac{2}{3}}N}$), como sugerido por Nigrini (2012), obter-se-ia 0,02595, o que sugere uma conformidade com a Lei NB.

Gráfico 28 – Mantissa Arc Test custos unitários do Maracanã



1.2.2 Custos Totais:

Cabe primeiramente informar que, apesar de a planilha possuir 1028 serviços, analisaram-se para os custos totais 1024 itens, já que foram excluídos os valores menores do que 10, os quais não possuíam segundo dígito. A única exceção foi para o Teste do Primeiro dígito, em que se examinaram os 1028 itens, já que, na análise do TCU, alguns valores com custo unitário inferior a R\$ 10,00 faziam parte da Curva ABC. Dessa forma, para analisar esses custos, foi necessário incluí-los no Teste do Primeiro Dígito, desprezando-se apenas os valores inferiores a um.

1.2.2.1. Teste do Primeiro Dígito:

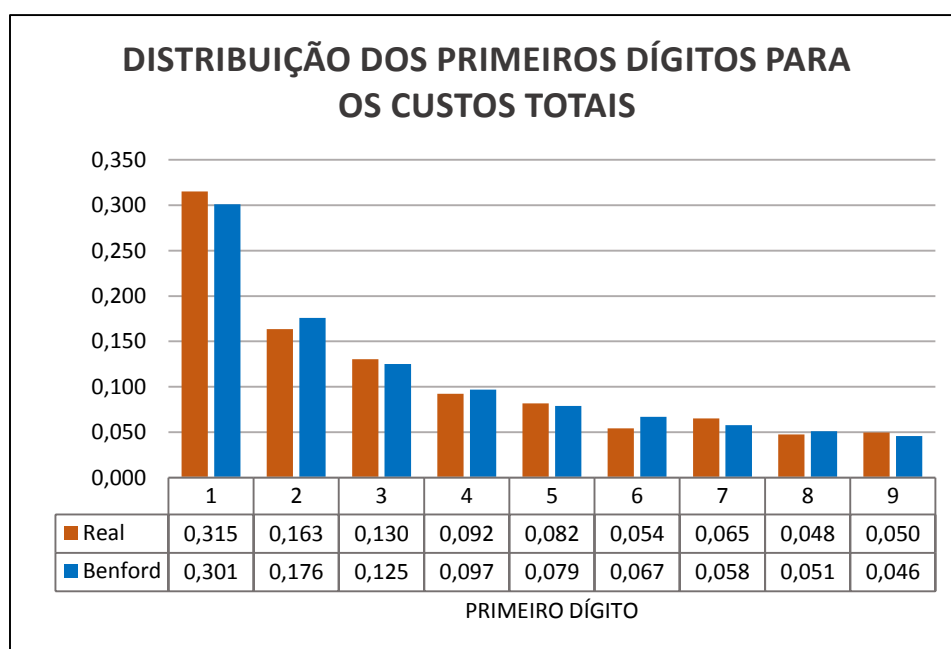
Os resultados estão apresentados na tabela a seguir:

Tabela 49- Teste do Primeiro Dígito para os custos totais do Maracanã

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>		
<i>1</i>	324	0,315	0,301	0,014	0,957	0,686	0,315	0,301	0,014	0,014
<i>2</i>	168	0,163	0,176	-0,013	1,018	0,924	0,479	0,477	0,002	0,013
<i>3</i>	134	0,130	0,125	0,005	0,472	0,235	0,609	0,602	0,007	0,005
<i>4</i>	95	0,092	0,097	-0,005	0,444	0,223	0,701	0,699	0,002	0,005
<i>5</i>	84	0,082	0,079	0,003	0,265	0,096	0,783	0,778	0,005	0,003
<i>6</i>	56	0,054	0,067	-0,013	1,544	2,407	0,838	0,845	0,007	0,013
<i>7</i>	67	0,065	0,058	0,007	0,917	0,912	0,903	0,903	0,000	0,007
<i>8</i>	49	0,048	0,051	-0,003	0,415	0,224	0,950	0,954	0,004	0,003
<i>9</i>	51	0,050	0,046	0,004	0,478	0,291	1,000	1,000	0,000	0,004
<i>N</i>	<i>1028</i>		χ^2 Real			<i>5,999</i>	<i>Supremo</i>		<i>0,014</i>	<i>MDA</i>
			χ^2 Limite			<i>15,507</i>	<i>K-S Limite</i>		<i>0,043</i>	<i>0,007</i>

Os dados também estão ilustrados na forma gráfica, para um melhor entendimento dos resultados:

Gráfico 29 – Teste do Primeiro Dígito para os custos totais do Maracanã



Conforme se observou na Tabela e no Gráfico anteriores, não houve picos significativos nas proporções dos primeiros dígitos em relação às proporções da curva descendente da Lei NB.

Contudo, foram aplicados os testes estatísticos para verificar se houve alguma desconformidade com a Lei NB.

Os resultados do Teste Z mostraram que nenhum dos dígitos extrapolou o valor crítico. Destarte, podemos afirmar que, segundo o Teste Z, não rejeitamos a hipótese nula, ou seja, as proporções dos primeiros dígitos dos custos totais do Maracanã não destoaram da Lei NB.

O resultado do Teste Qui-Quadrado para os dados do Maracanã foi 5,999. O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância utilizado é 15,507. Assim, como o valor calculado no teste não excedeu o valor crítico, não se rejeitou a hipótese nula.

Para o Teste K-S, como N era 1028, o K-S crítico foi 0,042. O valor supremo calculado foi 0,014, o qual não superou o valor crítico. Dessa maneira, não podemos rejeitar a hipótese nula.

O último teste aplicado foi o MDA. O resultado encontrado para o Maracanã foi 0,0073, o qual está inserido na faixa de conformidade aceitável dos valores de referência.

Considerando os testes aplicados, podemos afirmar que a planilha orçamentária do Maracanã passou em todos os testes para os primeiros dígitos dos custos totais.

1.2.2.2. Teste do Segundo Dígito

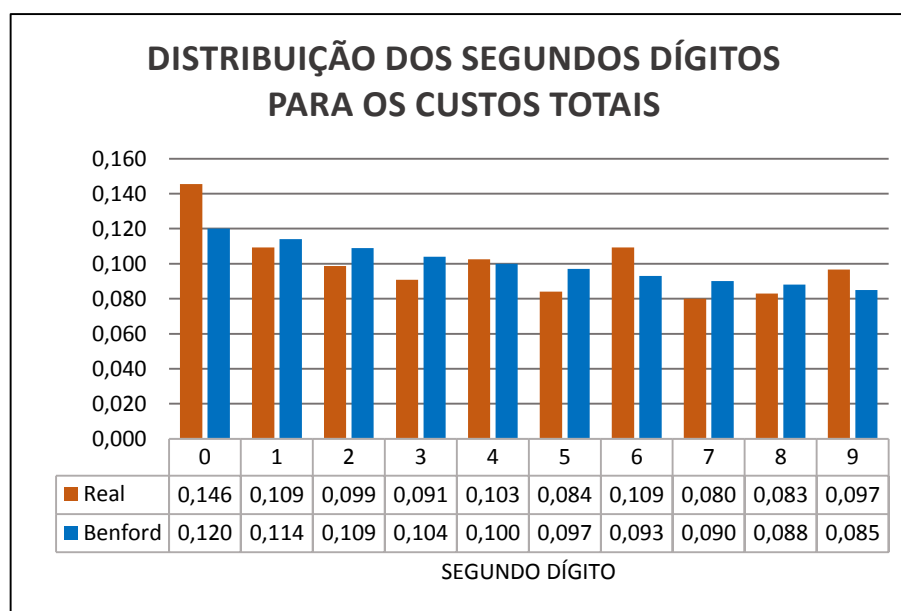
Os resultados estão apresentados na tabela a seguir:

Tabela 50- Teste do Segundo Dígito para os custos totais do Maracanã

Dígito	Cont.	Real	Benford	Diferença	Teste-Z	χ^2	K-S	MDA		
0	149	0,146	0,120	0,026	2,464	5,552	0,146	0,120	0,026	0,026
1	112	0,109	0,114	-0,005	0,417	0,192	0,255	0,234	0,021	0,005
2	101	0,099	0,109	-0,010	1,014	1,010	0,354	0,343	0,011	0,010
3	93	0,091	0,104	-0,013	1,330	1,710	0,444	0,447	0,003	0,013
4	105	0,103	0,100	0,003	0,219	0,066	0,547	0,547	0,000	0,003
5	86	0,084	0,097	-0,013	1,355	1,788	0,631	0,644	0,013	0,013
6	112	0,109	0,093	0,016	1,750	2,952	0,740	0,737	0,003	0,016
7	82	0,080	0,090	-0,010	1,055	1,120	0,820	0,827	0,007	0,010
8	85	0,083	0,088	-0,005	0,509	0,290	0,903	0,915	0,012	0,005
9	99	0,097	0,085	0,012	1,284	1,643	1,000	1,000	0,000	0,012
N	1024	χ^2 Real				16,325	Supremo	0,026	MDA	
		χ^2 Limite				16,919	K-S Limite	0,043	0,0112	

Os dados foram apresentados a seguir na forma gráfica:

Gráfico 30 – Teste do Segundo Dígito para os custos totais do Maracanã



Conforme se observou na Tabela e no Gráfico anteriores, houve picos nas proporções dos segundos dígitos 0, 6 e 9 em relação às proporções da curva descendente da Lei NB.

O próximo passo foi a realização dos testes estatísticos para verificar se as discrepâncias identificadas chegaram ao ponto de proporcionar uma não conformidade com a Lei NB.

Os resultados do Teste Z foram mostraram que o único segundo dígito que não passou no teste foi o 0 (2,464).

O resultado do Teste Qui-Quadrado foi 16,325. O valor crítico para nove graus de liberdade e 0,05 de significância é 16,919. Assim, como o valor calculado no teste não excedeu o valor crítico, não se pode rejeitar a hipótese nula.

Para o Teste K-S, como N era 1024, o K-S crítico encontrado foi 0,043. O valor supremo calculado foi 0,026, o qual não superou o valor crítico. Assim, não se pode rejeitar a hipótese nula.

O último teste aplicado foi o MDA. O resultado encontrado foi 0,01122, que estava na faixa de conformidade marginal dos valores de referência.

Considerando todos os testes aplicados, pode-se afirmar que a planilha orçamentária do Maracanã passou em todos os testes para os segundos dígitos dos custos totais. Contudo, cabe ressaltar que, no Teste MDA, houve uma conformidade marginal dos dados do Maracanã com os valores de referência, que não chegou a representar uma desconformidade.

1.2.2.3. Teste dos Dois Primeiros Dígitos:

Os resultados estão apresentados na tabela a seguir:

Tabela 51- Teste dos Dois Primeiros Dígitos para os custos totais do Maracanã

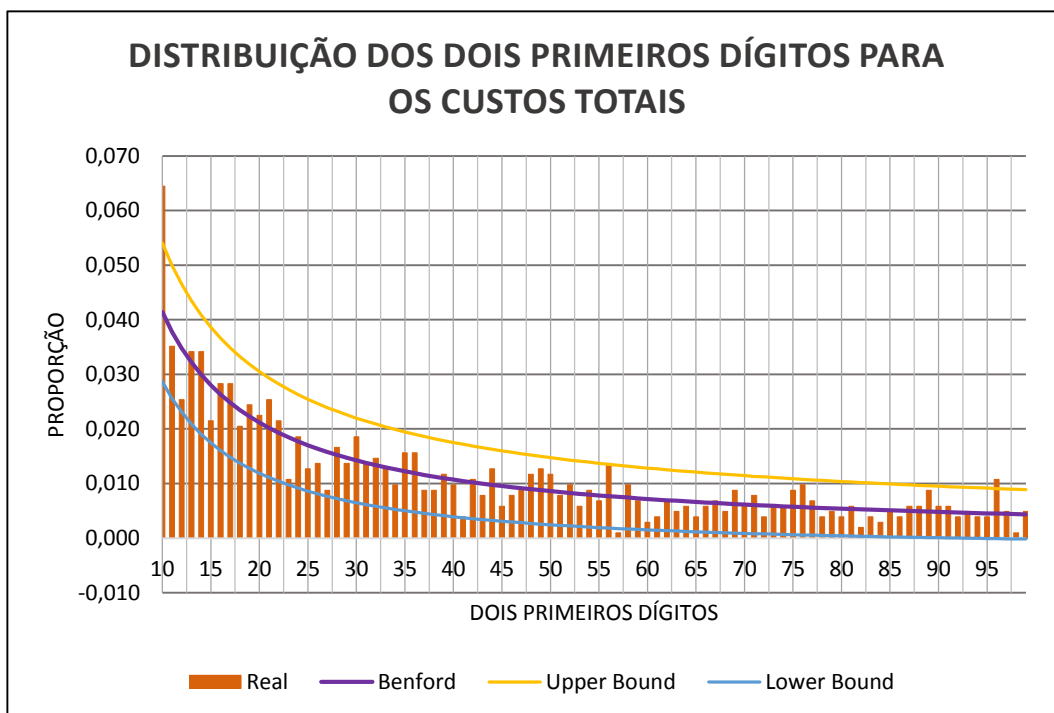
Dígito	Cont.	Real	Benford	Diferença	Teste-Z	Upper Bound	Lower Bound	QQ		K-S		DMA
10	66	0,064	0,041	0,023	3,626	0,054	0,029	13,156	0,064	0,041	0,023	0,023
11	36	0,035	0,038	-0,003	0,360	0,050	0,026	0,188	0,100	0,079	0,020	0,003
12	26	0,025	0,035	-0,009	1,552	0,046	0,023	2,587	0,125	0,114	0,011	0,009
13	35	0,034	0,032	0,002	0,273	0,043	0,021	0,127	0,159	0,146	0,013	0,002
14	35	0,034	0,030	0,004	0,700	0,041	0,019	0,608	0,193	0,176	0,017	0,004
15	22	0,021	0,028	-0,007	1,174	0,039	0,017	1,565	0,215	0,204	0,011	0,007
16	29	0,028	0,026	0,002	0,300	0,037	0,016	0,154	0,243	0,230	0,013	0,002

<i>Digito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferen ça</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>	<i>K-S</i>	<i>DMA</i>		
17	29	0,028	0,025	0,003	0,619	0,035	0,015	0,504	0,271	0,255	0,016	0,003
18	21	0,021	0,023	-0,003	0,525	0,033	0,014	0,386	0,292	0,279	0,013	0,003
19	25	0,024	0,022	0,002	0,358	0,032	0,013	0,210	0,316	0,301	0,015	0,002
20	23	0,022	0,021	0,001	0,174	0,030	0,012	0,078	0,339	0,322	0,017	0,001
21	26	0,025	0,020	0,005	1,069	0,029	0,011	1,364	0,364	0,342	0,022	0,005
22	22	0,021	0,019	0,002	0,393	0,028	0,010	0,252	0,386	0,362	0,024	0,002
23	11	0,011	0,018	-0,008	1,723	0,027	0,010	3,320	0,396	0,380	0,016	0,008
24	19	0,019	0,018	0,001	0,082	0,026	0,009	0,039	0,415	0,398	0,017	0,001
25	13	0,013	0,017	-0,004	0,952	0,025	0,009	1,131	0,428	0,415	0,013	0,004
26	14	0,014	0,016	-0,003	0,562	0,025	0,008	0,462	0,441	0,431	0,010	0,003
27	9	0,009	0,016	-0,007	1,673	0,024	0,008	3,182	0,450	0,447	0,003	0,007
28	17	0,017	0,015	0,001	0,228	0,023	0,007	0,125	0,467	0,462	0,004	0,001
29	14	0,014	0,015	-0,001	0,150	0,023	0,007	0,077	0,480	0,477	0,003	0,001
30	19	0,019	0,014	0,004	1,033	0,022	0,006	1,338	0,499	0,491	0,008	0,004
31	14	0,014	0,014	0,000	0,032	0,021	0,006	0,001	0,513	0,505	0,008	0,000
32	15	0,015	0,013	0,001	0,222	0,021	0,006	0,126	0,527	0,519	0,009	0,001
33	13	0,013	0,013	0,000	0,076	0,020	0,006	0,006	0,540	0,531	0,009	0,000
34	10	0,010	0,013	-0,003	0,670	0,020	0,005	0,648	0,550	0,544	0,006	0,003
35	16	0,016	0,012	0,003	0,845	0,019	0,005	0,962	0,565	0,556	0,009	0,003
36	16	0,016	0,012	0,004	0,955	0,019	0,005	1,195	0,581	0,568	0,013	0,004
37	9	0,009	0,012	-0,003	0,689	0,019	0,005	0,690	0,590	0,580	0,010	0,003
38	9	0,009	0,011	-0,002	0,607	0,018	0,004	0,564	0,599	0,591	0,008	0,002
39	12	0,012	0,011	0,001	0,072	0,018	0,004	0,049	0,610	0,602	0,008	0,001
40	10	0,010	0,011	-0,001	0,146	0,018	0,004	0,088	0,620	0,613	0,007	0,001
41	4	0,004	0,010	-0,007	1,909	0,017	0,004	4,210	0,624	0,623	0,001	0,007
42	11	0,011	0,010	0,001	0,011	0,017	0,004	0,027	0,635	0,633	0,001	0,001
43	8	0,008	0,010	-0,002	0,542	0,017	0,003	0,484	0,643	0,643	0,001	0,002
44	13	0,013	0,010	0,003	0,797	0,016	0,003	0,904	0,655	0,653	0,002	0,003
45	6	0,006	0,010	-0,004	1,052	0,016	0,003	1,457	0,661	0,663	0,002	0,004
46	8	0,008	0,009	-0,002	0,346	0,016	0,003	0,256	0,669	0,672	0,003	0,002
47	9	0,009	0,009	0,000	0,119	0,015	0,003	0,014	0,678	0,681	0,004	0,000
48	12	0,012	0,009	0,003	0,773	0,015	0,003	0,874	0,689	0,690	0,001	0,003
49	13	0,013	0,009	0,004	1,178	0,015	0,003	1,795	0,702	0,699	0,003	0,004
50	12	0,012	0,009	0,003	0,912	0,015	0,002	1,158	0,714	0,708	0,006	0,003
51	8	0,008	0,008	-0,001	0,046	0,015	0,002	0,047	0,722	0,716	0,006	0,001
52	10	0,010	0,008	0,001	0,355	0,014	0,002	0,276	0,731	0,724	0,007	0,001
53	6	0,006	0,008	-0,002	0,631	0,014	0,002	0,643	0,737	0,732	0,005	0,002
54	9	0,009	0,008	0,001	0,119	0,014	0,002	0,086	0,746	0,740	0,006	0,001
55	7	0,007	0,008	-0,001	0,182	0,014	0,002	0,128	0,753	0,748	0,005	0,001
56	14	0,014	0,008	0,006	2,014	0,014	0,002	4,772	0,767	0,756	0,011	0,006
57	1	0,001	0,008	-0,007	2,250	0,013	0,002	5,864	0,768	0,763	0,004	0,007
58	10	0,010	0,007	0,002	0,691	0,013	0,002	0,756	0,777	0,771	0,006	0,002
59	7	0,007	0,007	0,000	0,174	0,013	0,002	0,030	0,784	0,778	0,006	0,000
60	3	0,003	0,007	-0,004	1,425	0,013	0,002	2,575	0,787	0,785	0,002	0,004
61	4	0,004	0,007	-0,003	1,019	0,013	0,001	1,444	0,791	0,792	0,001	0,003
62	7	0,007	0,007	0,000	0,043	0,013	0,001	0,002	0,798	0,799	0,001	0,000
63	5	0,005	0,007	-0,002	0,570	0,012	0,001	0,573	0,803	0,806	0,003	0,002
64	6	0,006	0,007	-0,001	0,151	0,012	0,001	0,116	0,809	0,813	0,004	0,001
65	4	0,004	0,007	-0,003	0,882	0,012	0,001	1,146	0,813	0,820	0,007	0,003

<i>Digito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>	<i>K-S</i>	<i>DMA</i>			
66	6	0,006	0,007	-0,001	0,073	0,012	0,001	0,071	0,818	0,826	0,008	0,001	
67	7	0,007	0,006	0,000	0,161	0,012	0,001	0,026	0,825	0,833	0,007	0,000	
68	5	0,005	0,006	-0,001	0,391	0,012	0,001	0,343	0,830	0,839	0,009	0,001	
69	9	0,009	0,006	0,003	0,833	0,012	0,001	1,057	0,839	0,845	0,006	0,003	
70	6	0,006	0,006	0,000	0,123	0,011	0,001	0,015	0,845	0,851	0,007	0,000	
71	8	0,008	0,006	0,002	0,515	0,011	0,001	0,509	0,853	0,857	0,005	0,002	
72	4	0,004	0,006	-0,002	0,662	0,011	0,001	0,742	0,856	0,863	0,007	0,002	
73	6	0,006	0,006	0,000	0,021	0,011	0,001	0,000	0,862	0,869	0,007	0,000	
74	6	0,006	0,006	0,000	0,013	0,011	0,001	0,000	0,868	0,875	0,007	0,000	
75	9	0,009	0,006	0,003	1,078	0,011	0,001	1,642	0,877	0,881	0,004	0,003	
76	10	0,010	0,006	0,004	1,533	0,011	0,001	3,015	0,887	0,886	0,000	0,004	
77	7	0,007	0,006	0,001	0,319	0,011	0,001	0,277	0,894	0,892	0,001	0,001	
78	4	0,004	0,006	-0,002	0,491	0,011	0,001	0,489	0,897	0,898	0,000	0,002	
79	5	0,005	0,005	-0,001	0,040	0,010	0,000	0,063	0,902	0,903	0,001	0,001	
80	4	0,004	0,005	-0,001	0,437	0,010	0,000	0,421	0,906	0,908	0,002	0,001	
81	6	0,006	0,005	0,001	0,019	0,010	0,000	0,054	0,912	0,914	0,002	0,001	
82	2	0,002	0,005	-0,003	1,248	0,010	0,000	2,133	0,914	0,919	0,005	0,003	
83	4	0,004	0,005	-0,001	0,359	0,010	0,000	0,330	0,918	0,924	0,006	0,001	
84	3	0,003	0,005	-0,002	0,770	0,010	0,000	0,973	0,921	0,929	0,009	0,002	
85	5	0,005	0,005	0,000	0,089	0,010	0,000	0,008	0,926	0,934	0,009	0,000	
86	4	0,004	0,005	-0,001	0,284	0,010	0,000	0,253	0,930	0,940	0,010	0,001	
87	6	0,006	0,005	0,001	0,186	0,010	0,000	0,166	0,936	0,944	0,009	0,001	
88	6	0,006	0,005	0,001	0,212	0,010	0,000	0,189	0,941	0,949	0,008	0,001	
89	9	0,009	0,005	0,004	1,588	0,010	0,000	3,270	0,950	0,954	0,004	0,004	
90	6	0,006	0,005	0,001	0,265	0,010	0,000	0,240	0,956	0,959	0,003	0,001	
91	6	0,006	0,005	0,001	0,291	0,009	0,000	0,267	0,962	0,964	0,002	0,001	
92	4	0,004	0,005	-0,001	0,141	0,009	0,000	0,136	0,966	0,968	0,003	0,001	
93	5	0,005	0,005	0,000	0,112	0,009	0,000	0,012	0,971	0,973	0,002	0,000	
94	4	0,004	0,005	-0,001	0,095	0,009	0,000	0,106	0,975	0,978	0,003	0,001	
95	4	0,004	0,005	-0,001	0,073	0,009	0,000	0,093	0,979	0,982	0,004	0,001	
96	11	0,011	0,005	0,006	2,751	0,009	0,000	8,864	0,989	0,987	0,002	0,006	
97	5	0,005	0,004	0,000	0,206	0,009	0,000	0,042	0,994	0,991	0,003	0,000	
98	1	0,001	0,004	-0,003	1,422	0,009	0,000	2,736	0,995	0,996	0,001	0,003	
99	5	0,005	0,004	0,001	0,014	0,009	0,000	0,063	1,000	1,000	0,000	0,001	
<i>N</i>	<i>1024</i>	<i>χ^2 Real</i>					<i>93,42</i>	<i>Supremo</i>	<i>0,024</i>	<i>MDA</i>			
		<i>χ^2 Limite</i>					<i>112,02</i>	<i>K-S Limite</i>	<i>0,043</i>	<i>0,0025</i>			

Os dados também foram apresentados na forma gráfica:

Gráfico 31 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos para os custos totais do Maracanã



Conforme se observou na tabela e no gráfico anteriores, houve picos mais intensos nos dígitos 10, 56 e 96 em relação às proporções da curva descendente da Lei NB.

Os resultados do Teste Z mostraram que dígitos 10 (3,626), 56 (2,014), 57 (2,250) e 96 (2,751) não passaram no teste. Entretanto, de um modo geral podemos afirmar que, segundo o Teste Z, não rejeitamos a hipótese nula, ou seja, as proporções dos primeiros dígitos dos custos unitários do Maracanã não destoaram da Lei NB.

O resultado do Teste Qui-Quadrado para os dados do Maracanã foi 93,424. Como os dois primeiros dígitos dos valores poderiam variar de 10 a 99, nesse caso foram 90 -1 graus de liberdade. O valor crítico para 89 de liberdade e 0,05 de significância é 112,02. Assim, como o valor calculado no teste não excedeu o valor crítico, não se rejeitou a hipótese nula.

Para o Teste K-S, como N era 1024, o K-S crítico calculado foi 0,043. O valor supremo calculado foi 0,024, o qual não superou o valor crítico. Assim, não se rejeitou a hipótese nula.

O último teste aplicado foi o MDA, cujo valor encontrado para o Maracanã foi 0,00253. O resultado estava acima de 0,0022, fato que o inseriu na faixa de não conformidade dos valores de referência.

Considerando todos os testes aplicados, pode-se afirmar que a planilha orçamentária do Maracanã somente não passou no Teste MDA para os dois primeiros dígitos dos custos totais.

1.2.2.4. Teste de Soma

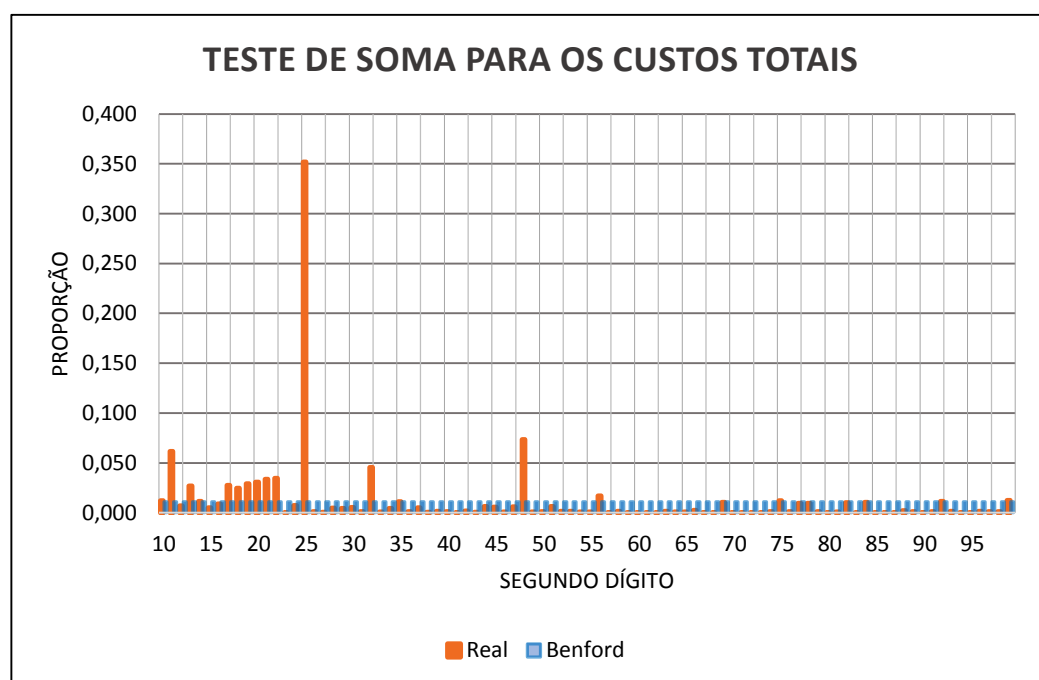
Os resultados estão ilustrados na tabela a seguir:

Tabela 52 – Teste de Soma para os custos totais do Maracanã

Dígito	Soma	Real	Benford	Diferença	Dígito	Soma	Real	Benford	Diferença
10	9.783.807,85	0,012	0,011	0,001	55	729.865,08	0,001	0,011	-0,010
11	49.449.162,77	0,062	0,011	0,051	56	13.668.391,44	0,017	0,011	0,006
12	5.645.576,04	0,007	0,011	-0,004	57	572,85	0,000	0,011	-0,011
13	21.621.601,43	0,027	0,011	0,016	58	1.377.763,15	0,002	0,011	-0,009
14	9.289.157,36	0,012	0,011	0,001	59	143.409,93	0,000	0,011	-0,011
15	4.118.052,96	0,005	0,011	-0,006	60	72.856,40	0,000	0,011	-0,011
16	7.067.532,30	0,009	0,011	-0,002	61	74.189,07	0,000	0,011	-0,011
17	22.067.204,84	0,027	0,011	0,016	62	194.808,18	0,000	0,011	-0,011
18	19.805.126,11	0,025	0,011	0,014	63	1.337.846,64	0,002	0,011	-0,009
19	23.554.834,63	0,029	0,011	0,018	64	791.566,07	0,001	0,011	-0,010
20	24.616.301,13	0,031	0,011	0,020	65	723.060,60	0,001	0,011	-0,010
21	26.959.600,97	0,034	0,011	0,023	66	2.003.305,39	0,002	0,011	-0,009
22	27.809.166,60	0,035	0,011	0,024	67	89.595,89	0,000	0,011	-0,011
23	278.524,49	0,000	0,011	-0,011	68	90.012,53	0,000	0,011	-0,011
24	5.786.955,98	0,007	0,011	-0,004	69	8.350.790,70	0,010	0,011	-0,001
25	282.627.128,73	0,352	0,011	0,341	70	93.233,43	0,000	0,011	-0,011
26	918.292,21	0,001	0,011	-0,010	71	224.809,14	0,000	0,011	-0,011
27	583.149,03	0,001	0,011	-0,010	72	22.466,38	0,000	0,011	-0,011
28	3.800.975,41	0,005	0,011	-0,006	73	17.699,72	0,000	0,011	-0,011
29	3.651.113,19	0,005	0,011	-0,006	74	915.055,34	0,001	0,011	-0,010
30	4.299.521,00	0,005	0,011	-0,006	75	9.803.455,75	0,012	0,011	0,001
31	1.024.320,23	0,001	0,011	-0,010	76	961.238,12	0,001	0,011	-0,010
32	36.623.266,22	0,046	0,011	0,035	77	7.802.321,52	0,010	0,011	-0,001

Dígito	Soma	Real	Benford	Diferença	Dígito	Soma	Real	Benford	Diferença
33	783.538,83	0,001	0,011	-0,010	78	7.813.189,14	0,010	0,011	-0,001
34	3.627.924,55	0,005	0,011	-0,006	79	882.143,92	0,001	0,011	-0,010
35	8.998.481,43	0,011	0,011	0,000	80	90.450,45	0,000	0,011	-0,011
36	909.116,58	0,001	0,011	-0,010	81	821.602,10	0,001	0,011	-0,010
37	4.195.548,50	0,005	0,011	-0,006	82	8.201.765,29	0,010	0,011	-0,001
38	470.682,98	0,001	0,011	-0,010	83	93.090,10	0,000	0,011	-0,011
39	1.317.277,94	0,002	0,011	-0,009	84	8.533.972,00	0,011	0,011	0,000
40	943.714,72	0,001	0,011	-0,010	85	95.930,45	0,000	0,011	-0,011
41	46.165,71	0,000	0,011	-0,011	86	26.736,22	0,000	0,011	-0,011
42	1.497.219,84	0,002	0,011	-0,009	87	194.823,14	0,000	0,011	-0,011
43	491.843,45	0,001	0,011	-0,010	88	1.882.529,81	0,002	0,011	-0,009
44	5.108.925,72	0,006	0,011	-0,005	89	1.002.612,41	0,001	0,011	-0,010
45	4.661.083,35	0,006	0,011	-0,005	90	110.969,56	0,000	0,011	-0,011
46	617.517,68	0,001	0,011	-0,010	91	1.037.148,08	0,001	0,011	-0,010
47	4.901.201,20	0,006	0,011	-0,005	92	9.369.694,34	0,012	0,011	0,001
48	59.124.527,96	0,074	0,011	0,063	93	1.129.000,48	0,001	0,011	-0,010
49	719.747,82	0,001	0,011	-0,010	94	12.316,65	0,000	0,011	-0,011
50	1.094.912,53	0,001	0,011	-0,010	95	116.033,90	0,000	0,011	-0,011
51	5.194.839,82	0,006	0,011	-0,005	96	1.195.660,63	0,001	0,011	-0,010
52	1.130.002,39	0,001	0,011	-0,010	97	1.100.202,49	0,001	0,011	-0,010
53	1.236.932,55	0,002	0,011	-0,009	98	987.081,60	0,001	0,011	-0,010
54	626.461,55	0,001	0,011	-0,010	99	10.086.140,22	0,013	0,011	0,002
SOMA TOTAL					803.349.444,88				

Gráfico 32 – Teste de Soma para os custos totais do Maracanã



Conforme se observou na Tabela e no Gráfico anteriores, houve picos nos dois primeiros dígitos 11, 13, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 25, 32 e 48. Chamou a atenção a proporção encontrada para o dígito 25, que representou 35,2% do valor total da planilha.

Constatou-se, para esse teste, assim como no caso dos custos unitários, que os dados em nada se aproximavam de uma sequência de Benford.

1.2.2.5. Teste de Duplicação de Número

Para esse teste foi montado um *rank* com os 10 valores que mais se repetiam na planilha. A tabela e o gráfico são mostrados a seguir.

Tabela 53 – Teste de Duplicação de Número para os custos totais do Maracanã

TESTE DE DUPLICAÇÃO DE NÚMERO CUSTOS TOTAIS		
Rank	Custo Total	Contagem
1	1.057,28	4
2	736,98	3
3	567,58	3
4	2.247,00	2
5	1.687,88	2
6	1.516,90	2
7	1.135,16	2
8	1.076,29	2
9	960,12	2
10	901,05	2

Os resultados do teste mostram que não ocorreram repetições anormais dos valores. Assim, não foram necessários exames mais acurados desses serviços.

1.2.2.6. Teste de Segunda Ordem

Os resultados podem ser visualizados na tabela e no gráfico a seguir.

Tabela 54 – Teste de Segunda Ordem para os custos totais do Maracanã

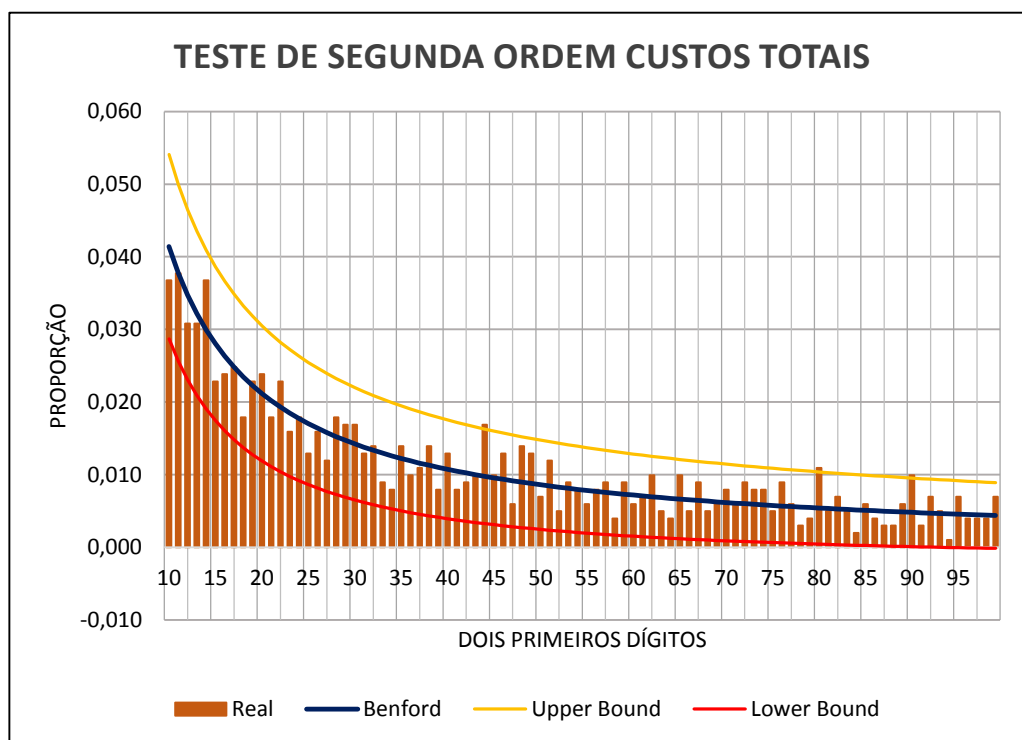
Dígito	Cont.	Real	Benford	Diferença	Teste-Z	Upper Bound	Lower Bound	QQ		K-S		DMA
10	37	0,037	0,041	-0,005	0,669	0,054	0,029	0,684	0,037	0,041	0,005	0,005
11	38	0,038	0,038	0,000	0,009	0,050	0,026	0,013	0,074	0,079	0,005	0,000
12	31	0,031	0,035	-0,004	0,610	0,046	0,023	0,594	0,105	0,114	0,009	0,004
13	31	0,031	0,032	-0,001	0,165	0,043	0,021	0,116	0,136	0,146	0,010	0,001
14	37	0,037	0,030	0,007	1,181	0,041	0,019	1,301	0,173	0,176	0,003	0,007
15	23	0,023	0,028	-0,005	0,911	0,039	0,017	1,133	0,196	0,204	0,008	0,005
16	24	0,024	0,026	-0,002	0,401	0,037	0,016	0,325	0,219	0,230	0,011	0,002
17	25	0,025	0,025	0,000	0,001	0,035	0,015	0,007	0,244	0,255	0,011	0,000
18	18	0,018	0,023	-0,006	1,082	0,033	0,014	1,520	0,262	0,279	0,017	0,006
19	23	0,023	0,022	0,001	0,016	0,032	0,013	0,002	0,285	0,301	0,016	0,001
20	24	0,024	0,021	0,003	0,479	0,030	0,012	0,244	0,309	0,322	0,013	0,003
21	18	0,018	0,020	-0,002	0,419	0,029	0,011	0,349	0,327	0,342	0,016	0,002
22	23	0,023	0,019	0,004	0,709	0,028	0,010	0,528	0,350	0,362	0,012	0,004
23	16	0,016	0,018	-0,003	0,500	0,027	0,010	0,453	0,365	0,380	0,015	0,003
24	18	0,018	0,018	0,000	0,035	0,026	0,009	0,001	0,383	0,398	0,015	0,000
25	13	0,013	0,017	-0,004	0,899	0,025	0,009	1,131	0,396	0,415	0,019	0,004
26	16	0,016	0,016	-0,001	0,003	0,025	0,008	0,037	0,412	0,431	0,019	0,001
27	12	0,012	0,016	-0,004	0,870	0,024	0,008	1,077	0,424	0,447	0,023	0,004
28	18	0,018	0,015	0,003	0,561	0,023	0,007	0,367	0,442	0,462	0,020	0,003
29	17	0,017	0,015	0,002	0,444	0,023	0,007	0,245	0,459	0,477	0,018	0,002
30	17	0,017	0,014	0,003	0,582	0,022	0,006	0,401	0,476	0,491	0,016	0,003
31	13	0,013	0,014	-0,001	0,107	0,021	0,006	0,089	0,489	0,505	0,017	0,001
32	14	0,014	0,013	0,001	0,014	0,021	0,006	0,007	0,502	0,519	0,016	0,001
33	9	0,009	0,013	-0,004	1,001	0,020	0,006	1,377	0,511	0,531	0,020	0,004
34	8	0,008	0,013	-0,005	1,193	0,020	0,005	1,856	0,519	0,544	0,025	0,005
35	14	0,014	0,012	0,002	0,343	0,019	0,005	0,173	0,533	0,556	0,023	0,002
36	10	0,010	0,012	-0,002	0,437	0,019	0,005	0,392	0,543	0,568	0,025	0,002
37	11	0,011	0,012	-0,001	0,051	0,019	0,005	0,062	0,554	0,580	0,026	0,001
38	14	0,014	0,011	0,003	0,646	0,018	0,004	0,519	0,568	0,591	0,023	0,003
39	8	0,008	0,011	-0,003	0,786	0,018	0,004	0,943	0,576	0,602	0,026	0,003
40	13	0,013	0,011	0,002	0,527	0,018	0,004	0,371	0,589	0,613	0,024	0,002
41	8	0,008	0,010	-0,003	0,639	0,017	0,004	0,689	0,597	0,623	0,026	0,003

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferen- ça</i>	<i>Teste- Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>
42	9	0,009	0,010	-0,001	0,252	0,017	0,004	0,205	0,606	0,633	0,028	0,001
43	10	0,010	0,010	0,000	0,017	0,017	0,003	0,005	0,616	0,643	0,028	0,000
44	17	0,017	0,010	0,007	2,159	0,016	0,003	4,911	0,633	0,653	0,021	0,007
45	10	0,010	0,010	0,000	0,127	0,016	0,003	0,005	0,643	0,663	0,020	0,000
46	13	0,013	0,009	0,004	1,025	0,016	0,003	1,234	0,655	0,672	0,017	0,004
47	6	0,006	0,009	-0,003	0,907	0,015	0,003	1,208	0,661	0,681	0,020	0,003
48	14	0,014	0,009	0,005	1,515	0,015	0,003	2,544	0,675	0,690	0,015	0,005
49	13	0,013	0,009	0,004	1,252	0,015	0,003	1,795	0,688	0,699	0,011	0,004
50	7	0,007	0,009	-0,002	0,402	0,015	0,002	0,371	0,695	0,708	0,012	0,002
51	12	0,012	0,008	0,003	1,048	0,015	0,002	1,311	0,707	0,716	0,009	0,003
52	5	0,005	0,008	-0,003	0,996	0,014	0,002	1,422	0,712	0,724	0,012	0,003
53	9	0,009	0,008	0,001	0,118	0,014	0,002	0,057	0,721	0,732	0,011	0,001
54	8	0,008	0,008	0,000	0,009	0,014	0,002	0,003	0,729	0,740	0,011	0,000
55	6	0,006	0,008	-0,002	0,501	0,014	0,002	0,506	0,735	0,748	0,013	0,002
56	8	0,008	0,008	0,000	0,094	0,014	0,002	0,002	0,743	0,756	0,013	0,000
57	9	0,009	0,008	0,001	0,331	0,013	0,002	0,207	0,752	0,763	0,012	0,001
58	4	0,004	0,007	-0,003	1,105	0,013	0,002	1,707	0,756	0,771	0,015	0,003
59	9	0,009	0,007	0,002	0,432	0,013	0,002	0,311	0,765	0,778	0,014	0,002
60	6	0,006	0,007	-0,001	0,277	0,013	0,002	0,248	0,771	0,785	0,015	0,001
61	7	0,007	0,007	0,000	0,042	0,013	0,001	0,007	0,778	0,792	0,015	0,000
62	10	0,010	0,007	0,003	0,960	0,013	0,001	1,169	0,787	0,799	0,012	0,003
63	5	0,005	0,007	-0,002	0,538	0,012	0,001	0,573	0,792	0,806	0,014	0,002
64	4	0,004	0,007	-0,003	0,889	0,012	0,001	1,216	0,796	0,813	0,016	0,003
65	10	0,010	0,007	0,003	1,109	0,012	0,001	1,518	0,806	0,820	0,013	0,003
66	5	0,005	0,007	-0,002	0,428	0,012	0,001	0,426	0,811	0,826	0,015	0,002
67	9	0,009	0,006	0,003	0,806	0,012	0,001	0,883	0,820	0,833	0,012	0,003
68	5	0,005	0,006	-0,001	0,357	0,012	0,001	0,343	0,825	0,839	0,014	0,001
69	6	0,006	0,006	0,000	0,118	0,012	0,001	0,025	0,831	0,845	0,014	0,000
70	8	0,008	0,006	0,002	0,530	0,011	0,001	0,454	0,839	0,851	0,012	0,002
71	6	0,006	0,006	0,000	0,048	0,011	0,001	0,008	0,845	0,857	0,012	0,000
72	9	0,009	0,006	0,003	1,020	0,011	0,001	1,339	0,854	0,863	0,009	0,003
73	8	0,008	0,006	0,002	0,646	0,011	0,001	0,628	0,862	0,869	0,007	0,002
74	8	0,008	0,006	0,002	0,684	0,011	0,001	0,691	0,870	0,875	0,005	0,002
75	5	0,005	0,006	-0,001	0,126	0,011	0,001	0,135	0,875	0,881	0,006	0,001
76	9	0,009	0,006	0,003	1,181	0,011	0,001	1,747	0,884	0,886	0,003	0,003
77	6	0,006	0,006	0,000	0,152	0,011	0,001	0,012	0,890	0,892	0,002	0,000
78	3	0,003	0,006	-0,003	0,891	0,011	0,001	1,254	0,893	0,898	0,005	0,003
79	4	0,004	0,005	-0,001	0,435	0,010	0,000	0,454	0,897	0,903	0,006	0,001
80	11	0,011	0,005	0,006	2,202	0,010	0,000	5,427	0,908	0,908	0,001	0,006
81	5	0,005	0,005	0,000	0,160	0,010	0,000	0,038	0,913	0,914	0,001	0,000
82	7	0,007	0,005	0,002	0,530	0,010	0,000	0,481	0,920	0,919	0,000	0,002
83	5	0,005	0,005	0,000	0,105	0,010	0,000	0,020	0,925	0,924	0,000	0,000
84	2	0,002	0,005	-0,003	1,193	0,010	0,000	2,023	0,927	0,929	0,003	0,003
85	6	0,006	0,005	0,001	0,176	0,010	0,000	0,123	0,932	0,934	0,002	0,001
86	4	0,004	0,005	-0,001	0,254	0,010	0,000	0,253	0,936	0,940	0,003	0,001
87	3	0,003	0,005	-0,002	0,681	0,010	0,000	0,853	0,939	0,944	0,005	0,002
88	3	0,003	0,005	-0,002	0,659	0,010	0,000	0,816	0,942	0,949	0,007	0,002
89	6	0,006	0,005	0,001	0,284	0,010	0,000	0,214	0,948	0,954	0,006	0,001

Dígito	Cont.	Real	Benford	Diferença	Teste-Z	Upper Bound	Lower Bound	QQ		K-S		DMA
90	10	0,010	0,005	0,005	2,150	0,010	0,000	5,264	0,958	0,959	0,001	0,005
91	3	0,003	0,005	-0,002	0,595	0,009	0,000	0,712	0,961	0,964	0,003	0,002
92	7	0,007	0,005	0,002	0,828	0,009	0,000	1,000	0,968	0,968	0,000	0,002
93	5	0,005	0,005	0,000	0,151	0,009	0,000	0,012	0,973	0,973	0,000	0,000
94	1	0,001	0,005	-0,004	1,473	0,009	0,000	2,919	0,974	0,978	0,004	0,004
95	7	0,007	0,005	0,002	0,911	0,009	0,000	1,179	0,981	0,982	0,001	0,002
96	4	0,004	0,005	-0,001	0,019	0,009	0,000	0,080	0,985	0,987	0,002	0,001
97	4	0,004	0,004	0,000	0,232	0,009	0,000	0,069	0,989	0,991	0,002	0,000
98	4	0,004	0,004	0,000	0,211	0,009	0,000	0,059	0,993	0,996	0,003	0,000
99	7	0,007	0,004	0,003	1,019	0,009	0,000	1,433	1,000	1,000	0,000	0,003
N	1007			χ^2 Real				70,913	Supremo		0,028	MDA
				χ^2 Limite				112,02	K-S Limite		0,043	0,0022

Mesmo se não fossem seguidas as diretrizes de Nigrini, que preceitua que a análise deve adotar fronteiras mais liberais para esse teste em função da distribuição obtida ser usualmente *quase Benford*, considerar-se-ia que esses dados se conformavam com a Lei em tela. Todos os testes estatísticos, surpreendentemente, não rejeitaram a hipótese nula que afirma a conformidade com a distribuição de Benford.

Gráfico 33 – Teste de Segunda Ordem para os custos totais do Maracanã



1.2.2.7. Teste dos Dois Últimos Dígitos

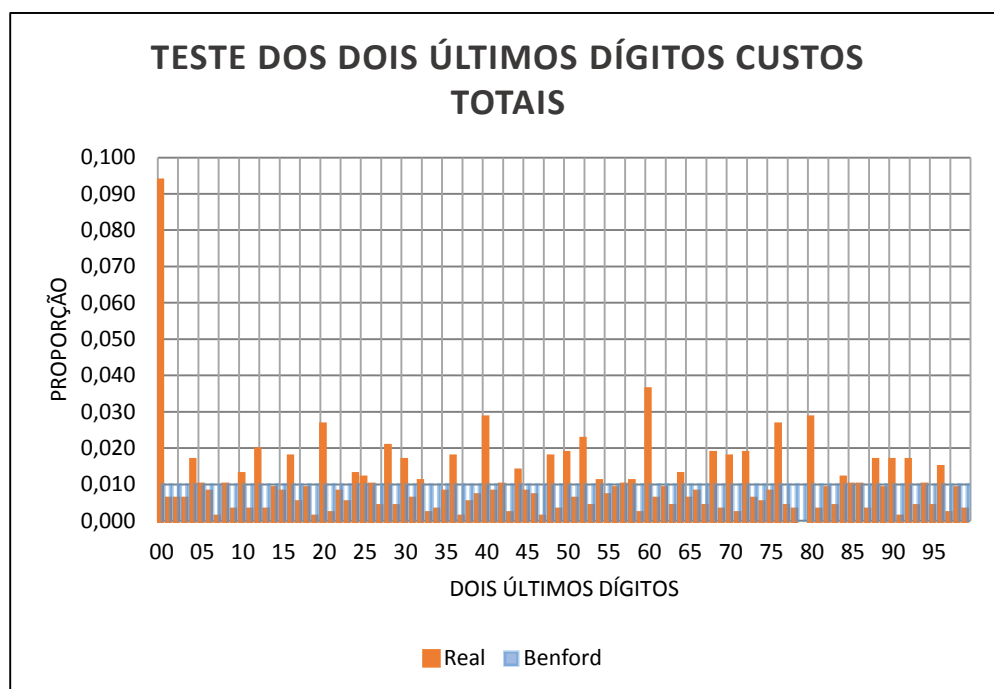
Esse teste identifica duplicações anormais no lado direito dos números em um banco de dados. Picos no gráfico das frequências dos dois últimos dígitos podem indicar erros, números fictícios, ou arredondamento excessivo. Os resultados estão apresentados em tabela e na forma gráfica, conforme se observa a seguir.

Tabela 55 – Teste dos Dois Últimos Dígitos para os custos totais do Maracanã

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
<i>00</i>	96	0,093	0,010	0,083	<i>50</i>	19	0,019	0,010	0,009
<i>01</i>	6	0,006	0,010	-0,004	<i>51</i>	6	0,006	0,010	-0,004
<i>02</i>	6	0,006	0,010	-0,004	<i>52</i>	23	0,022	0,010	0,012
<i>03</i>	6	0,006	0,010	-0,004	<i>53</i>	4	0,004	0,010	-0,006
<i>04</i>	17	0,017	0,010	0,007	<i>54</i>	11	0,011	0,010	0,001
<i>05</i>	10	0,010	0,010	0,000	<i>55</i>	7	0,007	0,010	-0,003
<i>06</i>	8	0,008	0,010	-0,002	<i>56</i>	9	0,009	0,010	-0,001
<i>07</i>	1	0,001	0,010	-0,009	<i>57</i>	10	0,010	0,010	0,000
<i>08</i>	10	0,010	0,010	0,000	<i>58</i>	11	0,011	0,010	0,001
<i>09</i>	3	0,003	0,010	-0,007	<i>59</i>	2	0,002	0,010	-0,008
<i>10</i>	13	0,013	0,010	0,003	<i>60</i>	37	0,036	0,010	0,026
<i>11</i>	3	0,003	0,010	-0,007	<i>61</i>	6	0,006	0,010	-0,004
<i>12</i>	20	0,019	0,010	0,009	<i>62</i>	9	0,009	0,010	-0,001
<i>13</i>	3	0,003	0,010	-0,007	<i>63</i>	4	0,004	0,010	-0,006
<i>14</i>	9	0,009	0,010	-0,001	<i>64</i>	13	0,013	0,010	0,003
<i>15</i>	8	0,008	0,010	-0,002	<i>65</i>	6	0,006	0,010	-0,004
<i>16</i>	18	0,018	0,010	0,008	<i>66</i>	8	0,008	0,010	-0,002
<i>17</i>	5	0,005	0,010	-0,005	<i>67</i>	4	0,004	0,010	-0,006
<i>18</i>	9	0,009	0,010	-0,001	<i>68</i>	19	0,019	0,010	0,009
<i>19</i>	1	0,001	0,010	-0,009	<i>69</i>	3	0,003	0,010	-0,007
<i>20</i>	27	0,026	0,010	0,016	<i>70</i>	18	0,018	0,010	0,008
<i>21</i>	2	0,002	0,010	-0,008	<i>71</i>	2	0,002	0,010	-0,008
<i>22</i>	8	0,008	0,010	-0,002	<i>72</i>	19	0,019	0,010	0,009
<i>23</i>	5	0,005	0,010	-0,005	<i>73</i>	6	0,006	0,010	-0,004
<i>24</i>	13	0,013	0,010	0,003	<i>74</i>	5	0,005	0,010	-0,005
<i>25</i>	12	0,012	0,010	0,002	<i>75</i>	8	0,008	0,010	-0,002
<i>26</i>	10	0,010	0,010	0,000	<i>76</i>	27	0,026	0,010	0,016
<i>27</i>	4	0,004	0,010	-0,006	<i>77</i>	4	0,004	0,010	-0,006
<i>28</i>	21	0,020	0,010	0,010	<i>78</i>	3	0,003	0,010	-0,007
<i>29</i>	4	0,004	0,010	-0,006	<i>79</i>	0	0,000	0,010	-0,010
<i>30</i>	17	0,017	0,010	0,007	<i>80</i>	29	0,028	0,010	0,018
<i>31</i>	6	0,006	0,010	-0,004	<i>81</i>	3	0,003	0,010	-0,007
<i>32</i>	11	0,011	0,010	0,001	<i>82</i>	9	0,009	0,010	-0,001
<i>33</i>	2	0,002	0,010	-0,008	<i>83</i>	4	0,004	0,010	-0,006
<i>34</i>	3	0,003	0,010	-0,007	<i>84</i>	12	0,012	0,010	0,002

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
35	8	0,008	0,010	-0,002	85	10	0,010	0,010	0,000
36	18	0,018	0,010	0,008	86	10	0,010	0,010	0,000
37	1	0,001	0,010	-0,009	87	3	0,003	0,010	-0,007
38	5	0,005	0,010	-0,005	88	17	0,017	0,010	0,007
39	7	0,007	0,010	-0,003	89	9	0,009	0,010	-0,001
40	29	0,028	0,010	0,018	90	17	0,017	0,010	0,007
41	8	0,008	0,010	-0,002	91	1	0,001	0,010	-0,009
42	10	0,010	0,010	0,000	92	17	0,017	0,010	0,007
43	2	0,002	0,010	-0,008	93	4	0,004	0,010	-0,006
44	14	0,014	0,010	0,004	94	10	0,010	0,010	0,000
45	8	0,008	0,010	-0,002	95	4	0,004	0,010	-0,006
46	7	0,007	0,010	-0,003	96	15	0,015	0,010	0,005
47	1	0,001	0,010	-0,009	97	2	0,002	0,010	-0,008
48	18	0,018	0,010	0,008	98	9	0,009	0,010	-0,001
49	3	0,003	0,010	-0,007	99	3	0,003	0,010	-0,007

Gráfico 34 – Teste dos Dois Últimos Dígitos para os custos totais do Maracanã



No gráfico consegue-se visualizar melhor o conjunto e se nota, assim como ocorreu com os custos unitários, que os dígitos 00 prevaleceram em relação aos demais. Também se percebem picos na maioria dos dígitos múltiplos de 5. Como os dados se referem a preços de mercado, é natural que prevaleçam valores arredondados em relação a valores quebrados.

1.2.2.8. Modelo Fator de Distorção

O Modelo Fator de Distorção visa a verificar se os dados foram super ou subestimados depois de manipulados, e dá a extensão da distorção.

Tabela 56 – Modelo Fator de Distorção para os custos totais do Maracanã

MODELO FATOR DE DISTORÇÃO VALORES UNITÁRIOS		
Média real	Fator de Distorção	Z Estatístico
38,8106	-0,0059	-0,2979
Média esperada	Desvio Padrão	
39,0426	0,01995	

Os resultados mostram que a média real foi inferior à média esperada, o que sugere uma subestimação dos dados. Todavia, o Z Estatístico não superou 1,96, o que indica que a discrepância encontrada não foi significativa em um nível de 0,05.

1.2.2.9. Base Logarítmica da Lei de Benford

O objetivo desse teste foi verificar se as mantissas dos logaritmos dos dados eram uniformemente distribuídas ao longo do intervalo de $[0,1)$, atendendo a uma propriedade da Lei de Benford.

Para testar essa propriedade das mantissas, utilizou-se a regressão linear, em que se testou o intercepto, a inclinação e o R-Quadrado. A variável y é o conjunto das mantissas ordenadas e a variável x é o rank (1, 2, 3, ..., N).

Gráfico 35 – Distribuição das mantissas dos logaritmos dos custos totais do Maracanã

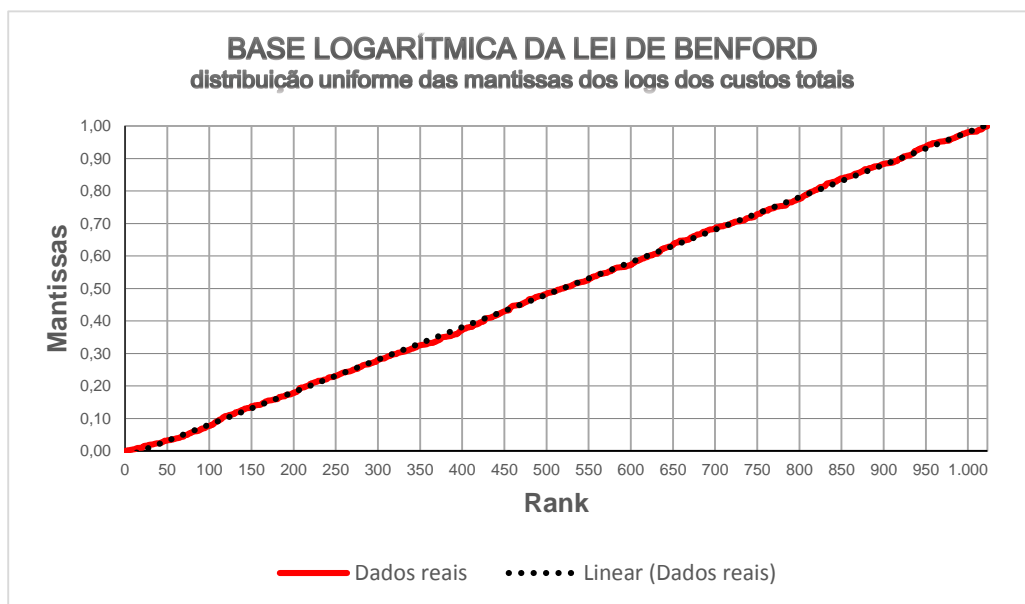


Tabela 57 – Regressão linear (custos totais - Maracanã)

BASE LOGARÍTMICA DA LEI DE BENFORD CUSTOS TOTAIS - REGRESSÃO LINEAR				
	R ²	INCLINAÇÃO	INTERCEPTO	EQUAÇÃO
Real	0,999679151	0,00099923	-0,018639045	$y = 0,00099923x - 0,01864$
Esperado	1	0,00097656	0	$y = 0,00097656x$

Conforme observado na tabela e no gráfico, os resultados comprovaram que as mantissas dos logaritmos dos valores totais se distribuíam uniformemente formando uma linha quase reta.

1.2.2.10. Mantissa Arc Test

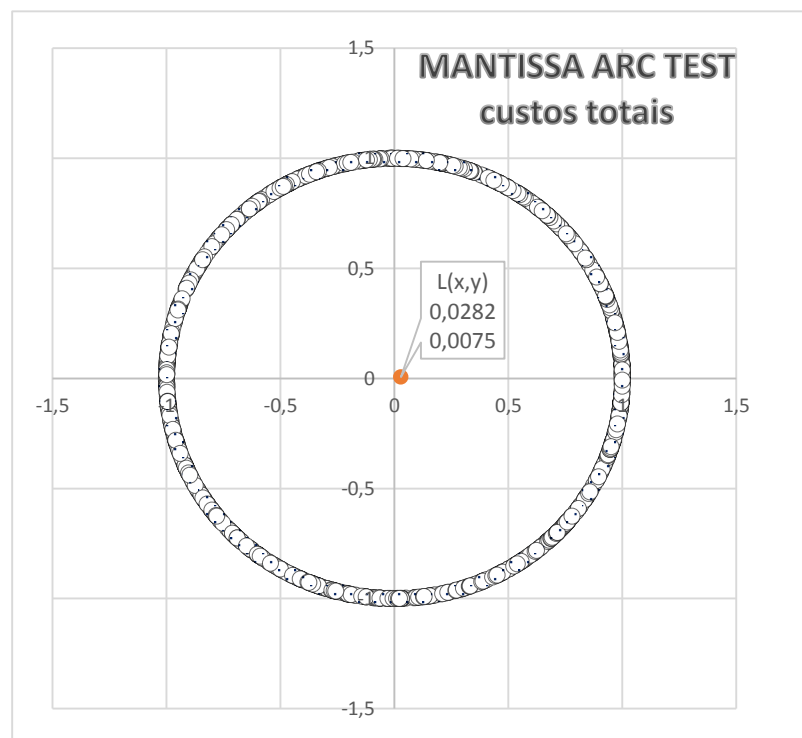
Os resultados do teste em questão foram apresentados na tabela e no gráfico seguintes.

Tabela 58 – Mantissa Arc Test custos totais do Maracanã

MANTISSA ARC TEST CUSTOS TOTAIS	
Lx	0,02816
Ly	0,00746
L²	0,00085
P-VALOR	0,58055
P-VALOR (adaptado)	0,00852

Como se pode observar, os pontos Lx e Ly , que representam o centro de gravidade da distribuição das mantissas, aproximaram-se bastante do ponto (0,00;0,00). O p-valor superou o limite de 0,05, mas, se fosse adotado o termo $\sqrt[3]{N}$ no lugar de N no cálculo ($p\text{-valor} = 1 - e^{-L^2 \times N}$), como sugerido por Nigrini (2012), obter-se-ia 0,00852.

Gráfico 36 – Mantissa Arc Test custos totais do Maracanã



1.3. Confronto entre as duas análises:

1.3.1 Custos unitários:

Os resultados dos Testes Primários apontaram para os dígitos 11, 16 e 25. Já o Teste de Soma identificou valores excessivos para as proporções do 11, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 25, 32 e 48.

Percebeu-se que os dígitos 11 e 25 foram apontados em ambas as análises como excessivos e, por isso, possuíam maior risco de estarem superestimados.

Para uma auditoria, seria recomendável uma análise a priori dos valores contendo os dois primeiros dígitos 11 e 25, para depois se examinar o restante.

Ao se confrontarem os dígitos 11 e 25 com o sobrepreço apurado pelo TCU, cuja análise se restringiu à Curva ABC, obteve-se o seguinte resultado:

Tabela 59- Itens detectados pela Lei NB (dígitos 11 e 25), cujo sobrepreço fora identificado pelo TCU - Maracanã

Dígitos	Item	Descrição	Custo Unitário	Sobrepreço TCU
25	18.052.240-6	Sistema de cobertura tensionada, incluindo estrutura metálica, cabos "fully locked" e membrana "PTFE", conforme projeto da Hightex, ref. jop/juv, p/Estádio do Maracanã Copa 2014.	256.714.917,00	26.961.972,80
	18.500.245-6	Mobiliário esportivo, e Mobiliário do auditório para o Estádio do Maracanã Copa 2014 - conforme proposta da Mackey Indústria de Móveis Ltda.	25.518.649,48	4.057.726,58
	05.002.004-0	Demolição c/equip. de ar compr., de massas de concr. armado, exceto pisos ou pav.	258,38	699.201,19
11	14.003.474-6	Esquadrias de alumínio para o Estádio Mário Filho – Maracanã conforme proposta da Itetal nº t 2011-0131-000 e caixilhos complementares.	11.920.282,97	1.935.661,95
	11.060.043-6	Pré-moldado em concreto armado compreendendo desde a fabricação até instalação no local, para arquibancada do Maracanã, conforme planilha orçamentária 001/2011- Maracanã Copa 2014.	11.771.177,22	3.605.433,06

Dígitos	Item	Descrição	Custo Unitário	Sobrepreço TCU
	18.052.223-6	Sistema de sonorização (áreas internas e arquibancadas), para o Estádio Mário Filho - Maracanã, conforme proposta pp 95981/10rev.1 da Prosegur Forn. e Inst. (Maracanã Copa 2014)	11.512.097,16	3.748.888,14
	13.385.050-6	Piso monolítico de alta resistência poliuretânico flakes3000c/acab. verniz pu acetinado e = 4 mm nsbrasil ou sim. aplic. sobre contrapiso nivelado e.3 mm.incl.este.Maracanã 2014.f/i.	113,28	592.363,60
			Total	41.601.247,32

Observou-se que sete itens da Curva ABC possuíam os dois primeiros dígitos dos custos unitários 11 ou 25, e que o somatório do sobrepreço apurado pelo TCU para esses serviços foi R\$ 41.601.247,32.

Ressaltou-se que o item Sistema de cobertura tensionada teve o maior sobrepreço da Curva ABC e também representava o serviço mais caro da obra (R\$ 256.714.917,00). Seus primeiros dígitos 2 e 5, além de terem sido identificados pelo Teste de Soma como materialmente relevantes no orçamento, foram apontados pelo Teste dos Dois Primeiros Dígitos como excessivamente frequentes na planilha.

Em sua análise, a Corte de Contas subtraiu os subpreços dos sobrepreços encontrados. Caso não fossem abatidos os subpreços, teria se apurado um sobrepreço de R\$ 149.972.318,01 sem BDI. O valor a maior de R\$ 41.601.247,32 representava 27,74% do total de R\$ 149.972.318,01.

Após o exame dos dois primeiros dígitos mais críticos, procedeu-se à análise dos demais.

Tabela 60- Itens detectados pela Lei NB, cujo sobrepreço fora identificado pelo TCU

Dígitos	Item	Descrição	Custo unitário	Sobrepreço TCU
16	14.002.844-6	Forro em grade metálica eletrofundida malha 30x100mm, h=20 cm, sendo barra principal 20x2mm, em aço carbono SAE 1006/1020, acab.pint.eletrorst.fornec.e instalação, p/ Maracanã copa 2014.	163,52	1.514.293,41
17	18.052.218-6	Sistema de controle de acesso restrito e controle de acesso do público, para o Estádio Mário Filho - Maracanã, conforme proposta pp 95981/10 rev.1 da Prosegur. Forn. e Inst.(Copa 2014)	17.544.505,41	12.370.588,70
	01.002.054-6	Perfuração em solo para execução de estaca raiz, diam.410 mm.p/obra do Maracanã Copa 2014.	177,96	373.048,34
19	18.052.225-6	Serviços (cablagens, conectorizações, instalação e interligação de softwares, comissionamentos, startup e operações assistidos), conforme prop. pp 95981/10, Prosegur. For. Inst. Maracanã.	19.081.957,09	4.241.578,74
	13.365.191-6	Revest.de piso em placas de granito branco polar polido, med.(60x60)cm, e=2,00cm.assentado c/nata de cimento sobre argam.de cim. areia e saibro, traço 1:2:2 e rejunte cimento branco.	196,72	435.709,44
	09.009.006-6	Drenagem, top soil, grama natural e sintética e sistema de irrigação para o gramado do Estádio Maracanã - Copa 2014, conforme proposta da firma Campanelli.	1.919.536,42	722.897,49
21	05.002.069-6	Demolição de cobertura em concreto armado sobre a arquibancada do Maracanã (marquise), conforme planilha orçamentária n002/2009-EMOP.	21.439.722,66	13.464.684,58
22	11.090.006-6	Recuperação da estrutura do Estádio Mário Filho - Maracanã - Copa 2014, conforme planilha 004/2011 - EMOP.	22.904.212,57	10.839.664,36
32	05.105.311-6	Administração local p/obras de reforma c/modificações e acréscimos para o Estádio Mário Filho, Maracanã Copa 2014, conforme planilha nº 003/2011 EMOP.	32.863.882,27	12.563.282,35
48	18.052.207-6	Sistema de ar condicionado central e ventilação mecânica completa, p/o Estádio Mário Filho - Maracanã Copa 2014, conforme proposta PR-078620 (Ambienter) fornecimento e montagem.	48.844.340,89	9.167.065,10
Total			R\$ 65.692.812,51	

Com base na tabela anterior, identificaram-se mais 10 itens da Curva ABC, cujo sobrepreço fora apontado pelo TCU. Somente para os dois primeiros dígitos 18 e 20 não se encontrou sobrepreço. Contudo, os serviços 18.052.222-6 - Sistema de painéis informativos, displays (...) e 18.052.259-6 - Transformadores, grupos geradores, no-breaks e (...), cujos custos unitários

eram respectivamente R\$ 20.206.546,09 e R\$ 18.600.382,98, não foram analisados pelo TCU. Sendo assim, não se pode afirmar se seus preços estavam adequados ou não.

O sobrepreço apurado nos itens da Tabela 60 foi R\$ 65.692.812,51, que representava 43,8% do que havia sido apontado pela Corte de Contas.

Somando-se o sobrepreço dos serviços da Tabela 59 e Tabela 60, encontrou-se o valor de R\$ 107.294.059,83, que representava 71,54% do sobrepreço total apurado pelo TCU.

1.3.2 Custos totais

Os resultados dos Testes Primários apontaram para os dígitos 10, 56 e 96.

Já o Teste de Soma identificou valores excessivos para as proporções dos dois primeiros dígitos 11, 13, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 25, 32 e 48.

Os resultados do Teste de Soma dos custos totais foram praticamente iguais aos do Teste de Soma para os custos unitários, com exceção dos dois primeiros dígitos 13. Isso se deve ao fato de que, para esses serviços, os custos totais se igualavam aos custos unitários, uma vez que a quantidade deles era 1 unidade.

O Teste de Soma é mais efetivo para os custos totais, uma vez que mostra a magnitude da soma de todos os valores com determinados primeiros dígitos em relação ao valor total da planilha. Isso não acontece com os custos unitários, que podem não ser identificados pelo Teste de Soma quando muito baixos, mas, que podem, quando multiplicados pela quantidade, resultar em custos totais bastante relevantes. Assim, serviços com baixos custos unitários podem compor a Curva ABC.

Na análise dos custos totais não coincidiram valores nos Testes Primários e no Teste de Soma.

Contudo, observando os dois primeiros dígitos 10 e 96, notou-se que eles foram muito frequentes na planilha, mas não possuíam soma elevada. A amostra dos dois primeiros dígitos 10 era composta por 66 itens, cuja soma resultava em R\$ 9.783.807,85 (1,2% da planilha). Já a amostra dos dígitos 96 era composta por 11 itens, cuja soma era apenas R\$ 1.195.660,63 (0,2% da planilha). Dessa maneira, tais dígitos poderiam ser descartados da análise.

Ao se confrontarem os dígitos selecionados pelos testes, à exceção do 10 e do 96, com o sobrepreço apurado pelo TCU, cuja análise se restringiu à Curva ABC, obteve-se o seguinte resultado:

Tabela 61- Itens detectados pela Lei NB, cujo sobrepreço fora identificado pelo TCU: Maracanã

Dígitos	Item	Descrição	Custo unitário	Sobrepreço TCU
11	14.003.474-6	Esquadrias de alumínio para o Estádio Mário Filho – Maracanã conforme proposta da Itetal nº t 2011-0131-000 e caixilhos complementares.	11.920.282,97	1.935.661,95
	11.060.043-6	Pré-moldado em concreto armado compreendendo desde a fabricação até instalação no local, para arquibancada do Maracanã, conforme planilha orçamentária 001/2011- Maracanã Copa 2014.	11.771.177,22	3.605.433,06
	05.001.498-5	Desmontagem de estruturas metálicas, para o Maracanã - Copa2014.	11.767.086,22	11.350.047,63
	18.052.223-6	Sistema de sonorização (áreas internas e arquibancadas), para o Estádio Mário Filho - Maracanã, conforme proposta pp 95981/10rev.1 da Prosegur Forn. e Inst. (Maracanã Copa 2014)	11.512.097,16	3.748.888,14
13	13.022.055-6	Pastilha de porcelana formato palito md.(2,5x5)cm, cor branco assente c/ argam. cim. saibro e areia fina, traço 1:3:3, revest.ext.c/2,5cm de esp. incl. chapisco e rejunte fornec. e instal.	13.736.116,83	3.274.045,52
17	18.052.218-6	Sistema de controle de acesso restrito e controle de acesso do público, para o Estádio Mário Filho - Maracanã, conforme proposta pp 95981/10 rev.1 da Prosegur. Forn. e Inst. (Copa 2014)	17.544.505,41	12.370.588,70
19	18.052.225-6	Serviços (cablagens, conectorizações, instalação e interligação de softwares, comissionamentos, startup e operações assistidos), conforme prop. pp 95981/10, Prosegur. For. Inst. Maracanã.	19.081.957,09	4.241.578,74
	09.009.006-6	Drenagem, top soil, grama natural e sintética e sistema de irrigação para o gramado do	1.919.536,42	722.897,49

Dígitos	Item	Descrição	Custo unitário	Sobrepreço TCU
		Estádio Maracanã - Copa 2014, conforme proposta da firma Campanelli.		
20	11.030.089-6	Laje painel de 25cm de largura, beta 12 para sobrecarga de 5,0kn/m2 e vão até 5,00m, inclusive EPS 5x15x50 cm, exclusive capeamento para obra do Maracanã Copa 2014.	2.044.949,40	226.248,56
	13.365.191-6	Revest.de piso em placas de granito branco polar polido, med.(60x60)cm, e=2,00cm.assentado c/nata de cimento sobre argam.de cim. areia e saibro, traço 1:2:2 e rejunte cimento branco.	2.014.400,99	435.709,44
21	05.002.069-6	Demolição de cobertura em concreto armado sobre a arquibancada do Maracanã (marquise), conforme planilha orçamentária n002/2009-EMOP.	21.439.722,66	13.464.684,58
	05.002.070-6	Reciclagem material proveniente de demolições primárias concr. arm., pulv. hidr. garras art.gir.360° acop. esc. brit. mat. e desag. aço impr. cj móvel brit. mandib., concr .80kgm3. Maracanã 2014.	2.138.963,16	2.144.552,09
22	11.090.006-6	Recuperação da estrutura do Estádio Mário Filho - Maracanã - Copa 2014, conforme planilha 004/2011 - EMOP.	22.904.212,57	10.839.664,36
	13.330.171-6	Revestimento cerâmico tipo gres p/uso industrial, em placa extrudada 300x300x12 mm, tipo kerafloor ref. 7032/1015, cor cinza claro gail ou similar. forn. instal. P/ Maracanã Copa 2014	2.275.877,43	291.857,28
25	18.052.240-6	Sistema de cobertura tensionada, incluindo estrutura metálica, cabos "fully locked" e membrana "PTFE", conforme projeto da Hightex, ref. jop/juv, p/Estádio do Maracanã Copa 2014.	256.714.917,00	26.961.972,80
	18.500.245-6	Mobiliário esportivo, e Mobiliário do auditório para o Estádio do Maracanã Copa 2014 - conforme proposta da Mackey Indústria de Móveis Ltda.	25.518.649,48	4.057.726,58
32	05.105.311-6	Administração local p/obras de reforma c/modificações e acréscimos para o Estádio Mário Filho, Maracanã Copa 2014, conforme planilha nº 003/2011 EMOP.	32.863.882,27	12.563.282,35
48	18.052.207-6	Sistema de ar condicionado central e ventilação mecânica completa, p/o Estádio Mário Filho - Maracanã Copa 2014, conforme proposta PR-078620 (Ambienter) fornecimento e montagem.	48.844.340,89	9.167.065,10
	14.002.844-6	Forro em grade metálica eletrofundida malha 30x100mm, h=20cm, sendo barra principal 20x2mm, em aço carbono SAE 1006/1020, acab. pint. eletrost. fornec. e instalação, p/Maracanã Copa 2014.	4.873.985,04	1.514.293,41

Dígitos	Item	Descrição	Custo unitário	Sobrepço TCU
56	18.052.220-6	Sistema de automação predial (BMS), para o Estádio Mario Filho - Maracanã, conforme proposta pp 95981/10 rev.1 da Prosegur. Fornecimento e instalação.	5.668.552,67	2.878.002,13
		Total	R\$ 125.794.199,91	

Com base na tabela anterior, identificaram-se 20 itens da Curva ABC, cujo sobrepreço fora apontado pelo TCU. Somente para os dois primeiros dígitos 18 não se encontrou sobrepreço. Contudo, o serviço 18.052.222-6 - Sistema de painéis informativos, displays (...), cujo custo total era R\$ 20.206.546,09, não foi analisado pelo TCU.

O sobrepreço apurado nos itens da

Tabela 61 foi R\$ 125.794.199,91, que representava 83,88% do que havia sido apontado pela Corte de Contas.

1.4. Conclusão:

O orçamento da reforma do Maracanã, analisado no trabalho em tela, totalizava R\$ 931.885.382,19 e se referia ao primeiro exame realizado pelo TCU, em agosto de 2011. A análise da Corte de Contas se restringiu à Curva ABC sem, no entanto, exaurirem-se todos os seus itens. Foi apurado um sobrepreço de R\$ 163.410.370,86, equivalente a 27,86% da amostra analisada, incluso o BDI de 16%.

Os testes da Lei NB realizados na planilha orçamentária do Maracanã foram aplicados aos custos unitários e aos custos totais e consistiram: no Teste do Primeiro Dígito, Teste do Segundo Dígito, Teste dos Dois Primeiros Dígitos, Teste de Soma, Teste de Duplicação de Número, Teste de Segunda Ordem, Teste dos Dois Últimos Dígitos, Modelo Fator de Distorção, Base Logarítmica da Lei de Benford e Mantissa Arc Test.

Além disso, para se determinar o valor crítico até o qual os resultados das análises estariam em conformidade com a Lei NB, foram realizados os seguintes

testes estatísticos: Teste Z, Qui-Quadrado, Kolmogorov-Smirnoff e Média dos Desvios Absolutos.

O Testes Primários apontaram uma conformidade relativamente marginal dos custos unitários com a Lei de Benford. O Teste Qui-Quadrado apenas mostrou uma não conformidade para o primeiro dígito. Já o Teste K-S mostrou não conformidade para o Teste dos Dois Primeiros Dígitos. E o MDA mostrou uma não conformidade nos Testes do Segundo e dos Dois Primeiros Dígitos.

Na análise dos dígitos dos custos unitários de forma individualizada, os dois primeiros dígitos 11 e 25 foram detectados no Teste dos Dois Primeiros Dígitos e no Teste de Soma. Constaram em sete itens da Curva ABC, incluindo o serviço com o maior sobrepreço apontado pelo TCU, o Sistema de Cobertura Tensionada (...). O sobrepreço identificado nesses itens somava R\$ 41.601.247,32, excluído o BDI, e representava 27,74% do sobrepreço total apurado pelo órgão de controle.

Além disso, o Teste de Soma identificou sozinho mais 10 serviços da Curva ABC apontados pelo TCU com valores acima dos referenciais de mercado. O sobrepreço total dos 17 itens detectados pela Lei NB foi R\$ 107.294.059,83, que representava 71,54% do sobrepreço total apurado pelo TCU.

Os custos totais se mostraram mais aderentes à distribuição da Lei de Benford do que os custos unitários, mas o valor crítico do MDA foi superado no Teste dos Dois Primeiros Dígitos. Considerando o desempenho nos outros testes estatísticos, pode-se, de forma subjetiva, julgar a distribuição dos custos totais relativamente aderente à Lei de Benford.

Na análise individualizada dos custos totais, percebeu-se que, dentre todos os testes da Lei NB, o Teste de Soma fora o mais efetivo, uma vez que mostrava a magnitude da soma de todos os valores com determinados primeiros dígitos em relação ao valor total da planilha. Isso não aconteceu com os custos unitários, que poderiam não ser identificados pelo Teste de Soma quando muito baixos, mas, que poderiam, quando multiplicados pela quantidade, resultar em custos totais bastante relevantes. Assim, serviços com baixos custos unitários poderiam compor a Curva ABC.

Os resultados dos Testes Primários apontaram para os dígitos 10, 56 e 96, enquanto o Teste de Soma identificou valores excessivos para as proporções dos dois primeiros dígitos 11, 13, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 25, 32 e 48.

Os dígitos 10 e 96, identificado no Teste dos Dois Primeiros Dígitos, foram descartados da análise, pois eram muito frequentes na planilha, mas não possuíam soma elevada. O esforço da análise não compensaria os resultados.

Identificaram-se 20 itens da Curva ABC, com sobrepreço no valor de R\$ 125.794.199,91, sem BDI, que representava 83,88% do que havia sido apontado pela Corte de Contas.

Em ambas as distribuições (custos unitários e totais), o Teste de Duplicação de Número mostrou que não houve valores com repetições anormais na planilha orçamentária.

Já o Teste de Segunda Ordem apontou uma conformidade pobre dos dados dos custos unitários com a Lei de Benford, enquanto revelou uma conformidade aproximada da distribuição dos valores totais.

O Teste dos Dois Últimos Dígitos revelou picos nos dígitos múltiplos de 5, tendo se destacado o pico no dígito 00 para ambas as distribuições. Tal fato não é preocupante, uma vez que, no mercado, essa característica nos preços é mais comum.

O Modelo Fator de Distorção mostrou que houve uma subestimação de 5,72% dos dados dos custos unitários. Para os custos totais, a distorção não foi significativa a um nível de 0,05.

A regressão linear que testou a uniformidade da distribuição das mantissas dos logaritmos das distribuições confirmou que as mantissas formavam uma linha quase reta quando ordenadas, confirmando essa propriedade da Lei de Benford em ambos os casos. Os custos totais tiveram um desempenho melhor, já que a distribuição se aproximou mais de uma linha reta do que no caso dos custos unitários.

O *Mantissa Arc Test* também confirmou que as mantissas dos logaritmos dos valores em ambos os casos se distribuía uniformemente, e reforçou o fato

de que os custos totais se aproximavam mais da distribuição de Benford, uma vez que tiveram um desempenho superior no teste.

Ante todo o exposto, constatou-se: (i) que os custos unitários apresentaram uma conformidade marginal com a Lei de Benford; (ii) que os custos totais mostraram uma conformidade aceitável com a Lei em tela; e (iii) que as análises de conformidade com a Lei NB foram assertivas na seleção de itens da planilha orçamentária do Maracanã com sobrepreço identificado pelo TCU.

Além disso, tendo em vista que a análise do TCU geralmente se restringe aos itens da Curva ABC e que, na maioria dos casos, o Órgão de Controle não consegue exaurir o exame de todos os serviços da Curva:

- c) o sobrepreço poderia ser ampliado, caso o restante da planilha fosse analisado com base nos resultados dos testes de conformidade com a Lei NB;
- d) ou então os dígitos indicados pelos testes da Lei de Benford poderiam servir com indicadores, mostrando quais serviços da Curva ABC teriam maior probabilidade de estarem com valores majorados.

2. Análise do Aeroporto de Confins

2.1. Análise realizada pelo Tribunal de Contas da União:

O TCU realizou auditoria na Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (Infraero), no período compreendido entre 20/1 e 4/2/2011, com o objetivo de avaliar o Edital de Licitação da Concorrência Internacional 010/2010 para contratação de empresa que iria executar a obra em tela.

Durante o curso da fiscalização, foi recebida uma denúncia na Corte de Contas acerca de supostas irregularidades naquele instrumento convocatório.

O denunciante aduziu que houve impedimento de formação de consórcios e que foi inviabilizada a participação de empresas estrangeiras no certame. Solicitou ainda adoção de medida cautelar para suspender o procedimento licitatório.

A unidade técnica do TCU, após exame preliminar, identificou várias irregularidades no edital:

- 1 – proibição de participação de consórcios;
- 2 – exigências de habilitação técnica para parcelas não relevantes da obra;
- 3 – falta de detalhamento da composição unitária de administração local;
- 4 – previsão de BDI excessivo para fornecimento de materiais;
- 5 – sobrepreço de 47,35%, em amostra de 48,56% do orçamento, acima em R\$ 45.988.657,61 dos preços de referência;
- 6 – exigência sem fundamento legal para habilitação de empresa estrangeira;
- 7 – vedação à subcontratação de serviços tradicionalmente terceirizados;
- 8 – especificação técnica insuficiente do sistema de segurança e inspeção de bagagens.

Após a análise da Secretaria de obras, o Ministro Valmir Campelo determinou cautelarmente a suspensão da Concorrência, em 7/2/2011, uma vez

que viu preenchidos os pressupostos do perigo na demora e do potencial risco ao erário.

A Infraero, então, analisou os preços questionados pela Corte de Contas para os serviços constantes da parte A da curva ABC do orçamento base original de R\$ 294.756.117,22. As alterações foram sintetizadas no quadro a seguir:

Tabela 62 – Análise realizada pela Infraero – preços questionados pelo TCU

	Orçamento Original	Novo Orçamento	Observações
Data-base	set/2010	jan/2011	
Valor	R\$ 294.756.117,22	R\$ 237.816.280,91	
Valor da amostra analisada	R\$ 143.119.736,59	R\$ 106.232.055,48 (*)	(*) Considerados os serviços analisados na instrução inicial, com novos preços unitários e quantitativos ajustados, na nova data-base.
% da Amostra Analisada em relação ao orçamento	48,56%	44,67%	
Sobrepço absoluto	R\$ 45.988.657,61	R\$ 3.806.501,89 (**)	(**) Considerado o reajuste do preço de referência inicial para a nova data-base, utilizando os índices adotados na minuta do contrato.
Sobrepço relativo	47,35%	3,72%	

Fonte: Relatório do Ministro-Relator Valmir Campelo, referente ao Acórdão n 718/2011 – TCU – Plenário.

Destacaram –se nos ajustes de preços:

- i. a alteração de preços unitários dos equipamentos eletromecânicos – pontes de embarque, escadas rolantes, esteiras e carrosséis de bagagens – que resultaram na diminuição do orçamento em mais de 22 milhões de reais;
- ii. a mudança da especificação técnica do piso em granito branco polar para granito branco marfim, com redução em mais de 8 milhões;

- iii. as revisões dos serviços relacionados a tubos de aço carbono preto e chapas de aço galvanizadas, itens que continham significativo sobrepreço no estudo preliminar da auditoria, com redução na ordem de cinco milhões;
- iv. a revisão da composição referente ao Controle Tecnológico, promovendo-se diminuição do orçamento em aproximadamente um milhão;
- v. a alteração da especificação técnica do caixilho antichama para a escada de saída de emergência, o qual fora orçado em R\$ 7.979.969,71, para alvenaria estrutural, com economia de pelo menos sete milhões.

Em suma, o orçamento da obra foi reduzido de R\$ 294.756.117,22 (a preços de setembro de 2010), para R\$ 237.816.280,91 (a preços de janeiro de 2011), no novo orçamento, o que representou um dispêndio a menor para a União de cerca de R\$ 57 milhões. Porém, ao se aplicar a devida correção dos valores orçados em setembro de 2010, obteve-se o montante de R\$ 310.250.216,07 para o orçamento original. Assim, comparando-se aquele orçamento e o novo, calculou-se uma economia para os cofres públicos de 72 milhões de reais, podendo-se considerar saneados os indícios de sobrepreço.

Foi encaminhada ao TCU, em 3/3/2011, a minuta do novo edital da Concorrência Internacional, com as alterações efetuadas.

Saneadas as irregularidades, revogou-se a cautelar e foi autorizado o prosseguimento do certame.

Contudo, a análise deste trabalho incidiu sobre o orçamento inicial, no valor de R\$ 294.756.117,22 (preços de set./2010), e adotou como parâmetro a redução nos preços promovida pela Infraero, que foi considerada suficiente para sanear os indícios de sobrepreço.

Para simplificar o entendimento, não foram consideradas nesta análise as alterações nos quantitativos dos serviços; somente os preços.

Os ajustes efetuados pela estatal referentes unicamente aos preços, podem ser visualizados na tabela a seguir:

Tabela 63 – Reduções nos valores dos serviços da planilha orçamentária da reforma do Aeroporto de Confins em Minas Gerais.

Rank curva abc (i)	Serviço (ii)	Un. (iii)	Quant. (iv)	R\$ unitário anterior (Infraero) (v)	R\$ unitário revisado - atualizado (Infraero) (vi)	R\$ unitário referência anterior (TCU) (vii)	R\$ unitário referência revisado (TCU) (viii)	R\$ total anterior (Infraero) (ix)	R\$ total revisado (Infraero) (x)	R\$ redução orçamento (Infraero) (xi)
1	Administração local e manutenção do canteiro	mês	28,00	798.817,62	664.849,25	-	499.535,47	22.366.893,36	18.615.779,00	3.751.114,36
2	Pontes de Embarque Doméstico (P01, P02, P03, P04, P05, P06 e P07), modelo Apron drive composto de um túnel telescópico, cujo comprimento da passarela (ou túnel) estendida é de 14,3m e da passarela retraída de 11,3m; e altura mínima e máxima de serviço de 2,1m / 5,31m respectivamente, possuindo ambas as laterais envidraçadas, com vidros laminados refletivos incolores de 10 mm de espessura, constituído de dois vidros de 5 mm cada, aderidos entre si por um filme de PVB (Poli Vinil Butiral), abrangendo aeronaves desde o porte do EMB175 até o B737-800. Referência: Thyssenkrupp TB14,0/11,0-2 ou equivalente técnico.	un.	7,00	2.960.400,00	1.596.486,13	1.288.813,32	1.364.080,60	20.722.800,00	11.175.402,93	9.547.397,07
3	Piso em granito branco polar, placas de 40 x 40cm, acabamentos polido/levigado, espessura 2cm	m²	36.463,40	435,21	199,83	245,07	206,46	15.869.236,31	7.286.481,22	8.582.755,09
4	Estrutura Metálica Completa (Perfis tubulares, Perfis, Laminados, Chapas) em Aço conforme especificado, incluindo pintura conforme especificação técnica, fabricação, armazenagem, montagem, inspeção e fiscalização e Estrutura auxiliar para fechamentos, fixação dos vidros, policarbonato e esquadrias em alumínio, incluindo pintura conforme especificação técnica.	kg	990.686,00	16,00	16,00	14,33	15,38	15.850.976,00	15.850.976,00	-
6	Cobertura em vidro: Fornecimento e instalação perfis internos de alumínio com acabamento anodizado e vidro laminado incolor 10mm, dois vidros de 5mm cada, aderidos entre si por um filme de polivinil butiral –PVB incolor- com propriedades de proteção solar e de calor ref. Cebrace Cool Lite KNT ou equivalente técnico com aplicação interna de película	m²	12.184,60	843,20	843,20	504,89	744,80	10.274.054,72	10.274.054,72	-

Rank curva abc (i)	Serviço (ii)	Un. (iii)	Quant. (iv)	R\$ unitário anterior (Infraero) (v)	R\$ unitário revisado - atualizado (Infraero) (vi)	R\$ unitário referência anterior (TCU) (vii)	R\$ unitário referência revisado (TCU) (viii)	R\$ total anterior (Infraero) (ix)	R\$ total revisado (Infraero) (x)	R\$ redução orçamento (Infraero) (xi)
	decorativa cor branco jateado ref. Company Film ou equivalente técnico.									
7	Caixilho especial e antichama em aço inox a prova de fogo, com isoladores e materiais intumescentes, vidro multilaminado com camada intumescente transparente 54mm, resistentes a pelo menos 120min de fogo - CF 20	m²	493,95	16.155,42	-	-	SEM REFERÊNCIA	7.979.969,71	-	7.979.969,71
8	Escadas rolantes: ER-01, ER-02, ER-03, ER-04, ER-05, ER-06, ER-07 e ER-08; largura dos degraus com 1,00m; desnível de 5,49m; velocidade de 0,5m/s; ângulo de inclinação de 35 e capacidade máxima de 9.000 pax/h. Referência: Atlas Schindler ou equivalente técnico.	cj	8,00	888.120,00	409.229,21	342.587,28	310.032,54	7.104.960,00	3.273.833,68	3.831.126,32
9	Pontes de Embarque Internacional (P08 e P09), modelo Apron drive composto de um túnel telescópico, cujo comprimento da passarela (ou túnel) estendida é de 20,3m e da passarela retraída de 14,3m; e altura mínima e máxima de serviço de 2,1m / 5,31m respectivamente, possuindo ambas as laterais envidraçadas, com vidros laminados refletivos incolores de 10 mm de espessura, constituído de dois vidros de 5 mm cada, aderidos entre si por um filme de PVB (Poli Vinil Butiral), abrangendo aeronaves desde o porte do B737-700 até o B747-400. Referência: Thyssenkrupp TB20,0/14,0-2 ou equivalente técnico.	un.	2,00	3.145.425,00	1.596.486,13	1.288.813,32	1.364.080,60	6.290.850,00	3.192.972,27	3.097.877,73
11	Conjunto de esteiras transportadoras de ligação (EL) completas, com acessórios elétricos, eletrônicos e mecânicos, com comprimento, acabamento lateral e guarda-malas, conforme especificações técnicas e desenhos de projeto, com comprimento variado de acordo com o projeto executivo.	un.	2,00	2.117.621,31	1.166.283,23	819.285,95	899.562,88	4.235.242,62	2.332.566,46	1.902.676,16
12	Carrossel de embarque de bagagens, equipado com dispositivos transportadores de bagagens completo, com acessórios elétricos, eletrônicos	un.	4,00	798.691,25	337.707,56	320.050,89	289.637,70	3.194.765,00	1.350.830,24	1.843.934,76

Rank curva abc (i)	Serviço (ii)	Un. (iii)	Quant. (iv)	R\$ unitário anterior (Infraero) (v)	R\$ unitário revisado - atualizado (Infraero) (vi)	R\$ unitário referência anterior (TCU) (vii)	R\$ unitário referência revisado (TCU) (viii)	R\$ total anterior (Infraero) (ix)	R\$ total revisado (Infraero) (x)	R\$ redução orçamento (Infraero) (xi)
	e mecânicos, com acabamentos laterais conforme especificações técnicas e desenhos do projeto, com perímetro de 50 metros.									
14	CARROSSÉIS DE RESTITUIÇÃO DE BAGAGENS - DESEMBARQUE DOMÉSTICO: Os carrosséis de restituição de bagagens (CR), são constituídas por placas de formato "meia-lua", acabamento lateral, guarda-malas e perímetros, conforme especificações técnicas e desenhos do projeto.	un.	6,00	498.087,92	323.253,15	191.989,57	173.975,95	2.988.527,52	1.939.518,90	1.049.008,62
18	Edificações de madeira, em painéis modulados, conforme projeto específico (Fornecimento e Execução)	cj	1,00	2.827.694,35	2.101.802,21	1.295.898,39	1.325.585,32	2.827.694,35	2.101.802,21	725.892,14
20	Chapa de aço galvanizada #24 (Rede de dutos)	kg	62.015,00	34,08	17,45	17,60	17,60	2.113.471,20	1.082.161,75	1.031.309,45
22	Guarda-corpo em vidro laminado incolor 20mm, dois vidros de 10mm cada, aderidos entre si por um filme de polivinil Butiral –PVB não encaixilhado, fixado diretamente sobre o piso através de perfil metálico com corrimão duplo em aço inoxidável polido	m	643,91	3.137,57	1.769,89	-	1.830,91	2.020.312,70	1.139.647,73	880.664,96
24	Escadas rolantes: ER-09 e ER-10; largura dos degraus com 1,00m; desnível de 6,36m; velocidade de 0,5m/s; ângulo de inclinação de 30 e capacidade máxima de 9.000 pax/h. Referência: Atlas Schindler ou equivalente técnico.	cj	2,00	925.125,00	546.602,75	396.877,07	348.702,31	1.850.250,00	1.093.205,50	757.044,50
29	Fornecimento, Instalação, Testes e Comissionamento de: Unidade Resfriadora de Água (Chiller) com condensação a água, compressor centrífugo, capacidade de 500 TR, vazão de água gelada 275 m³/h e de condensação 350 m³/h, com temperatura de água gelada entrando a 13,9 °C e saindo a 6 °C e água de condensação entrando a 29,5 °C e saindo a 35 °C, corrente nominal de 900A com refrigerante R134a - tipo water box nozzle in head	cj	3,00	475.162,74	475.162,74	-	467.002,65	1.425.488,22	1.425.488,22	-

Rank curva abc (i)	Serviço (ii)	Un. (iii).	Quant. (iv)	R\$ unitário anterior (Infraero) (v)	R\$ unitário revisado - atualizado (Infraero) (vi)	R\$ unitário referência anterior (TCU) (vii)	R\$ unitário referência revisado (TCU) (viii)	R\$ total anterior (Infraero) (ix)	R\$ total revisado (Infraero) (x)	R\$ redução orçamento (Infraero) (xi)
31	Conjunto de esteiras de bagagens coletoras (EC) completas, com acessórios elétricos, eletrônicos e mecânicos, com comprimento, acabamento lateral e guarda-malas, conforme especificações técnicas e desenhos do projeto, com comprimento de 27 metros.	un.	6,00	214.510,62	189.720,80	97.744,54	105.195,22	1.287.063,72	1.138.324,80	148.738,92
33	Pintura em hidrofugante à base de silicone - A + Pintura em hidrofugante à base de silicone (8) - B	m²	70.353,88	17,60	7,99	7,97	7,97	1.238.228,29	562.127,50	676.100,79
35	Tubulação em Aço Carbono Preto sem costura ASTM A-53 grau B Schedule 40- Dimensão ø 8"	m	1.100,00	1.084,43	466,64	628,87	623,70	1.192.873,00	513.304,00	679.569,00
36	Chapa de aço galvanizada #22 (Rede de dutos)	kg	36.198,00	32,86	16,92	17,08	17,08	1.189.466,28	612.470,16	576.996,12
40	Painel divisória em alumínio anodizado na cor natural com vidro em composição com painéis em alumínio com madeira. Referência Solidor Parede Dupla versão alumínio ou equivalente técnico.	m²	2.377,34	482,44	97,79	122,97	122,97	1.146.923,91	232.480,08	914.443,83
44	Controle Tecnológico	mês	28,00	20.654,55	-	4.641,60	4.641,60	578.327,40	-	578.327,40
46	Cabo elétrico de força de média tensão 8,7/15kV, unipolar, fio de cobre nu, tempera mole, encordoamento classe 2, isolamento em composto termofixo de borracha EPR, temperatura 105C, capa externa em termoplástico de PVC flexível sem chumbo, blindado, nas cores preta/verde, fabricado conforme Norma NBR 7286, seção nominal #240mm². Referência: EPROTENAX COMPACT 105 8,7/15kV da PRYSMIAN ou equivalente aprovado	m	6.400,00	158,26	133,24	-	111,25	1.012.864,00	852.736,00	160.128,00
49	Luminária comercial quadrada de embutir, com corpo em chapa de aço tratada e fosfatizada, refletor e aletas parabólicas em alumínio especular anodizado brilhante de alta pureza e refletância com altíssimo desempenho, para	cj	2.384,00	418,87	418,87	294,30	340,49	998.586,08	998.586,08	-

Rank curva abc (i)	Serviço (ii)	Un. (iii)	Quant. (iv)	R\$ unitário anterior (Infraero) (v)	R\$ unitário revisado - atualizado (Infraero) (vi)	R\$ unitário referência anterior (TCU) (vii)	R\$ unitário referência revisado (TCU) (viii)	R\$ total anterior (Infraero) (ix)	R\$ total revisado (Infraero) (x)	R\$ redução orçamento (Infraero) (xi)
	controle de ofuscamento e conforto visual, possui painel central em chapa de aço na cor branca, acabamento em pintura eletrostática na cor branca, para 4 lâmpadas Fluorescentes tubulares T5 de 14W - Possui alojamento dos reatores no próprio corpo, fornecida com rabicho e reator (4x14W-220V). Referência: EC-8035-A da Sylvania ou Equivalente.									
53	Os carrosséis de restituição de bagagens (CR), são constituídas por placas de formato "meia-lua", acabamento lateral, guarda-malas e perímetros, conforme especificações técnicas e desenhos do projeto (CARROSSÉIS DE RESTITUIÇÃO DE BAGAGENS - DESEMBARQUE INTERNACIONAL)	un.	2,00	470.810,91	308.725,74	178.473,82	173.975,95	941.621,82	617.451,48	324.170,34
57	Tubulação em Aço Carbono Preto sem costura ASTM A-53 grau B. Schedule 40- Dimensão ø 4"	m	2.288,00	393,44	222,26	227,42	227,42	900.190,72	508.530,88	391.659,84
59	Fornecimento e instalação de Vidro laminado incolor 10mm, dois vidros de 5mm cada, aderidos entre si por um filme de polivinil Butiral –PVB, para fechamento do elevador panorâmico, inclusive acessórios de sustentação, de fixação e acabamento (*)	m²	795,98	1.121,15	513,22	697,07	541,73	892.412,98	408.516,75	483.896,23
61	CF10 - 16,51 x 8,84 + 24,73 x 8,84 + 9,51 x 8,84 m (Sistema de fechamento vertical tipo Spider Glass em aço galvanizado e pintado na cor branca, vidro liso laminado incolor, espessura = 10mm com aplicação de film externo de controle solar e de calor)	un.	1,00	853.834,36	279.855,90	-	193.540,96	853.834,36	279.855,90	573.978,46
68	Alumínio liso 0,7mm (ISOLAMENTO TÉRMICO PARA TUBULAÇÕES HIDRÁULICAS)	m²	5.900,00	133,30	36,73	-	56,38	786.470,00	216.707,00	569.763,00
70	Fornecimento de Switch de Dados de Borda POE para atendimento às câmeras com 24 portas RJ-45 e 02 portas ópticas, conforme item 5.9 da ET CF.01/461.92/09067 + Fornecimento de Switch Secundário, para	cj	122,00	5.976,00	5.976,00	-	5.886,29	729.072,00	729.072,00	-

Rank curva abc (i)	Serviço (ii)	Un. (iii)	Quant. (iv)	R\$ unitário anterior (Infraero) (v)	R\$ unitário revisado - atualizado (Infraero) (vi)	R\$ unitário referência anterior (TCU) (vii)	R\$ unitário referência revisado (TCU) (viii)	R\$ total anterior (Infraero) (ix)	R\$ total revisado (Infraero) (x)	R\$ redução orçamento (Infraero) (xi)
	dados tipo IIA com 24 portas RJ-45, conforme item 4.12 da ET de nº CF.01/490.92/09514									
72	CF06 e CF08 - 12,00 x 4,28 m (Caixilho fixo Structural Glazing ou Pele de Vidro, composto de perfis internos de alumínio com acabamento anodizado e vidro laminado incolor 10mm (*))	un.	14,00	51.833,61	20.677,36	-	23.531,99	725.670,54	289.483,00	436.187,54
77	Tubulação em Aço Carbono Preto sem costura ASTM A-53 grau B Schedule 40- Dimensão ø 18"	m	166,00	4.129,03	1.578,17	2.069,00	1.955,34	685.418,98	261.976,22	423.442,76
78	Structural Glazing ou Pele de Vidro, composto de perfis internos de alumínio com acabamento anodizado e vidro laminado refletivo incolor 10mm, dois vidros de 5mm cada, aderidos entre si por um filme de polivinil Butiral –PVB - com propriedades de proteção solar e de calor ref. Cebrace Reflecta Float incolor cód. RII-55 ou equivalente técnico (CF21 e 22)	m²	610,36	1.110,17	523,09	-	616,79	677.603,36	319.273,21	358.330,15
79	Tubulação em Aço Carbono Preto sem costura ASTM A-53 grau B Schedule 40- Dimensão ø 5"	m	1.194,00	554,85	236,11	299,29	299,57	662.490,90	281.915,34	380.575,56
81	Cabo elétrico de força de baixa tensão 0,6/ 1 KV, unipolar, fio de cobre nu, tempera mole, encordoamento classe 2, isolamento em composto termofixo polietileno reticulado (XLPE), com espessura reforçada na cor preta, temperatura 90C, fabricado conforme Norma NBR 7285, seção nominal 1/c # 70,0mm². Referência: Cabo VOLTALENE 0,6/1KV da PRYSMIAN ou equivalente aprovado	m	17.090,00	37,94	31,30	-	35,04	648.394,60	534.917,00	113.477,60
84	Isolamento térmico em tubo de borracha elastomérica ø 4" espessura 25mm (ISOLAMENTO TÉRMICO PARA TUBULAÇÕES HIDRÁULICAS)	m	2.522,00	244,02	102,07	-	61,15	615.418,44	257.420,54	357.997,90
85	Tubulação em Aço Carbono Preto sem costura ASTM A-53 grau B Schedule 40- Dimensão ø 14"	m	240,00	2.506,41	1.092,10	1.554,23	1.507,63	601.538,40	262.104,00	339.434,40

Rank curva abc (i)	Serviço (ii)	Un. (iii).	Quant. (iv)	R\$ unitário anterior (Infraero) (v)	R\$ unitário revisado - atualizado (Infraero) (vi)	R\$ unitário referência anterior (TCU) (vii)	R\$ unitário referência revisado (TCU) (viii)	R\$ total anterior (Infraero) (ix)	R\$ total revisado (Infraero) (x)	R\$ redução orçamento (Infraero) (xi)
89	Chapa de aço galvanizada #26 (Rede de dutos)	kg	17.105,00	33,64	20,47	21,05	21,05	575.412,20	350.139,35	225.272,85
91	Corrimão de escada em perfis tubulares de aço inox com secção de 2", fixados na alvenaria por meio de apoios em chapa de aço SAC 41 e=3mm conforme indicado em projeto.	m	1.402,53	398,11	253,10	-	141,38	558.361,22	354.980,34	203.380,88
92	Chapa de aço galvanizada #20 (Rede de dutos)	kg	16.886,00	32,62	15,64	-	15,84	550.821,32	264.097,04	286.724,28
97	Luminária decorativa de embutir circular, com corpo em alumínio repuxado, refletor e aletas parabólicas metalizados de alta performance, com nove células, para controle de ofuscamento e conforto visual e acabamento em pintura eletrostática na cor branca para 2 lâmpadas Fluorescente. Compacta 18W - 2 pinos - fornecida com máscara para forro, rabicho e reator (2x26W - 220 V). Referência: LFC-052M da Sylvania ou Equivalente.	cj	2.148,00	245,90	245,90	-	228,46	528.193,20	528.193,20	-
103	CF23 - 13,71 x 4,28 m (Caixilho fixo Structural Glazing ou Pele de Vidro, composto de perfis internos de alumínio com acabamento anodizado e vidro laminado incolor 10mm (*))	un.	7,00	40.024,99	17.866,67	-	26.761,11	280.174,93	125.066,69	155.108,24
111	CF07 - 14,65 x 4,28 m (Caixilho fixo Structural Glazing ou Pele de Vidro, composto de perfis internos de alumínio com acabamento anodizado e vidro laminado incolor 10mm (*))	un.	6,00	63.279,86	25.402,62	-	28.658,35	379.679,16	152.415,72	227.263,44
112	Calhas de aço zincado, com tratamento intermediário com tinta de aderência tipo galvit e pintura a base de esmalte sintético na cor branca.	m	2.517,00	178,47	92,11	-	90,78	449.208,99	231.840,87	217.368,12
114	Fornecimento, transporte, lançamento, adensamento, acabamento e cura - Concreto Magro/Lastro de Concreto (fck=10MPa)	m³	1.219,61	364,69	333,55	-	342,06	444.779,57	406.805,61	37.973,96
116	Mobilização de pessoal e equipamentos + Desmobilização de pessoal e equipamentos	cj	2,00	212.422,88	204.112,40	-	133.026,67	424.845,76	408.224,80	16.620,96

Rank curva abc (i)	Serviço (ii)	Un. (iii).	Quant. (iv)	R\$ unitário anterior (Infraero) (v)	R\$ unitário revisado - atualizado (Infraero) (vi)	R\$ unitário referência anterior (TCU) (vii)	R\$ unitário referência revisado (TCU) (viii)	R\$ total anterior (Infraero) (ix)	R\$ total revisado (Infraero) (x)	R\$ redução orçamento (Infraero) (xi)
119	Divisor de fluxos retrátil em pedestais de aço inox polido com fita retrátil na cor preto, referência linha Elegance, Easyline ou equivalente técnico.	m	830,00	504,51	-	-	SEM REFERÊNCIA	418.743,30	-	418.743,30
									-	55.256.444,74

A coluna (I) se refere à posição do item na Curva ABC. A coluna (II) descreve o serviço. A coluna (III) representa a unidade de medida do serviço. A coluna (IV) se refere à quantidade que será executada. A coluna (V) mostra o preço unitário do item na planilha orçamentária original. A coluna (VI) traz o valor do serviço após o ajuste da Infraero. As colunas (VII) e (VIII) se referem respectivamente ao preço unitário de referência do TCU antes e após ter sido revisado. As colunas (IX) e (X) representam os valores totais dos serviços antes e após os ajustes. E, finalmente, a coluna (XI) mostra o valor líquido da redução promovida pela Infraero.

2.2. Análise realizada com base na Lei Newcomb-Benford;

2.2.1 Preços unitários:

Cabe primeiramente informar que, apesar de a planilha possuir 2095 serviços, analisaram-se nesse teste 1926 itens, já que foram excluídos os valores menores do que 10, os quais não possuíam segundo dígito. A única exceção foi para o Teste do Primeiro dígito, em que se examinaram 2084 itens, já que, na análise do TCU, alguns valores com custo unitário inferior a R\$ 10,00 faziam parte da Curva ABC. Dessa forma, para analisar esses custos, foi necessário incluí-los no Teste do Primeiro Dígito, desprezando-se apenas os valores inferiores a um.

2.2.1.1. Teste do Primeiro Dígito:

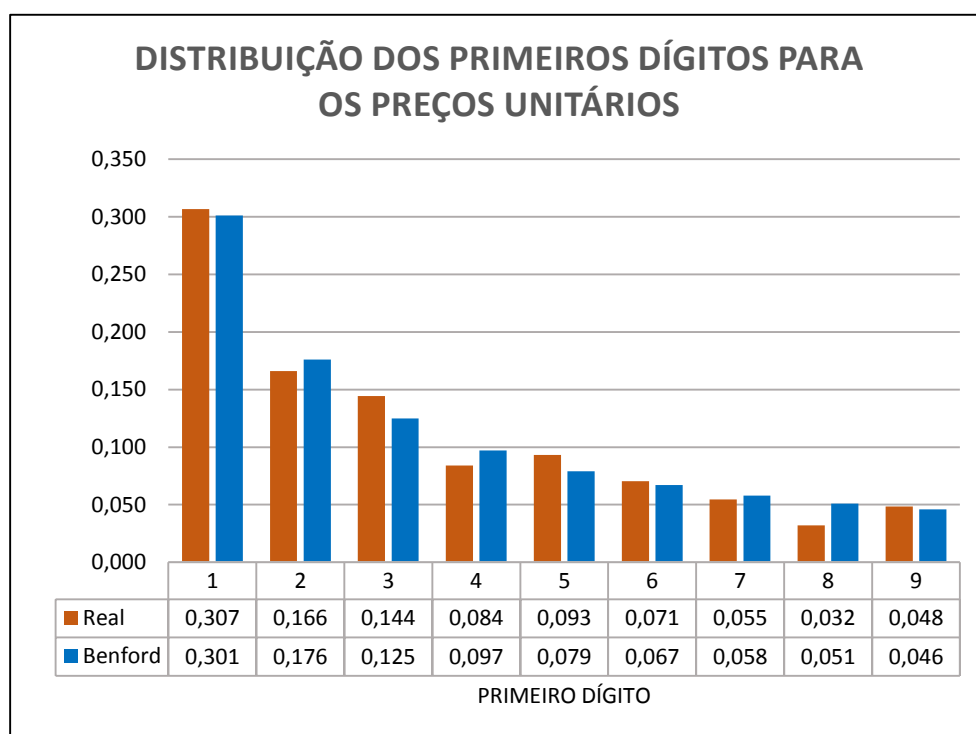
Os resultados estão apresentados na tabela a seguir:

Tabela 64- Teste do Primeiro Dígito para os preços unitários de Confins.

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>		
<i>1</i>	639	0,307	0,301	0,006	0,536	0,219	0,307	0,301	0,006	0,006
<i>2</i>	346	0,166	0,176	-0,010	1,167	1,178	0,166	0,176	0,010	0,010
<i>3</i>	301	0,144	0,125	0,019	2,649	6,297	0,310	0,301	0,009	0,019
<i>4</i>	175	0,084	0,097	-0,013	1,972	3,646	0,394	0,398	0,004	0,013
<i>5</i>	194	0,093	0,079	0,014	2,344	5,237	0,488	0,477	0,011	0,014
<i>6</i>	147	0,071	0,067	0,004	0,602	0,389	0,558	0,544	0,014	0,004
<i>7</i>	114	0,055	0,058	-0,003	0,597	0,391	0,613	0,602	0,011	0,003
<i>8</i>	67	0,032	0,051	-0,019	3,862	14,520	0,645	0,653	0,008	0,019
<i>9</i>	101	0,048	0,046	0,002	0,485	0,275	0,693	0,699	0,006	0,002
<i>N</i>	<i>2084</i>			χ^2 Real		<i>32,151</i>	<i>Supremo</i>	<i>0,011</i>		<i>MDA</i>
				χ^2 Limite		<i>15,507</i>	<i>K-S Limite</i>	<i>0,030</i>		<i>0,010</i>

Os dados também foram mostrados na forma gráfica, para um melhor entendimento dos resultados:

Gráfico 37 – Teste do Primeiro Dígito para os preços unitários de Confins



Conforme se observou na tabela e no gráfico anteriores, houve picos nas proporções dos primeiros dígitos 3 e 5 em relação às proporções da curva descendente da Lei NB.

O próximo passo foi a realização dos testes estatísticos para verificar se as discrepâncias identificadas chegaram ao ponto de proporcionar uma não conformidade com a Lei NB.

No Teste Z, os dígitos 3 (2,649) e 5 (2,344) ultrapassaram o ponto crítico estabelecido de 1,96 porque foram superestimados na planilha orçamentária. Já os dígitos 4 (1,972) e 8 (3,862) foram subestimados na formação dos preços unitários.

Segundo esses resultados, os dados dos preços unitários de Confins não tiveram um bom desempenho no teste. Isso pode ser interpretado como um sinal vermelho de que havia grande possibilidade de impropriedades nesses valores.

O resultado do Teste Qui-Quadrado foi 32,151. O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância é 15,507. Assim, como o valor calculado excedeu o valor crítico, rejeitou-se a hipótese nula de que as

frequências dos primeiros dígitos dos preços unitários da planilha de Confins se conformavam com as da Lei NB.

O terceiro teste aplicado foi o K-S. Como N era igual a 2084, o K-S crítico calculado foi 0,030. O valor supremo calculado foi 0,011, o qual não superou o valor crítico. Assim, de acordo com esse teste, não podemos rejeitar a hipótese nula.

O MDA encontrado para Confins foi 0,010. Esse resultado se inseriu na faixa de conformidade aceitável.

Considerando todos os testes aplicados, podemos afirmar que a planilha orçamentária de Confins passou no Teste K-S e no MDA para os primeiros dígitos dos preços unitários.

2.2.1.2. Teste do Segundo Dígito:

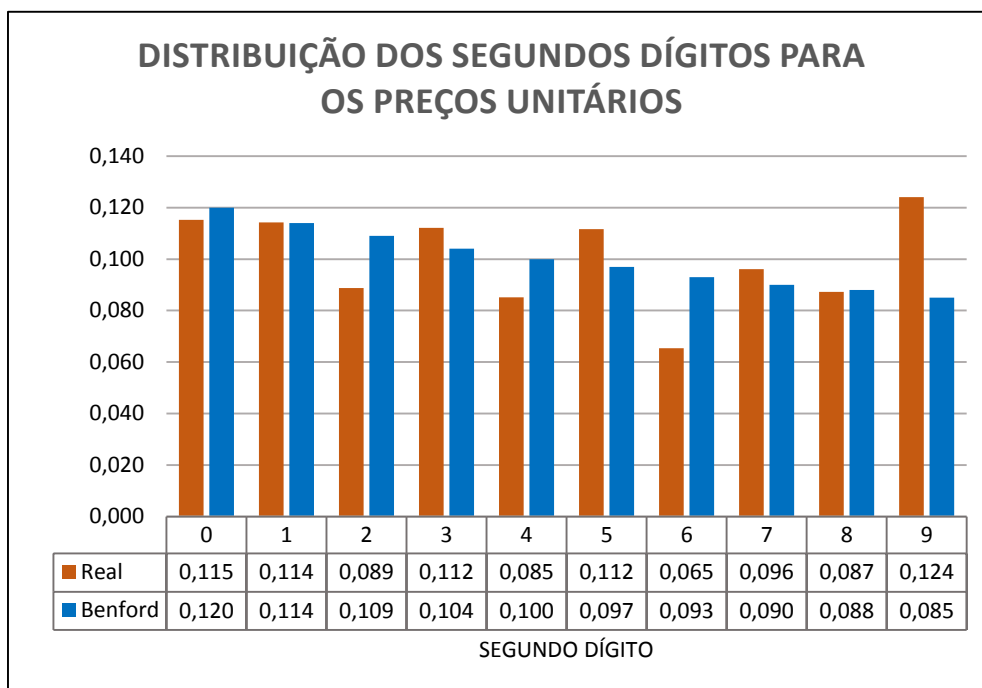
Os resultados estão apresentados na tabela a seguir:

Tabela 65- Teste do Segundo Dígito para os preços unitários de Confins

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>		
<i>0</i>	222	0,115	0,120	-0,005	0,604	0,360	0,115	0,120	0,005	0,005
<i>1</i>	220	0,114	0,114	0,000	0,031	0,001	0,229	0,234	0,005	0,000
<i>2</i>	171	0,089	0,109	-0,020	2,810	7,221	0,318	0,343	0,025	0,020
<i>3</i>	216	0,112	0,104	0,008	1,134	1,230	0,430	0,447	0,017	0,008
<i>4</i>	164	0,085	0,100	-0,015	2,134	4,247	0,516	0,547	0,031	0,015
<i>5</i>	215	0,112	0,097	0,015	2,131	4,250	0,627	0,644	0,017	0,015
<i>6</i>	126	0,065	0,093	-0,028	4,128	15,752	0,693	0,737	0,044	0,028
<i>7</i>	185	0,096	0,090	0,006	0,889	0,784	0,789	0,827	0,038	0,006
<i>8</i>	168	0,087	0,088	-0,001	0,079	0,013	0,876	0,915	0,039	0,001
<i>9</i>	239	0,124	0,085	0,039	6,111	34,626	1,000	1,000	0,000	0,039
<i>N</i>	<i>1926</i>	χ^2 Real			<i>68,484</i>		<i>Supremo</i>	<i>0,044</i>		<i>MDA</i>
		χ^2 Limite			<i>16,919</i>		<i>K-S Limite</i>	<i>0,031</i>		<i>0,014</i>

Os dados foram apresentados a seguir na forma gráfica:

Gráfico 38 – Teste do Segundo Dígito para os preços unitários de Confins



Conforme se observou na tabela e no gráfico, houve picos nas proporções dos segundos dígitos 3, 5, 7 e 9 em relação às proporções da curva descendente da Lei NB.

O próximo passo foi a realização dos testes estatísticos para verificar se as discrepâncias identificadas chegaram ao ponto de proporcionar uma não conformidade com a Lei NB.

Os resultados do Teste Z mostraram que os dígitos 5 (2,131) e 9 (6,111) ultrapassaram o ponto crítico estabelecido de 1,96 porque foram superestimados na planilha orçamentária. Chamou a atenção a forte discrepância do dígito 9. Já os dígitos 4 (2,134) e 6 (4,128) foram subestimados na formação dos preços unitários.

Segundo os resultados, os dados dos preços unitários de Confins não tiveram um bom desempenho nesse teste. Isso pode ser interpretado como um sinal vermelho de que havia grande possibilidade de impropriedades nesses valores.

O resultado do Teste Qui-Quadrado foi 68,484. Como os segundos dígitos dos valores poderiam variar de 0 a 9, nesse caso foram 10 - 1 graus de liberdade.

O valor crítico para nove graus de liberdade e 0,05 de significância é 16,919. Assim, como o valor calculado no teste excedeu o valor crítico, rejeitou-se a hipótese nula.

O próximo teste aplicado foi o K-S. Como N era 1926, o K-S crítico calculado foi 0,031. O valor supremo calculado foi 0,044, o qual superou o valor crítico. Assim, rejeitamos a hipótese nula.

O último teste aplicado foi o MDA. O valor encontrado para o Aeroporto de Confins foi 0,014. O resultado estava acima de 0,012, fato que o inseriu na faixa de não conformidade dos valores de referência.

Considerando todos os testes aplicados, podemos afirmar que a planilha orçamentária de Confins foi reprovada em todos os testes para os segundos dígitos dos preços unitários, mostrando uma grande desconformidade com a Lei NB.

2.2.1.3. Teste dos Dois Primeiros Dígitos:

Os resultados estão apresentados na tabela a seguir:

Tabela 66- Teste dos Dois Primeiros Dígitos para os preços unitários de Confins

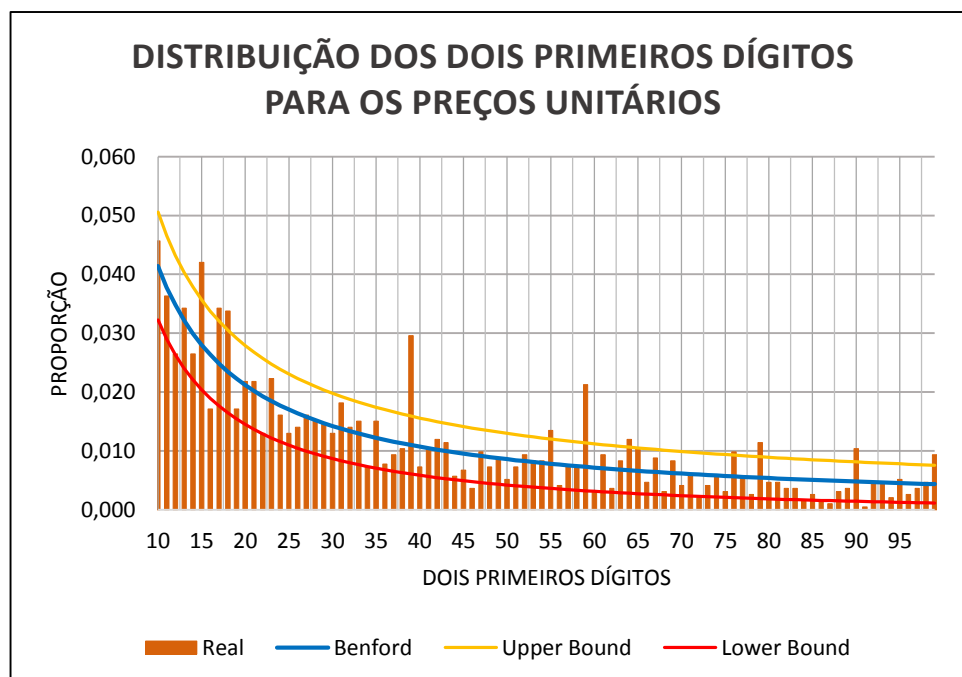
Dígito	Cont.	Real	Benford	Diferença	Teste-Z	Upper Bound	Lower Bound	QQ		K-S		DMA
10	88	0,046	0,041	0,004	0,890	0,051	0,032	0,859	0,046	0,041	0,004	0,004
11	70	0,036	0,038	-0,001	0,273	0,047	0,029	0,106	0,036	0,038	0,001	0,001
12	51	0,026	0,035	-0,008	1,922	0,043	0,026	3,801	0,026	0,035	0,008	0,008
13	66	0,034	0,032	0,002	0,453	0,040	0,024	0,260	0,034	0,032	0,002	0,002
14	51	0,026	0,030	-0,003	0,830	0,038	0,022	0,780	0,026	0,030	0,003	0,003
15	81	0,042	0,028	0,014	3,661	0,036	0,020	13,521	0,042	0,028	0,014	0,014
16	33	0,017	0,026	-0,009	2,449	0,034	0,019	6,185	0,017	0,026	0,009	0,009
17	66	0,034	0,025	0,009	2,591	0,032	0,018	6,920	0,034	0,025	0,009	0,009
18	65	0,034	0,023	0,010	2,901	0,031	0,016	8,647	0,034	0,023	0,010	0,010
19	33	0,017	0,022	-0,005	1,452	0,029	0,015	2,286	0,017	0,022	0,005	0,005
20	42	0,022	0,021	0,001	0,109	0,028	0,014	0,035	0,022	0,021	0,001	0,001
21	42	0,022	0,020	0,002	0,419	0,027	0,014	0,245	0,022	0,020	0,002	0,002
22	25	0,013	0,019	-0,006	1,935	0,026	0,013	3,991	0,013	0,019	0,006	0,006
23	43	0,022	0,018	0,004	1,167	0,025	0,012	1,539	0,022	0,018	0,004	0,004
24	31	0,016	0,018	-0,002	0,457	0,024	0,012	0,290	0,016	0,018	0,002	0,002
25	25	0,013	0,017	-0,004	1,287	0,023	0,011	1,857	0,013	0,017	0,004	0,004
26	27	0,014	0,016	-0,002	0,730	0,022	0,010	0,661	0,014	0,016	0,002	0,002
27	31	0,016	0,016	0,000	0,015	0,022	0,010	0,011	0,016	0,016	0,000	0,000

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferen- ça</i>	<i>Teste- Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>
28	29	0,015	0,015	0,000	0,066	0,021	0,010	0,004	0,015	0,015	0,000	0,000
29	28	0,015	0,015	0,000	0,068	0,020	0,009	0,004	0,015	0,015	0,000	0,000
30	25	0,013	0,014	-0,001	0,371	0,020	0,009	0,215	0,013	0,014	0,001	0,001
31	35	0,018	0,014	0,004	1,552	0,019	0,008	2,685	0,018	0,014	0,004	0,004
32	27	0,014	0,013	0,001	0,151	0,019	0,008	0,062	0,014	0,013	0,001	0,001
33	29	0,015	0,013	0,002	0,711	0,018	0,008	0,650	0,015	0,013	0,002	0,002
34	14	0,007	0,013	-0,005	1,992	0,018	0,007	4,330	0,007	0,013	0,005	0,005
35	29	0,015	0,012	0,003	1,023	0,017	0,007	1,254	0,015	0,012	0,003	0,003
36	15	0,008	0,012	-0,004	1,559	0,017	0,007	2,736	0,008	0,012	0,004	0,004
37	18	0,009	0,012	-0,002	0,811	0,017	0,007	0,831	0,009	0,012	0,002	0,002
38	20	0,010	0,011	-0,001	0,265	0,016	0,006	0,137	0,010	0,011	0,001	0,001
39	57	0,030	0,011	0,019	7,718	0,016	0,006	60,597	0,030	0,011	0,019	0,019
40	14	0,007	0,011	-0,003	1,361	0,016	0,006	2,144	0,007	0,011	0,003	0,003
41	20	0,010	0,010	0,000	0,035	0,015	0,006	0,001	0,010	0,010	0,000	0,000
42	23	0,012	0,010	0,002	0,638	0,015	0,005	0,559	0,012	0,010	0,002	0,002
43	22	0,011	0,010	0,001	0,520	0,015	0,005	0,399	0,011	0,010	0,001	0,001
44	11	0,006	0,010	-0,004	1,691	0,014	0,005	3,234	0,006	0,010	0,004	0,004
45	13	0,007	0,010	-0,003	1,145	0,014	0,005	1,577	0,007	0,010	0,003	0,003
46	7	0,004	0,009	-0,006	2,485	0,014	0,005	6,713	0,004	0,009	0,006	0,006
47	19	0,010	0,009	0,001	0,213	0,014	0,005	0,110	0,010	0,009	0,001	0,001
48	14	0,007	0,009	-0,002	0,664	0,013	0,004	0,611	0,007	0,009	0,002	0,002
49	17	0,009	0,009	0,000	0,025	0,013	0,004	0,001	0,009	0,009	0,000	0,000
50	10	0,005	0,009	-0,003	1,496	0,013	0,004	2,601	0,005	0,009	0,003	0,003
51	14	0,007	0,008	-0,001	0,434	0,013	0,004	0,310	0,007	0,008	0,001	0,001
52	18	0,009	0,008	0,001	0,394	0,013	0,004	0,268	0,009	0,008	0,001	0,001
53	16	0,008	0,008	0,000	0,093	0,012	0,004	0,009	0,008	0,008	0,000	0,000
54	16	0,008	0,008	0,000	0,039	0,012	0,004	0,028	0,008	0,008	0,000	0,000
55	26	0,013	0,008	0,006	2,697	0,012	0,004	7,924	0,013	0,008	0,006	0,006
56	8	0,004	0,008	-0,004	1,645	0,012	0,004	3,128	0,004	0,008	0,004	0,004
57	14	0,007	0,008	0,000	0,012	0,012	0,003	0,021	0,007	0,008	0,000	0,000
58	14	0,007	0,007	0,000	0,079	0,012	0,003	0,006	0,007	0,007	0,000	0,000
59	41	0,021	0,007	0,014	7,078	0,011	0,003	51,632	0,021	0,007	0,014	0,014
60	6	0,003	0,007	-0,004	1,977	0,011	0,003	4,430	0,003	0,007	0,004	0,004
61	18	0,009	0,007	0,002	1,061	0,011	0,003	1,423	0,009	0,007	0,002	0,002
62	7	0,004	0,007	-0,003	1,614	0,011	0,003	3,045	0,004	0,007	0,003	0,003
63	16	0,008	0,007	0,001	0,643	0,011	0,003	0,607	0,008	0,007	0,001	0,001
64	23	0,012	0,007	0,005	2,656	0,011	0,003	7,760	0,012	0,007	0,005	0,005
65	20	0,010	0,007	0,004	1,889	0,011	0,003	4,093	0,010	0,007	0,004	0,004
66	9	0,005	0,007	-0,002	0,871	0,010	0,003	1,018	0,005	0,007	0,002	0,002
67	17	0,009	0,006	0,002	1,171	0,010	0,003	1,713	0,009	0,006	0,002	0,002
68	6	0,003	0,006	-0,003	1,640	0,010	0,003	3,159	0,003	0,006	0,003	0,003
69	16	0,008	0,006	0,002	1,002	0,010	0,002	1,306	0,008	0,006	0,002	0,002
70	8	0,004	0,006	-0,002	0,980	0,010	0,002	1,259	0,004	0,006	0,002	0,002
71	11	0,006	0,006	0,000	0,058	0,010	0,002	0,042	0,006	0,006	0,000	0,000
72	4	0,002	0,006	-0,004	2,078	0,010	0,002	4,924	0,002	0,006	0,004	0,004
73	8	0,004	0,006	-0,002	0,856	0,010	0,002	1,004	0,004	0,006	0,002	0,002
74	11	0,006	0,006	0,000	0,068	0,009	0,002	0,005	0,006	0,006	0,000	0,000
75	6	0,003	0,006	-0,003	1,380	0,009	0,002	2,328	0,003	0,006	0,003	0,003
76	19	0,010	0,006	0,004	2,295	0,009	0,002	5,950	0,010	0,006	0,004	0,004
77	11	0,006	0,006	0,000	0,063	0,009	0,002	0,004	0,006	0,006	0,000	0,000
78	5	0,003	0,006	-0,003	1,584	0,009	0,002	3,002	0,003	0,006	0,003	0,003
79	22	0,011	0,005	0,006	3,394	0,009	0,002	12,522	0,011	0,005	0,006	0,006
80	9	0,005	0,005	-0,001	0,277	0,009	0,002	0,186	0,005	0,005	0,001	0,001

Dígito	Cont.	Real	Benford	Diferença	Teste-Z	Upper Bound	Lower Bound	QQ		K-S		DMA	
81	9	0,005	0,005	-0,001	0,239	0,009	0,002	0,156	0,005	0,005	0,001	0,001	
82	7	0,004	0,005	-0,002	0,831	0,009	0,002	0,972	0,004	0,005	0,002	0,002	
83	7	0,004	0,005	-0,002	0,797	0,009	0,002	0,909	0,004	0,005	0,002	0,002	
84	3	0,002	0,005	-0,004	2,039	0,009	0,002	4,808	0,002	0,005	0,004	0,004	
85	5	0,003	0,005	-0,002	1,373	0,009	0,002	2,339	0,003	0,005	0,002	0,002	
86	3	0,002	0,005	-0,003	1,989	0,008	0,002	4,601	0,002	0,005	0,003	0,003	
87	2	0,001	0,005	-0,004	2,289	0,008	0,002	5,978	0,001	0,005	0,004	0,004	
88	6	0,003	0,005	-0,002	0,962	0,008	0,002	1,260	0,003	0,005	0,002	0,002	
89	7	0,004	0,005	-0,001	0,605	0,008	0,001	0,589	0,004	0,005	0,001	0,001	
90	20	0,010	0,005	0,006	3,382	0,008	0,001	12,520	0,010	0,005	0,006	0,006	
91	1	0,001	0,005	-0,004	2,533	0,008	0,001	7,251	0,001	0,005	0,004	0,004	
92	9	0,005	0,005	0,000	0,014	0,008	0,001	0,000	0,005	0,005	0,000	0,000	
93	9	0,005	0,005	0,000	0,018	0,008	0,001	0,000	0,005	0,005	0,000	0,000	
94	4	0,002	0,005	-0,003	1,466	0,008	0,001	2,659	0,002	0,005	0,003	0,003	
95	10	0,005	0,005	0,001	0,251	0,008	0,001	0,176	0,005	0,005	0,001	0,001	
96	5	0,003	0,005	-0,002	1,078	0,008	0,001	1,552	0,003	0,005	0,002	0,002	
97	7	0,004	0,004	-0,001	0,369	0,008	0,001	0,291	0,004	0,004	0,001	0,001	
98	9	0,005	0,004	0,000	0,003	0,008	0,001	0,030	0,005	0,004	0,000	0,000	
99	18	0,009	0,004	0,005	3,143	0,008	0,001	10,948	0,009	0,004	0,005	0,005	
N	1926					χ^2 Real			323,59	Supremo		0,024	MDA
						χ^2 Limite			112,02	K-S Limite		0,031	0,0031

Os dados também foram apresentados na forma gráfica:

Gráfico 39 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos para os preços unitários de Confins



Conforme se observou na tabela e no gráfico, houve picos mais intensos nos dígitos 15, 17, 18, 39, 55, 59, 64, 76, 79, 90 e 99 em relação às proporções da curva descendente da Lei NB, que ultrapassaram o *upper bound*.

Os resultados do Teste Z revelaram que houve uma grande desconformidade dos dados em relação à Lei NB.

O resultado do Teste Qui-Quadrado foi 323,594. Como os dois primeiros dígitos dos valores poderiam variar de 10 a 99, nesse caso calcularam-se 90 -1 graus de liberdade. O valor crítico para 89 de liberdade e 0,05 de significância é 112,02. Como o valor calculado no teste excedeu o valor crítico, rejeitou-se a hipótese nula.

Para o Teste K-S, com $N = 1926$, o K-S crítico foi 0,031. O valor supremo calculado foi 0,024, o qual não superou o valor crítico. Assim, não rejeitamos a hipótese nula para esse teste.

O último teste aplicado foi o MDA. O valor encontrado para o Aeroporto de Confins foi 0,0031, o qual estava acima de 0,0022, fato que o inseriu na faixa de não conformidade dos valores de referência.

Considerando todos os testes aplicados, podemos afirmar que a planilha orçamentária de Confins somente passou no Teste Kolmogorov-Smirnoff. A grande desconformidade revelada resultou na seleção de um número maior de amostras a serem examinadas, uma vez que foi indicada uma quantidade maior de dígitos críticos.

2.2.1.4. Teste de Soma:

O pressuposto básico desse teste era que as somas de todos os números em um banco de dados de Benford com os dois primeiros dígitos 10, 11, ..., 99 deveriam ser iguais.

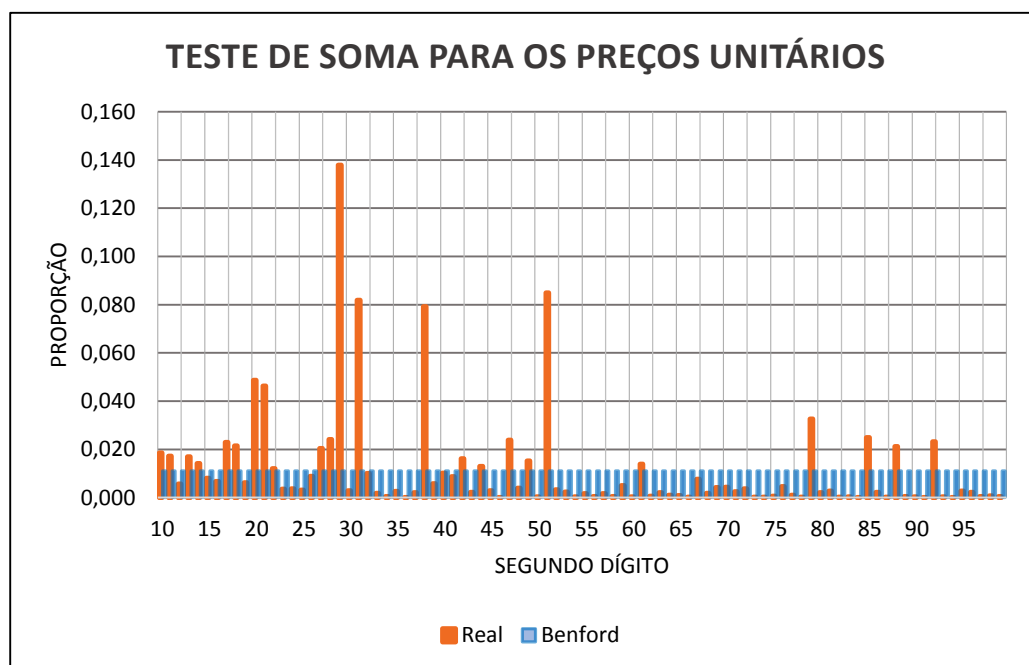
Os resultados estão ilustrados na tabela a seguir:

Tabela 67 – Teste de Soma para os preços unitários de Confins

<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
10	717.434,21	0,019	0,011	0,008	55	65.923,96	0,002	0,011	-0,009
11	666.511,33	0,017	0,011	0,006	56	18.586,85	0,000	0,011	-0,011
12	220.748,48	0,006	0,011	-0,005	57	67.389,42	0,002	0,011	-0,009
13	655.687,14	0,017	0,011	0,006	58	18.995,01	0,000	0,011	-0,011
14	545.486,46	0,014	0,011	0,003	59	192.801,03	0,005	0,011	-0,006
15	312.927,34	0,008	0,011	-0,003	60	12.744,33	0,000	0,011	-0,011
16	259.711,03	0,007	0,011	-0,004	61	534.031,09	0,014	0,011	0,003
17	885.275,51	0,023	0,011	0,012	62	26.103,97	0,001	0,011	-0,010
18	825.828,22	0,021	0,011	0,010	63	82.920,76	0,002	0,011	-0,009
19	239.930,81	0,006	0,011	-0,005	64	38.968,18	0,001	0,011	-0,010
20	1.879.938,99	0,049	0,011	0,038	65	36.442,86	0,001	0,011	-0,010
21	1.787.742,74	0,046	0,011	0,035	66	8.887,82	0,000	0,011	-0,011
22	463.052,02	0,012	0,011	0,001	67	295.577,57	0,008	0,011	-0,003
23	137.883,95	0,004	0,011	-0,007	68	68.432,02	0,002	0,011	-0,009
24	140.706,79	0,004	0,011	-0,007	69	162.244,31	0,004	0,011	-0,007
25	119.391,40	0,003	0,011	-0,008	70	167.628,09	0,004	0,011	-0,007
26	340.395,92	0,009	0,011	-0,002	71	95.909,24	0,002	0,011	-0,009
27	786.471,28	0,020	0,011	0,009	72	142.705,46	0,004	0,011	-0,007
28	933.215,39	0,024	0,011	0,013	73	11.609,89	0,000	0,011	-0,011
29	5.316.693,01	0,138	0,011	0,127	74	11.247,47	0,000	0,011	-0,011
30	110.815,65	0,003	0,011	-0,008	75	22.463,46	0,001	0,011	-0,010
31	3.154.808,58	0,082	0,011	0,071	76	180.459,34	0,005	0,011	-0,006
32	390.511,25	0,010	0,011	-0,001	77	40.353,81	0,001	0,011	-0,010
33	70.149,01	0,002	0,011	-0,009	78	9.439,59	0,000	0,011	-0,011
34	18.062,73	0,000	0,011	-0,011	79	1.260.439,32	0,033	0,011	0,022
35	102.372,12	0,003	0,011	-0,008	80	79.954,67	0,002	0,011	-0,009
36	5.395,43	0,000	0,011	-0,011	81	104.866,08	0,003	0,011	-0,008
37	82.252,39	0,002	0,011	-0,009	82	10.813,84	0,000	0,011	-0,011
38	3.055.789,78	0,079	0,011	0,068	83	16.742,55	0,000	0,011	-0,011
39	223.158,10	0,006	0,011	-0,005	84	2.495,54	0,000	0,011	-0,011
40	394.347,87	0,010	0,011	-0,001	85	961.762,14	0,025	0,011	0,014
41	338.549,80	0,009	0,011	-0,002	86	86.088,25	0,002	0,011	-0,009
42	623.286,53	0,016	0,011	0,005	87	8.411,03	0,000	0,011	-0,011
43	88.283,44	0,002	0,011	-0,009	88	818.609,79	0,021	0,011	0,010
44	502.949,64	0,013	0,011	0,002	89	19.728,24	0,001	0,011	-0,010
45	111.699,80	0,003	0,011	-0,008	90	13.088,28	0,000	0,011	-0,011
46	6.502,37	0,000	0,011	-0,011	91	905,09	0,000	0,011	-0,011

Dígito	Soma	Real	Benford	Diferença	Dígito	Soma	Real	Benford	Diferença
47	922.955,31	0,024	0,011	0,013	92	892.371,38	0,023	0,011	0,012
48	152.688,70	0,004	0,011	-0,007	93	12.486,98	0,000	0,011	-0,011
49	585.371,22	0,015	0,011	0,004	94	376,38	0,000	0,011	-0,011
50	12.165,31	0,000	0,011	-0,011	95	108.881,92	0,003	0,011	-0,008
51	3.273.024,40	0,085	0,011	0,074	96	88.444,45	0,002	0,011	-0,009
52	129.408,74	0,003	0,011	-0,008	97	20.438,68	0,001	0,011	-0,010
53	92.106,52	0,002	0,011	-0,009	98	29.888,55	0,001	0,011	-0,010
54	13.461,31	0,000	0,011	-0,011	99	19.540,08	0,001	0,011	-0,010
SOMA TOTAL					38.563.346,79				

Gráfico 40 – Teste de Soma para os preços unitários de Confins



Conforme se observou na tabela e no gráfico, houve picos nos dois primeiros dígitos 17, 20, 21, 28, 29, 31, 38, 47, 51, 79, 85 e 92. Chamou a atenção a proporção encontrada para o dígito 29, que representou 13,8% do somatório total dos preços unitários.

Constatou-se nesse teste que os dados em nada se aproximavam de uma sequência de Benford.

2.2.1.5. Teste de Duplicação de Número

Para esse teste foi montado um *rank* com os 10 valores que mais se repetiam na planilha. A tabela e o gráfico são mostrados a seguir.

Tabela 68 – Teste de Duplicação de Número para os preços unitários de Confins

TESTE DE DUPLICAÇÃO DE NÚMERO PREÇOS UNITÁRIOS		
Rank	Preço Unitário	Contagem
1	1.758,84	19
2	398,40	18
3	5.976,00	17
4	90,51	15
5	159,36	13
6	1.497,39	11
7	39,84	11
8	59,76	10
9	13.769,70	9
10	5.577,60	9

Esses valores remetem a dígitos que não se destacaram no Teste de Soma. Com exceção dos dígitos 13 e 14, os outros não passaram no Teste dos Dois Primeiros Dígitos, pois foram muito frequentes na planilha. Caso se tratassem de preços totais, esses valores não seriam relevantes em uma análise de sobrepreço, pois constituiriam grandes amostras de baixa materialidade. Contudo, como se tratam de preços unitários, tais valores podem resultar em grandes quantias, a depender da quantidade que incidirá sobre o serviço. Dessa maneira, tais valores não poderiam ser descartados da amostra a ser auditada.

2.2.1.6. Teste de Segunda Ordem

Os resultados podem ser visualizados na tabela e no gráfico a seguir.

Tabela 69 – Teste de Segunda Ordem para os preços unitários de Confins

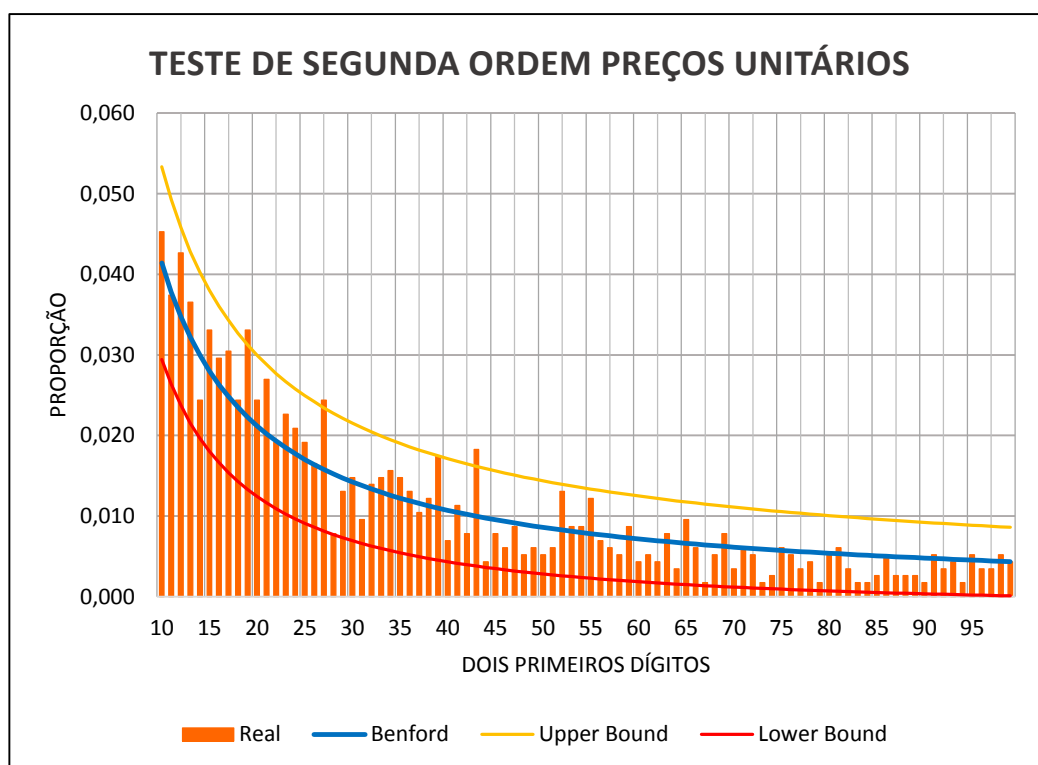
<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>
10	52	0,045	0,041	0,004	0,644	0,053	0,029	0,414	0,045	0,041	0,004	0,004
11	43	0,037	0,038	0,000	0,070	0,049	0,026	0,004	0,083	0,079	0,003	0,000
12	49	0,043	0,035	0,008	1,505	0,046	0,024	2,054	0,125	0,114	0,011	0,008
13	42	0,037	0,032	0,004	0,831	0,043	0,022	0,681	0,162	0,146	0,016	0,004
14	28	0,024	0,030	-0,006	1,124	0,040	0,020	1,200	0,186	0,176	0,010	0,006
15	38	0,033	0,028	0,005	1,039	0,038	0,018	1,043	0,219	0,204	0,015	0,005
16	34	0,030	0,026	0,003	0,663	0,036	0,017	0,464	0,249	0,230	0,018	0,003
17	35	0,030	0,025	0,006	1,242	0,034	0,015	1,471	0,279	0,255	0,024	0,006
18	28	0,024	0,023	0,001	0,125	0,033	0,014	0,039	0,304	0,279	0,025	0,001
19	38	0,033	0,022	0,011	2,592	0,031	0,013	6,012	0,337	0,301	0,036	0,011
20	28	0,024	0,021	0,003	0,716	0,030	0,012	0,548	0,361	0,322	0,039	0,003
21	31	0,027	0,020	0,007	1,671	0,029	0,012	2,612	0,388	0,342	0,046	0,007
22	22	0,019	0,019	0,000	0,042	0,028	0,011	0,001	0,407	0,362	0,046	0,000
23	26	0,023	0,018	0,004	1,028	0,027	0,010	1,068	0,430	0,380	0,050	0,004
24	24	0,021	0,018	0,003	0,775	0,026	0,010	0,647	0,451	0,398	0,053	0,003
25	22	0,019	0,017	0,002	0,494	0,025	0,009	0,301	0,470	0,415	0,055	0,002
26	19	0,017	0,016	0,000	0,042	0,024	0,009	0,001	0,487	0,431	0,055	0,000
27	28	0,024	0,016	0,009	2,415	0,023	0,008	5,349	0,511	0,447	0,064	0,009
28	9	0,008	0,015	-0,007	2,108	0,023	0,008	4,136	0,519	0,462	0,056	0,007
29	15	0,013	0,015	-0,002	0,395	0,022	0,007	0,217	0,532	0,477	0,055	0,002
30	17	0,015	0,014	0,001	0,057	0,022	0,007	0,025	0,547	0,491	0,055	0,001
31	11	0,010	0,014	-0,004	1,210	0,021	0,007	1,480	0,556	0,505	0,051	0,004
32	16	0,014	0,013	0,001	0,061	0,020	0,006	0,027	0,570	0,519	0,052	0,001
33	17	0,015	0,013	0,002	0,473	0,020	0,006	0,297	0,585	0,531	0,053	0,002
34	18	0,016	0,013	0,003	0,891	0,019	0,006	0,864	0,601	0,544	0,056	0,003
35	17	0,015	0,012	0,003	0,731	0,019	0,005	0,616	0,615	0,556	0,059	0,003
36	15	0,013	0,012	0,001	0,266	0,019	0,005	0,129	0,628	0,568	0,060	0,001
37	12	0,010	0,012	-0,001	0,263	0,018	0,005	0,128	0,639	0,580	0,059	0,001
38	14	0,012	0,011	0,001	0,185	0,018	0,005	0,083	0,651	0,591	0,060	0,001
39	20	0,017	0,011	0,006	2,126	0,017	0,005	4,295	0,668	0,602	0,066	0,006
40	8	0,007	0,011	-0,004	1,208	0,017	0,004	1,516	0,675	0,613	0,063	0,004
41	13	0,011	0,010	0,001	0,172	0,017	0,004	0,079	0,687	0,623	0,063	0,001
42	9	0,008	0,010	-0,002	0,735	0,016	0,004	0,640	0,695	0,633	0,061	0,002
43	21	0,018	0,010	0,008	2,924	0,016	0,004	7,914	0,713	0,643	0,069	0,008
44	5	0,004	0,010	-0,005	1,880	0,016	0,004	3,443	0,717	0,653	0,064	0,005
45	9	0,008	0,010	-0,002	0,506	0,016	0,003	0,353	0,725	0,663	0,062	0,002
46	7	0,006	0,009	-0,003	1,098	0,015	0,003	1,298	0,731	0,672	0,059	0,003
47	10	0,009	0,009	0,000	0,027	0,015	0,003	0,024	0,740	0,681	0,059	0,000
48	6	0,005	0,009	-0,004	1,310	0,015	0,003	1,788	0,745	0,690	0,055	0,004
49	7	0,006	0,009	-0,003	0,909	0,015	0,003	0,942	0,751	0,699	0,052	0,003
50	6	0,005	0,009	-0,003	1,195	0,014	0,003	1,525	0,756	0,708	0,049	0,003
51	7	0,006	0,008	-0,002	0,791	0,014	0,003	0,747	0,762	0,716	0,046	0,002

Dígito	Cont.	Real	Benford	Diferen- ça	Teste- Z	Upper Bound	Lower Bound	QQ		K-S		DMA	
52	15	0,013	0,008	0,005	1,787	0,014	0,003	3,177	0,775	0,724	0,051	0,005	
53	10	0,009	0,008	0,001	0,088	0,014	0,002	0,048	0,784	0,732	0,052	0,001	
54	10	0,009	0,008	0,001	0,150	0,014	0,002	0,078	0,793	0,740	0,053	0,001	
55	14	0,012	0,008	0,004	1,661	0,013	0,002	2,790	0,805	0,748	0,057	0,004	
56	8	0,007	0,008	-0,001	0,148	0,013	0,002	0,078	0,812	0,756	0,056	0,001	
57	7	0,006	0,008	-0,001	0,462	0,013	0,002	0,325	0,818	0,763	0,055	0,001	
58	6	0,005	0,007	-0,002	0,783	0,013	0,002	0,750	0,823	0,771	0,052	0,002	
59	10	0,009	0,007	0,001	0,445	0,013	0,002	0,310	0,832	0,778	0,054	0,001	
60	5	0,004	0,007	-0,003	1,068	0,012	0,002	1,279	0,836	0,785	0,051	0,003	
61	6	0,005	0,007	-0,002	0,644	0,012	0,002	0,551	0,842	0,792	0,049	0,002	
62	5	0,004	0,007	-0,003	0,984	0,012	0,002	1,115	0,846	0,799	0,047	0,003	
63	9	0,008	0,007	0,001	0,277	0,012	0,002	0,166	0,854	0,806	0,048	0,001	
64	4	0,003	0,007	-0,003	1,293	0,012	0,002	1,805	0,857	0,813	0,044	0,003	
65	11	0,010	0,007	0,003	1,163	0,012	0,002	1,501	0,867	0,820	0,047	0,003	
66	7	0,006	0,007	0,000	0,031	0,012	0,001	0,034	0,873	0,826	0,047	0,000	
67	2	0,002	0,006	-0,005	1,984	0,011	0,001	3,934	0,875	0,833	0,042	0,005	
68	6	0,005	0,006	-0,001	0,345	0,011	0,001	0,227	0,880	0,839	0,041	0,001	
69	9	0,008	0,006	0,002	0,565	0,011	0,001	0,461	0,888	0,845	0,043	0,002	
70	4	0,003	0,006	-0,003	1,082	0,011	0,001	1,339	0,891	0,851	0,040	0,003	
71	7	0,006	0,006	0,000	0,009	0,011	0,001	0,000	0,897	0,857	0,040	0,000	
72	6	0,005	0,006	-0,001	0,189	0,011	0,001	0,113	0,903	0,863	0,039	0,001	
73	2	0,002	0,006	-0,004	1,818	0,011	0,001	3,378	0,904	0,869	0,035	0,004	
74	3	0,003	0,006	-0,003	1,373	0,011	0,001	2,042	0,907	0,875	0,032	0,003	
75	7	0,006	0,006	0,000	0,165	0,011	0,001	0,023	0,913	0,881	0,032	0,000	
76	6	0,005	0,006	0,000	0,041	0,010	0,001	0,042	0,918	0,886	0,032	0,000	
77	4	0,003	0,006	-0,002	0,861	0,010	0,001	0,924	0,922	0,892	0,030	0,002	
78	5	0,004	0,006	-0,001	0,401	0,010	0,001	0,290	0,926	0,898	0,028	0,001	
79	2	0,002	0,005	-0,004	1,669	0,010	0,001	2,914	0,928	0,903	0,025	0,004	
80	6	0,005	0,005	0,000	0,087	0,010	0,001	0,006	0,933	0,908	0,025	0,000	
81	7	0,006	0,005	0,001	0,198	0,010	0,001	0,126	0,939	0,914	0,025	0,001	
82	4	0,003	0,005	-0,002	0,716	0,010	0,001	0,694	0,943	0,919	0,023	0,002	
83	2	0,002	0,005	-0,003	1,576	0,010	0,001	2,645	0,944	0,924	0,020	0,003	
84	2	0,002	0,005	-0,003	1,554	0,010	0,001	2,583	0,946	0,929	0,017	0,003	
85	3	0,003	0,005	-0,002	1,083	0,010	0,001	1,378	0,949	0,934	0,014	0,002	
86	6	0,005	0,005	0,000	0,104	0,010	0,000	0,009	0,954	0,940	0,014	0,000	
87	3	0,003	0,005	-0,002	1,035	0,009	0,000	1,281	0,956	0,944	0,012	0,002	
88	3	0,003	0,005	-0,002	1,011	0,009	0,000	1,235	0,959	0,949	0,010	0,002	
89	3	0,003	0,005	-0,002	0,988	0,009	0,000	1,190	0,962	0,954	0,007	0,002	
90	2	0,002	0,005	-0,003	1,427	0,009	0,000	2,239	0,963	0,959	0,004	0,003	
91	6	0,005	0,005	0,000	0,056	0,009	0,000	0,055	0,969	0,964	0,005	0,000	
92	4	0,003	0,005	-0,001	0,452	0,009	0,000	0,361	0,972	0,968	0,004	0,001	
93	5	0,004	0,005	0,000	0,158	0,009	0,000	0,021	0,977	0,973	0,003	0,000	
94	2	0,002	0,005	-0,003	1,348	0,009	0,000	2,038	0,978	0,978	0,001	0,003	
95	6	0,005	0,005	0,001	0,165	0,009	0,000	0,115	0,983	0,982	0,001	0,001	
96	4	0,003	0,005	-0,001	0,355	0,009	0,000	0,265	0,987	0,987	0,000	0,001	
97	4	0,003	0,004	-0,001	0,332	0,009	0,000	0,244	0,990	0,991	0,001	0,001	
98	6	0,005	0,004	0,001	0,245	0,009	0,000	0,172	0,996	0,996	0,000	0,001	
99	5	0,004	0,004	0,000	0,007	0,009	0,000	0,000	1,000	1,000	0,000	0,000	
N	1149						χ^2 Real		102,83	Supremo	0,069	MDA	
							χ^2 Limite		112,02	K-S Limite	0,040	0,0026	

Como já advertido por Nigrini (2012), em função da distribuição obtida nesse teste ser usualmente *quase Benford*, ele sugere que, para acessar a conformidade, ou se olhe para o resultado fazendo um julgamento subjetivo ou se use o MDA com fronteiras mais liberais. Os limites estipulados pelo autor para o MDA, em exame aos dois primeiros dígitos, indicariam uma não conformidade para um valor acima de 0,0022.

Dessa maneira, os resultados não chegaram ao ponto de indicar uma desconformidade. O MDA estava pouco acima do limite de 0,0022 e o valor encontrado para o Teste Qui-Quadrado não superou o valor crítico.

Gráfico 41 – Teste de Segunda Ordem para os preços unitários de Confins



2.2.1.7. Teste dos Dois Últimos Dígitos

Esse teste identifica duplicações anormais no lado direito dos números em um banco de dados. Picos no gráfico das frequências dos dois últimos dígitos

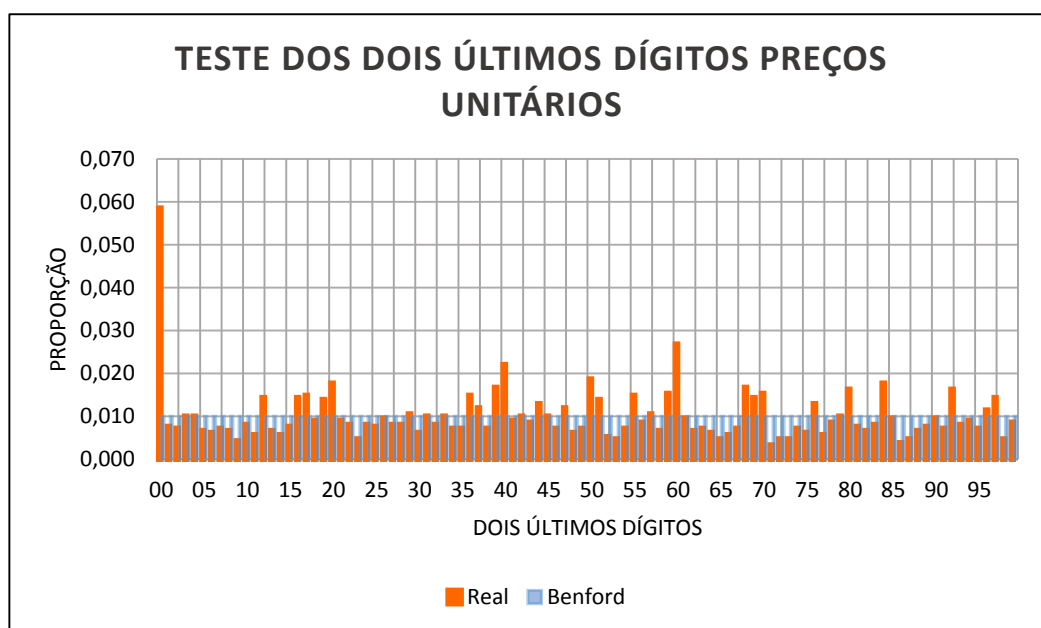
podem indicar erros, números fictícios, ou arredondamento excessivo. Os resultados estão apresentados em tabela e na forma gráfica, conforme se observa a seguir.

Tabela 70 – Teste dos Dois Últimos Dígitos para os preços unitários de Confins

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
<i>00</i>	122	0,059	0,010	0,049	<i>50</i>	39	0,019	0,010	0,009
<i>01</i>	16	0,008	0,010	-0,002	<i>51</i>	29	0,014	0,010	0,004
<i>02</i>	15	0,007	0,010	-0,003	<i>52</i>	11	0,005	0,010	-0,005
<i>03</i>	21	0,010	0,010	0,000	<i>53</i>	10	0,005	0,010	-0,005
<i>04</i>	21	0,010	0,010	0,000	<i>54</i>	15	0,007	0,010	-0,003
<i>05</i>	14	0,007	0,010	-0,003	<i>55</i>	31	0,015	0,010	0,005
<i>06</i>	13	0,006	0,010	-0,004	<i>56</i>	18	0,009	0,010	-0,001
<i>07</i>	15	0,007	0,010	-0,003	<i>57</i>	22	0,011	0,010	0,001
<i>08</i>	14	0,007	0,010	-0,003	<i>58</i>	14	0,007	0,010	-0,003
<i>09</i>	9	0,004	0,010	-0,006	<i>59</i>	32	0,015	0,010	0,005
<i>10</i>	17	0,008	0,010	-0,002	<i>60</i>	56	0,027	0,010	0,017
<i>11</i>	12	0,006	0,010	-0,004	<i>61</i>	20	0,010	0,010	0,000
<i>12</i>	30	0,014	0,010	0,004	<i>62</i>	14	0,007	0,010	-0,003
<i>13</i>	14	0,007	0,010	-0,003	<i>63</i>	15	0,007	0,010	-0,003
<i>14</i>	12	0,006	0,010	-0,004	<i>64</i>	13	0,006	0,010	-0,004
<i>15</i>	16	0,008	0,010	-0,002	<i>65</i>	10	0,005	0,010	-0,005
<i>16</i>	30	0,014	0,010	0,004	<i>66</i>	12	0,006	0,010	-0,004
<i>17</i>	31	0,015	0,010	0,005	<i>67</i>	15	0,007	0,010	-0,003
<i>18</i>	19	0,009	0,010	-0,001	<i>68</i>	35	0,017	0,010	0,007
<i>19</i>	29	0,014	0,010	0,004	<i>69</i>	30	0,014	0,010	0,004
<i>20</i>	37	0,018	0,010	0,008	<i>70</i>	32	0,015	0,010	0,005
<i>21</i>	19	0,009	0,010	-0,001	<i>71</i>	7	0,003	0,010	-0,007
<i>22</i>	17	0,008	0,010	-0,002	<i>72</i>	10	0,005	0,010	-0,005
<i>23</i>	10	0,005	0,010	-0,005	<i>73</i>	10	0,005	0,010	-0,005
<i>24</i>	17	0,008	0,010	-0,002	<i>74</i>	15	0,007	0,010	-0,003
<i>25</i>	16	0,008	0,010	-0,002	<i>75</i>	13	0,006	0,010	-0,004
<i>26</i>	20	0,010	0,010	0,000	<i>76</i>	27	0,013	0,010	0,003
<i>27</i>	17	0,008	0,010	-0,002	<i>77</i>	12	0,006	0,010	-0,004
<i>28</i>	17	0,008	0,010	-0,002	<i>78</i>	18	0,009	0,010	-0,001
<i>29</i>	22	0,011	0,010	0,001	<i>79</i>	21	0,010	0,010	0,000
<i>30</i>	13	0,006	0,010	-0,004	<i>80</i>	34	0,016	0,010	0,006
<i>31</i>	21	0,010	0,010	0,000	<i>81</i>	16	0,008	0,010	-0,002
<i>32</i>	17	0,008	0,010	-0,002	<i>82</i>	14	0,007	0,010	-0,003
<i>33</i>	21	0,010	0,010	0,000	<i>83</i>	17	0,008	0,010	-0,002
<i>34</i>	15	0,007	0,010	-0,003	<i>84</i>	37	0,018	0,010	0,008
<i>35</i>	15	0,007	0,010	-0,003	<i>85</i>	20	0,010	0,010	0,000
<i>36</i>	31	0,015	0,010	0,005	<i>86</i>	8	0,004	0,010	-0,006
<i>37</i>	25	0,012	0,010	0,002	<i>87</i>	10	0,005	0,010	-0,005
<i>38</i>	15	0,007	0,010	-0,003	<i>88</i>	14	0,007	0,010	-0,003
<i>39</i>	35	0,017	0,010	0,007	<i>89</i>	16	0,008	0,010	-0,002
<i>40</i>	46	0,022	0,010	0,012	<i>90</i>	20	0,010	0,010	0,000
<i>41</i>	19	0,009	0,010	-0,001	<i>91</i>	15	0,007	0,010	-0,003
<i>42</i>	21	0,010	0,010	0,000	<i>92</i>	34	0,016	0,010	0,006
<i>43</i>	18	0,009	0,010	-0,001	<i>93</i>	17	0,008	0,010	-0,002
<i>44</i>	27	0,013	0,010	0,003	<i>94</i>	19	0,009	0,010	-0,001

Dígito	Cont.	Real	Benford	Diferença	Dígito	Cont.	Real	Benford	Diferença
45	21	0,010	0,010	0,000	95	15	0,007	0,010	-0,003
46	15	0,007	0,010	-0,003	96	24	0,012	0,010	0,002
47	25	0,012	0,010	0,002	97	30	0,014	0,010	0,004
48	13	0,006	0,010	-0,004	98	10	0,005	0,010	-0,005
49	15	0,007	0,010	-0,003	99	18	0,009	0,010	-0,001

Gráfico 42 – Teste dos Dois Últimos Dígitos para os preços unitários de Confins



No gráfico consegue-se visualizar melhor o conjunto e se nota que os dígitos 00 prevaleceram em relação aos demais. Também se percebem picos em alguns dígitos múltiplos de 10. Como os dados se referem a preços de mercado, é natural que prevaleçam valores arredondados em relação a valores quebrados.

2.2.1.8. Modelo Fator de Distorção

O Modelo Fator de Distorção visa a verificar se os dados foram super ou subestimados depois de manipulados, e dá a extensão da distorção.

Tabela 71 – Modelo Fator de Distorção para os preços unitários de Confins

MODELO FATOR DE DISTORÇÃO CUSTOS UNITÁRIOS		
Média real	Fator de Distorção	Z Estatístico
38,3642	-0,0179	-1,2303
Média esperada	Desvio Padrão	
39,0631	0,0145	

Os resultados mostram que a média real foi inferior à média esperada, o que sugere uma subestimação dos dados. Contudo, o Z Estatístico não superou a barreira de 1,96, o que indica que a discrepância encontrada não foi significativa em um nível de 0,05.

2.2.1.9. Base Logarítmica da Lei de Benford

O objetivo desse teste foi verificar se as mantissas dos logaritmos dos dados eram uniformemente distribuídas ao longo do intervalo de [0,1), atendendo a uma propriedade da Lei de Benford.

Para testar essa propriedade das mantissas, utilizou-se a regressão linear, em que se testou o intercepto, a inclinação e o R-Quadrado. A variável y é o conjunto das mantissas ordenadas e a variável x é o rank (1, 2, 3, ..., N).

Gráfico 43 – Distribuição das mantissas dos logaritmos dos preços unitários de Confins

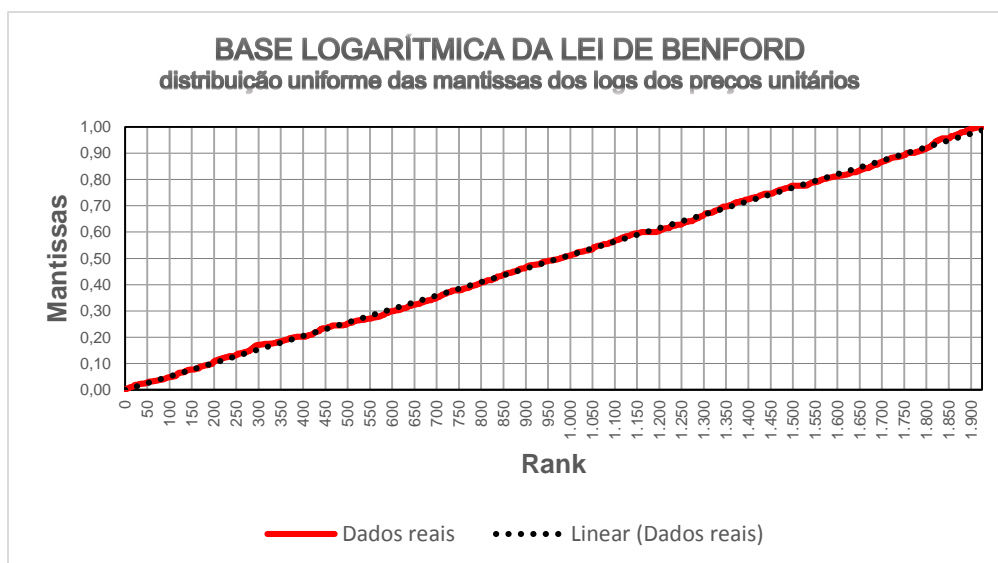


Tabela 72 – Regressão linear (preços unitários - Confins)

BASE LOGARÍTMICA DA LEI DE BENFORD CUSTOS TOTAIS - REGRESSÃO LINEAR				
	R²	INCLINAÇÃO	INTERCEPTO	EQUAÇÃO
Real	0,999386891	0,00051286	-0,000199603	$y = 0,0005128x - 0,0002$
Esperado	1	0,00051921	0	$y = 0,0005192x$

Conforme observado na tabela e no gráfico, os resultados comprovaram que as mantissas dos logaritmos dos preços unitários se distribuíam uniformemente formando quase uma linha reta.

2.2.1.10. Mantissa Arc Test

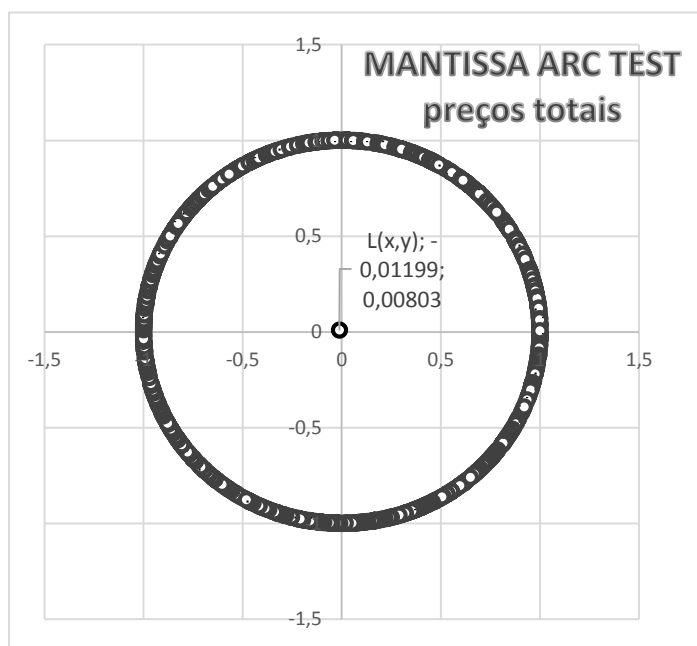
Os resultados do teste em questão foram apresentados na tabela e no gráfico seguintes.

Tabela 73 – Mantissa Arc Test preços unitários de Confins

MANTISSA ARC TEST PREÇOS UNITÁRIOS	
Lx	-0,01199
Ly	0,00803
L²	0,00021
P-VALOR	0,33032
P-VALOR (adaptado)	0,00259

Como se pode observar, os pontos Lx e Ly , que representam o centro de gravidade da distribuição das mantissas, aproximaram-se relativamente do ponto $(0,00;0,00)$. O p-valor atingiu o valor de 0,33, e, caso fosse adotado o termo $\sqrt[3]{N}$ no lugar de N no cálculo ($p\text{-valor} = 1 - e^{-L\lambda N}$), como sugerido por Nigrini (2012), obter-se-ia 0,00259, que é inferior ao limite de 0,05.

Gráfico 44 – Mantissa Arc Test preços unitários de Confins



2.2.2 Preços totais dos Serviços:

2.2.2.1. Teste do Primeiro Dígito:

Cabe primeiramente informar que para os primeiros dígitos dos preços totais foram analisados 2081 dos 2095 serviços, uma vez que foram excluídos os valores menores do que 10. A única exceção foi para o Teste do Primeiro dígito, em que se examinaram 2084 itens, desprezando-se apenas os valores inferiores a um.

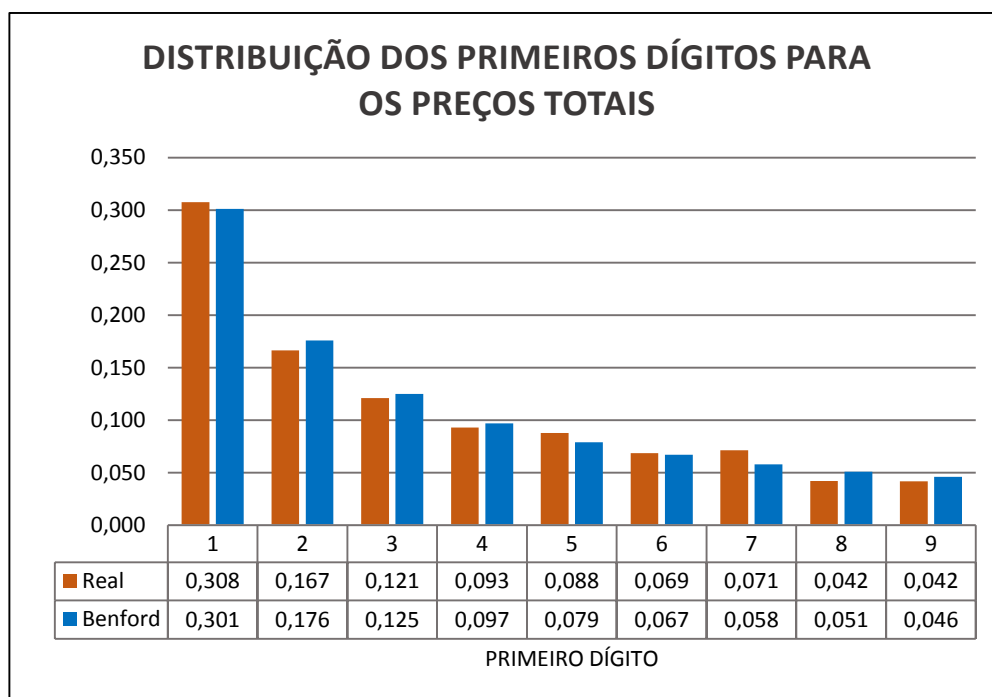
Os resultados estão apresentados na tabela a seguir:

Tabela 74- Teste do Primeiro Dígito para os preços totais de Confins

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>		
<i>1</i>	641	0,308	0,301	0,007	0,631	0,300	0,308	0,301	0,007	0,007
<i>2</i>	347	0,167	0,176	-0,009	1,109	1,067	0,474	0,477	0,003	0,009
<i>3</i>	252	0,121	0,125	-0,004	0,530	0,277	0,595	0,602	0,007	0,004
<i>4</i>	194	0,093	0,097	-0,004	0,566	0,328	0,688	0,699	0,011	0,004
<i>5</i>	183	0,088	0,079	0,009	1,451	2,048	0,776	0,778	0,002	0,009
<i>6</i>	143	0,069	0,067	0,002	0,252	0,081	0,845	0,845	0,000	0,002
<i>7</i>	149	0,071	0,058	0,013	2,589	6,546	0,916	0,903	0,013	0,013
<i>8</i>	88	0,042	0,051	-0,009	1,771	3,145	0,958	0,954	0,004	0,009
<i>9</i>	87	0,042	0,046	-0,004	0,875	0,820	1,000	1,000	0,000	0,004
<i>N</i>	2084	χ^2 Real				14,613	Supremo	0,013	MDA	
		χ^2 Limite				15,507	K-S Limite	0,030	0,007	

Os dados também são ilustrados na forma gráfica, para um melhor entendimento dos resultados:

Gráfico 45 – Teste do Primeiro Dígito para os preços totais de Confins



Conforme se observou na tabela e no gráfico anteriores, houve um pico significativo no primeiro dígito 7 em relação à curva descendente da Lei NB.

Os resultados do Teste Z mostraram que o dígito 7 foi o único que extrapolou o valor crítico (2,589).

Destarte, podemos afirmar que, de um modo geral, segundo o Teste Z, não rejeitamos a hipótese nula, ou seja, as proporções dos primeiros dígitos dos preços unitários do Aeroporto de Confins não destoaram da Lei NB.

O resultado do Teste Qui-Quadrado foi 14,613. O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância é 15,507. Assim, como o valor calculado no teste não excedeu o valor crítico, não se rejeitou a hipótese nula.

Para o Teste K-S, como N era 2081, o K-S crítico foi 0,030. O valor supremo calculado foi 0,013, o qual não superou o valor crítico. Dessa maneira, não podemos rejeitar a hipótese nula.

O último teste aplicado foi a Média dos Desvios Absolutos. O MDA encontrado para Confins foi 0,007. Esse resultado estava inserido na faixa de conformidade aceitável dos valores de referência.

Considerando os testes aplicados, podemos afirmar que a planilha orçamentária do Aeroporto de Confins passou em todos os testes para os primeiros dígitos dos preços totais.

2.2.2.2. Teste do Segundo Dígito:

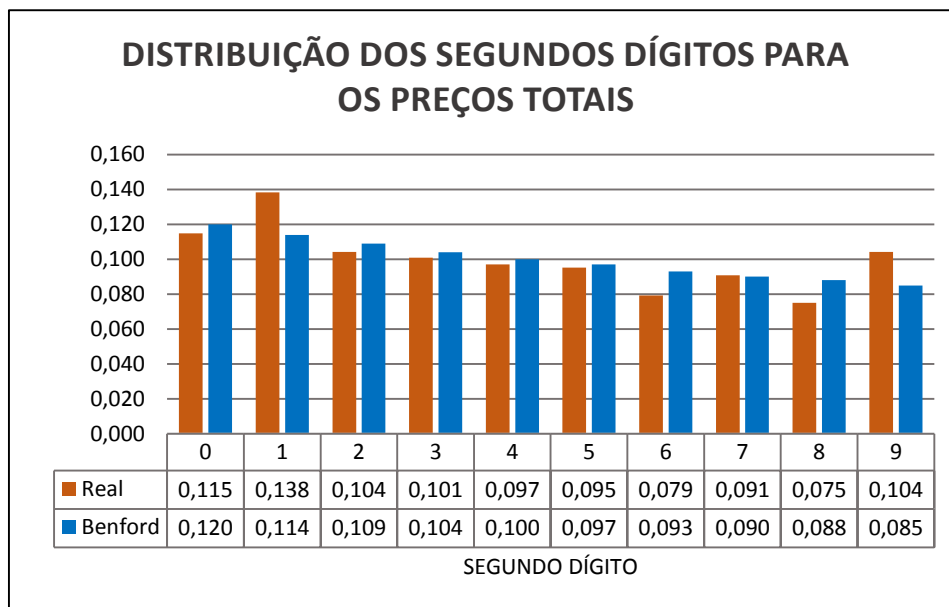
Os resultados estão apresentados na tabela a seguir:

Tabela 75- Teste do Segundo Dígito para os preços totais de Confins

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>		
<i>0</i>	239	0,115	0,120	-0,005	0,689	0,460	0,115	0,120	0,005	0,005
<i>1</i>	288	0,138	0,114	0,024	3,467	10,863	0,253	0,234	0,019	0,024
<i>2</i>	217	0,104	0,109	-0,005	0,656	0,426	0,358	0,343	0,015	0,005
<i>3</i>	210	0,101	0,104	-0,003	0,425	0,191	0,458	0,447	0,011	0,003
<i>4</i>	202	0,097	0,100	-0,003	0,409	0,179	0,556	0,547	0,009	0,003
<i>5</i>	198	0,095	0,097	-0,002	0,249	0,074	0,651	0,644	0,007	0,002
<i>6</i>	165	0,079	0,093	-0,014	2,116	4,207	0,730	0,737	0,007	0,014
<i>7</i>	189	0,091	0,090	0,001	0,093	0,016	0,821	0,827	0,006	0,001
<i>8</i>	156	0,075	0,088	-0,013	2,060	4,019	0,896	0,915	0,019	0,013
<i>9</i>	217	0,104	0,085	0,019	3,114	9,098	1,000	1,000	0,000	0,019
<i>N</i>	2081			χ^2 Real		29,531	Supremo		0,019	MDA
				χ^2 Limite		16,919	K-S Limite		0,030	0,009

Os dados foram apresentados a seguir na forma gráfica:

Gráfico 46 – Teste do Segundo Dígito para os preços totais de Confins



Conforme se observou na tabela e no gráfico anteriores, houve picos nas proporções dos segundos dígitos 1 e 9 em relação às proporções da curva descendente da Lei NB.

O próximo passo foi a realização dos testes estatísticos para verificar se as discrepâncias identificadas chegaram ao ponto de proporcionar uma não conformidade com a Lei NB.

Os resultados do Teste Z mostraram que os dígitos 1 (3,467) e 9 (3,114) superaram o valor crítico de 1,96.

O resultado do Teste Qui-Quadrado foi 29,531. O valor crítico para nove graus de liberdade e 0,05 de significância é 16,919. Assim, como o valor calculado no teste excedeu o valor crítico, deve-se rejeitar a hipótese nula.

Para o Teste K-S, como N era 2081, o K-S crítico encontrado foi 0,030. O valor supremo calculado foi 0,019, o qual não superou o valor crítico. Assim, não se pode rejeitar a hipótese nula.

O último teste aplicado foi o MDA. O valor encontrado foi 0,009, o qual estava na faixa de conformidade aceitável dos valores de referência.

Considerando todos os testes aplicados, pode-se afirmar que a planilha orçamentária do Aeroporto de Confins passou no Teste K-S e no Teste MDA para os segundos dígitos dos preços totais.

2.2.2.3. Teste dos Dois Primeiros Dígitos:

Os resultados estão apresentados na tabela a seguir:

Tabela 76- Teste dos Dois Primeiros Dígitos para os preços totais de Confins

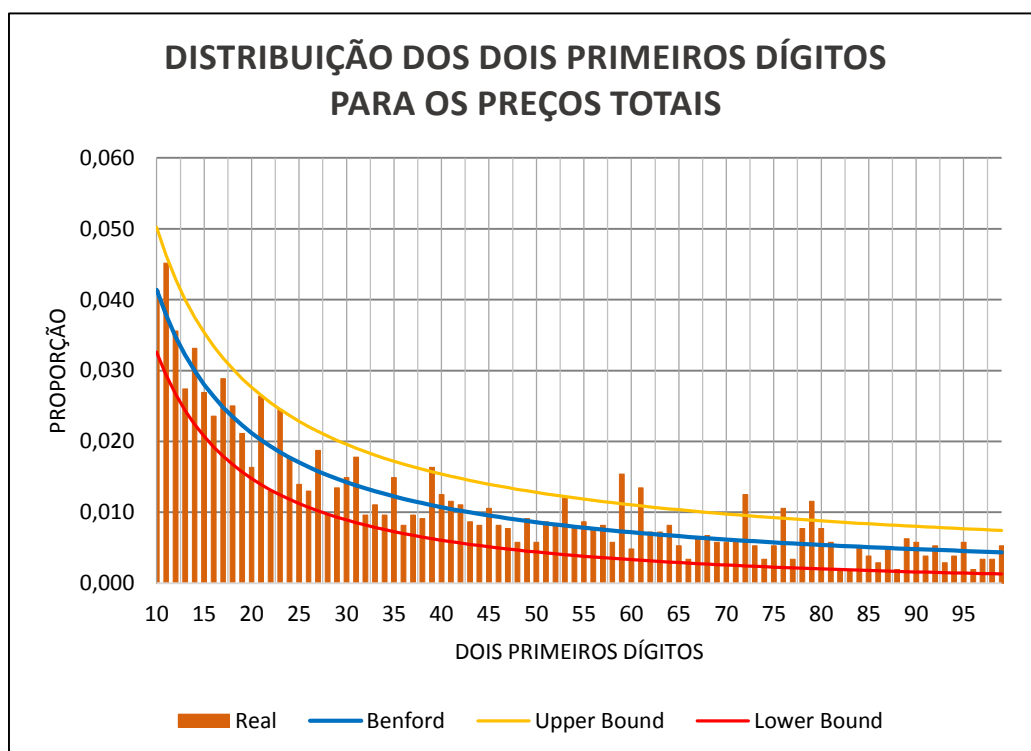
<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>	<i>DMA</i>	
10	86	0,041	0,041	0,000	0,015	0,050	0,033	0,000	0,041	0,041	0,000	0,000
11	94	0,045	0,038	0,007	1,766	0,046	0,029	3,001	0,086	0,079	0,007	0,007
12	74	0,036	0,035	0,001	0,199	0,043	0,027	0,038	0,122	0,114	0,008	0,001
13	57	0,027	0,032	-0,005	1,239	0,040	0,024	1,486	0,149	0,146	0,003	0,005
14	69	0,033	0,030	0,003	0,855	0,038	0,022	0,708	0,183	0,176	0,007	0,003
15	56	0,027	0,028	-0,001	0,309	0,035	0,021	0,093	0,210	0,204	0,005	0,001
16	49	0,024	0,026	-0,003	0,793	0,033	0,019	0,612	0,233	0,230	0,003	0,003
17	60	0,029	0,025	0,004	1,175	0,032	0,018	1,347	0,262	0,255	0,007	0,004
18	52	0,025	0,023	0,002	0,454	0,030	0,017	0,201	0,287	0,279	0,008	0,002
19	44	0,021	0,022	-0,001	0,350	0,029	0,016	0,120	0,308	0,301	0,007	0,001
20	34	0,016	0,021	-0,005	1,537	0,028	0,015	2,311	0,324	0,322	0,002	0,005
21	55	0,026	0,020	0,006	2,019	0,026	0,014	3,993	0,351	0,342	0,008	0,006
22	27	0,013	0,019	-0,006	2,099	0,025	0,013	4,320	0,364	0,362	0,002	0,006
23	51	0,025	0,018	0,006	2,040	0,025	0,012	4,086	0,388	0,380	0,008	0,006
24	37	0,018	0,018	0,000	0,018	0,024	0,012	0,000	0,406	0,398	0,008	0,000
25	29	0,014	0,017	-0,003	1,092	0,023	0,011	1,172	0,420	0,415	0,005	0,003
26	27	0,013	0,016	-0,003	1,227	0,022	0,011	1,481	0,433	0,431	0,002	0,003
27	39	0,019	0,016	0,003	1,078	0,021	0,010	1,144	0,452	0,447	0,005	0,003
28	20	0,010	0,015	-0,006	2,096	0,021	0,010	4,327	0,461	0,462	0,001	0,006
29	28	0,013	0,015	-0,001	0,480	0,020	0,009	0,227	0,475	0,477	0,002	0,001
30	31	0,015	0,014	0,001	0,253	0,020	0,009	0,063	0,490	0,491	0,002	0,001
31	37	0,018	0,014	0,004	1,562	0,019	0,009	2,405	0,507	0,505	0,002	0,004
32	20	0,010	0,013	-0,004	1,491	0,019	0,008	2,194	0,517	0,519	0,001	0,004
33	23	0,011	0,013	-0,002	0,771	0,018	0,008	0,587	0,528	0,531	0,003	0,002
34	20	0,010	0,013	-0,003	1,219	0,018	0,008	1,466	0,538	0,544	0,006	0,003
35	31	0,015	0,012	0,003	1,105	0,017	0,007	1,206	0,553	0,556	0,004	0,003
36	17	0,008	0,012	-0,004	1,569	0,017	0,007	2,433	0,561	0,568	0,007	0,004
37	20	0,010	0,012	-0,002	0,840	0,016	0,007	0,698	0,570	0,580	0,009	0,002
38	19	0,009	0,011	-0,002	0,929	0,016	0,007	0,853	0,580	0,591	0,012	0,002
39	34	0,016	0,011	0,005	2,337	0,016	0,006	5,403	0,596	0,602	0,006	0,005
40	26	0,012	0,011	0,002	0,784	0,015	0,006	0,608	0,608	0,613	0,004	0,002
41	24	0,012	0,010	0,001	0,479	0,015	0,006	0,227	0,620	0,623	0,003	0,001

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>
42	23	0,011	0,010	0,001	0,378	0,015	0,006	0,141	0,631	0,633	0,003	0,001
43	18	0,009	0,010	-0,001	0,612	0,014	0,005	0,371	0,640	0,643	0,004	0,001
44	17	0,008	0,010	-0,002	0,738	0,014	0,005	0,540	0,648	0,653	0,005	0,002
45	22	0,011	0,010	0,001	0,482	0,014	0,005	0,230	0,658	0,663	0,004	0,001
46	17	0,008	0,009	-0,001	0,555	0,014	0,005	0,305	0,667	0,672	0,006	0,001
47	16	0,008	0,009	-0,001	0,697	0,013	0,005	0,482	0,674	0,681	0,007	0,001
48	12	0,006	0,009	-0,003	1,544	0,013	0,005	2,362	0,680	0,690	0,010	0,003
49	19	0,009	0,009	0,000	0,174	0,013	0,005	0,030	0,689	0,699	0,010	0,000
50	12	0,006	0,009	-0,003	1,400	0,013	0,004	1,943	0,695	0,708	0,013	0,003
51	18	0,009	0,008	0,000	0,108	0,013	0,004	0,012	0,704	0,716	0,012	0,000
52	17	0,008	0,008	0,000	0,052	0,012	0,004	0,003	0,712	0,724	0,013	0,000
53	25	0,012	0,008	0,004	1,980	0,012	0,004	3,890	0,724	0,732	0,009	0,004
54	16	0,008	0,008	0,000	0,144	0,012	0,004	0,021	0,731	0,740	0,009	0,000
55	18	0,009	0,008	0,001	0,427	0,012	0,004	0,181	0,740	0,748	0,008	0,001
56	16	0,008	0,008	0,000	0,001	0,012	0,004	0,000	0,748	0,756	0,008	0,000
57	17	0,008	0,008	0,001	0,325	0,012	0,004	0,105	0,756	0,763	0,008	0,001
58	12	0,006	0,007	-0,002	0,881	0,011	0,003	0,770	0,762	0,771	0,009	0,002
59	32	0,015	0,007	0,008	4,329	0,011	0,003	18,604	0,777	0,778	0,001	0,008
60	10	0,005	0,007	-0,002	1,282	0,011	0,003	1,633	0,782	0,785	0,003	0,002
61	28	0,013	0,007	0,006	3,483	0,011	0,003	12,045	0,795	0,792	0,003	0,006
62	15	0,007	0,007	0,000	0,142	0,011	0,003	0,020	0,802	0,799	0,003	0,000
63	15	0,007	0,007	0,000	0,204	0,011	0,003	0,041	0,810	0,806	0,004	0,000
64	17	0,008	0,007	0,001	0,801	0,010	0,003	0,637	0,818	0,813	0,005	0,001
65	11	0,005	0,007	-0,001	0,756	0,010	0,003	0,567	0,823	0,820	0,004	0,001
66	7	0,003	0,007	-0,003	1,794	0,010	0,003	3,196	0,827	0,826	0,000	0,003
67	13	0,006	0,006	0,000	0,107	0,010	0,003	0,011	0,833	0,833	0,000	0,000
68	14	0,007	0,006	0,000	0,223	0,010	0,003	0,049	0,840	0,839	0,001	0,000
69	12	0,006	0,006	0,000	0,279	0,010	0,003	0,078	0,845	0,845	0,000	0,000
70	12	0,006	0,006	0,000	0,230	0,010	0,003	0,052	0,851	0,851	0,000	0,000
71	12	0,006	0,006	0,000	0,181	0,010	0,002	0,032	0,857	0,857	0,001	0,000
72	26	0,012	0,006	0,007	3,845	0,010	0,002	14,694	0,869	0,863	0,006	0,007
73	11	0,005	0,006	-0,001	0,371	0,009	0,002	0,137	0,875	0,869	0,005	0,001
74	7	0,003	0,006	-0,002	1,478	0,009	0,002	2,170	0,878	0,875	0,003	0,002
75	11	0,005	0,006	0,000	0,281	0,009	0,002	0,079	0,883	0,881	0,002	0,000
76	22	0,011	0,006	0,005	2,972	0,009	0,002	8,782	0,894	0,886	0,007	0,005
77	7	0,003	0,006	-0,002	1,369	0,009	0,002	1,863	0,897	0,892	0,005	0,002
78	16	0,008	0,006	0,002	1,326	0,009	0,002	1,749	0,905	0,898	0,007	0,002
79	24	0,012	0,005	0,006	3,757	0,009	0,002	14,036	0,916	0,903	0,013	0,006
80	16	0,008	0,005	0,002	1,428	0,009	0,002	2,029	0,924	0,908	0,016	0,002
81	12	0,006	0,005	0,000	0,274	0,009	0,002	0,075	0,930	0,914	0,016	0,000
82	4	0,002	0,005	-0,003	2,107	0,009	0,002	4,415	0,932	0,919	0,013	0,003
83	4	0,002	0,005	-0,003	2,080	0,009	0,002	4,302	0,934	0,924	0,009	0,003
84	11	0,005	0,005	0,000	0,093	0,008	0,002	0,009	0,939	0,929	0,010	0,000
85	8	0,004	0,005	-0,001	0,793	0,008	0,002	0,625	0,943	0,934	0,008	0,001
86	6	0,003	0,005	-0,002	1,380	0,008	0,002	1,894	0,946	0,940	0,006	0,002
87	10	0,005	0,005	0,000	0,103	0,008	0,002	0,010	0,951	0,944	0,006	0,000
88	4	0,002	0,005	-0,003	1,949	0,008	0,002	3,779	0,952	0,949	0,003	0,003
89	13	0,006	0,005	0,001	0,915	0,008	0,002	0,834	0,959	0,954	0,004	0,001

Dígito	Cont.	Real	Benford	Diferença	Teste-Z	Upper Bound	Lower Bound	QQ		K-S		DMA
90	12	0,006	0,005	0,001	0,639	0,008	0,002	0,406	0,964	0,959	0,005	0,001
91	8	0,004	0,005	-0,001	0,599	0,008	0,002	0,357	0,968	0,964	0,004	0,001
92	11	0,005	0,005	0,001	0,394	0,008	0,002	0,155	0,974	0,968	0,005	0,001
93	6	0,003	0,005	-0,002	1,182	0,008	0,001	1,390	0,976	0,973	0,003	0,002
94	8	0,004	0,005	-0,001	0,507	0,008	0,001	0,256	0,980	0,978	0,003	0,001
95	12	0,006	0,005	0,001	0,826	0,008	0,001	0,680	0,986	0,982	0,004	0,001
96	4	0,002	0,005	-0,003	1,757	0,008	0,001	3,074	0,988	0,987	0,001	0,003
97	7	0,003	0,004	-0,001	0,747	0,008	0,001	0,556	0,991	0,991	0,000	0,001
98	7	0,003	0,004	-0,001	0,720	0,007	0,001	0,516	0,995	0,996	0,001	0,001
99	11	0,005	0,004	0,001	0,637	0,007	0,001	0,405	1,000	1,000	0,000	0,001
N	2081			χ^2 Real				166,43	Supremo	0,016		MDA
				χ^2 Limite				112,02	K-S Limite	0,030		0,0022

Os dados também foram apresentados na forma gráfica:

Gráfico 47 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos para os preços totais de Confins



Conforme se observou na tabela e no gráfico anteriores, houve picos mais intensos nos dígitos 21, 23, 39, 59, 61, 72, 76 e 79 em relação às proporções da curva descendente da Lei NB.

Os resultados do Teste Z mostraram que, de um modo geral, rejeitamos a hipótese nula, ou seja, as proporções dos primeiros dígitos dos preços totais do Aeroporto de Confins destoaram da Lei NB.

O resultado do Teste Qui-Quadrado foi 166,43. Como os dois primeiros dígitos dos valores poderiam variar de 10 a 99, nesse caso foram 90 -1 graus de liberdade. O valor crítico para 89 de liberdade e 0,05 de significância é 112,02. Assim, como o valor calculado no teste excedeu o valor crítico, foi rejeitada a hipótese nula.

Para o Teste K-S, como N era 2081, o K-S crítico calculado foi 0,030. O valor supremo calculado foi 0,016, o qual não superou o valor crítico. Assim, não se rejeitou a hipótese nula.

O último teste aplicado foi o DMA. O valor encontrado para o Aeroporto de Confins foi 0,022, que estava na fronteira da conformidade marginal aceitável com a não conformidade.

Considerando todos os testes aplicados, pode-se afirmar que a planilha orçamentária do Aeroporto de Confins teve bom desempenho no Teste K-S e apresentou conformidade marginal no MDA para os dois primeiros dígitos dos preços totais, mas mostrou desconformidade no Teste Z e no Teste Qui-Quadrado.

2.2.2.4. Teste de Soma:

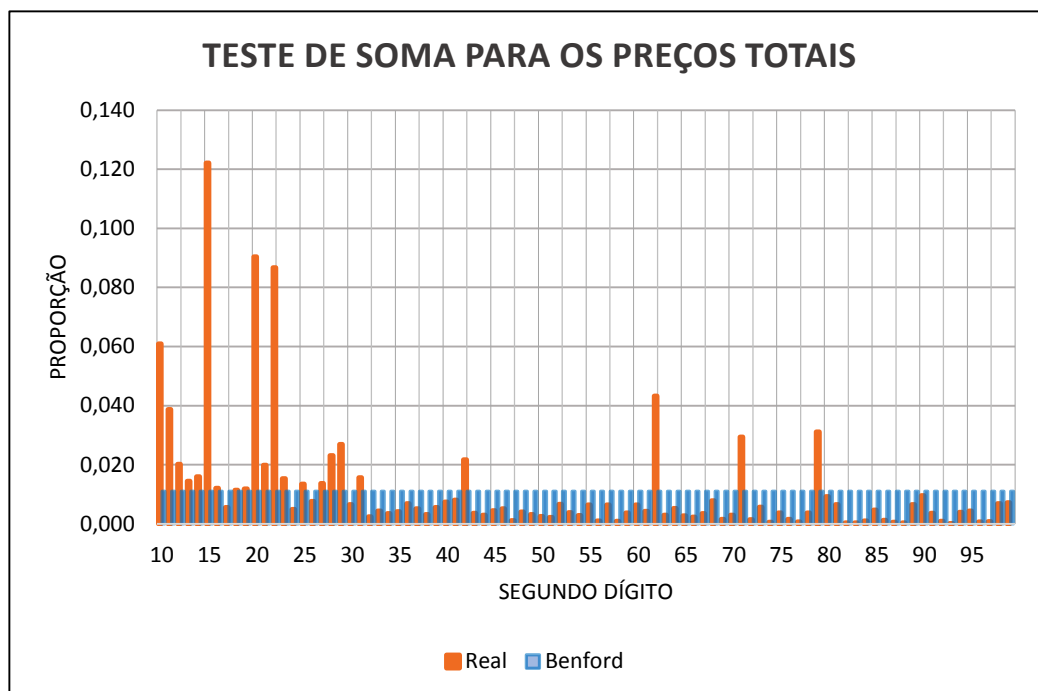
Os resultados estão ilustrados na tabela a seguir:

Tabela 77 – Teste de Soma para os preços totais de Confins

<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
<i>10</i>	17.954.753,01	0,061	0,011	0,050	<i>55</i>	1.888.615,98	0,006	0,011	-0,005
<i>11</i>	11.400.040,89	0,039	0,011	0,028	<i>56</i>	310.143,47	0,001	0,011	-0,010
<i>12</i>	5.938.715,62	0,020	0,011	0,009	<i>57</i>	1.882.596,99	0,006	0,011	-0,005
<i>13</i>	4.243.391,88	0,014	0,011	0,003	<i>58</i>	260.126,02	0,001	0,011	-0,010
<i>14</i>	4.720.576,11	0,016	0,011	0,005	<i>59</i>	1.092.586,79	0,004	0,011	-0,007
<i>15</i>	35.997.509,51	0,122	0,011	0,111	<i>60</i>	1.893.759,02	0,006	0,011	-0,005

<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
16	3.553.475,32	0,012	0,011	0,001	61	1.262.767,79	0,004	0,011	-0,007
17	1.629.096,81	0,006	0,011	-0,005	62	12.759.513,57	0,043	0,011	0,032
18	3.367.756,48	0,011	0,011	0,000	63	863.161,54	0,003	0,011	-0,008
19	3.490.624,80	0,012	0,011	0,001	64	1.528.770,59	0,005	0,011	-0,006
20	26.641.371,16	0,090	0,011	0,079	65	802.303,92	0,003	0,011	-0,008
21	5.870.070,91	0,020	0,011	0,009	66	690.425,74	0,002	0,011	-0,009
22	25.564.236,26	0,087	0,011	0,076	67	1.036.886,31	0,004	0,011	-0,007
23	4.510.248,28	0,015	0,011	0,004	68	2.308.601,84	0,008	0,011	-0,003
24	1.447.339,91	0,005	0,011	-0,006	69	451.734,36	0,002	0,011	-0,009
25	3.974.026,92	0,013	0,011	0,002	70	870.025,04	0,003	0,011	-0,008
26	2.249.661,40	0,008	0,011	-0,003	71	8.656.078,00	0,029	0,011	0,018
27	4.033.330,96	0,014	0,011	0,003	72	440.598,74	0,001	0,011	-0,010
28	6.801.977,59	0,023	0,011	0,012	73	1.666.527,66	0,006	0,011	-0,005
29	7.927.551,81	0,027	0,011	0,016	74	171.795,82	0,001	0,011	-0,010
30	1.938.406,51	0,007	0,011	-0,004	75	1.100.183,43	0,004	0,011	-0,007
31	4.603.245,66	0,016	0,011	0,005	76	463.804,62	0,002	0,011	-0,009
32	697.997,98	0,002	0,011	-0,009	77	193.020,58	0,001	0,011	-0,010
33	1.302.224,81	0,004	0,011	-0,007	78	1.095.882,16	0,004	0,011	-0,007
34	1.028.072,56	0,003	0,011	-0,008	79	9.175.340,37	0,031	0,011	0,020
35	1.226.748,25	0,004	0,011	-0,007	80	2.710.907,52	0,009	0,011	-0,002
36	2.033.289,83	0,007	0,011	-0,004	81	1.918.927,42	0,007	0,011	-0,004
37	1.511.731,05	0,005	0,011	-0,006	82	100.098,87	0,000	0,011	-0,011
38	930.439,46	0,003	0,011	-0,008	83	108.689,00	0,000	0,011	-0,011
39	1.630.744,74	0,006	0,011	-0,005	84	289.028,83	0,001	0,011	-0,010
40	2.166.410,49	0,007	0,011	-0,004	85	1.367.807,94	0,005	0,011	-0,006
41	2.389.527,92	0,008	0,011	-0,003	86	355.554,33	0,001	0,011	-0,010
42	6.391.540,45	0,022	0,011	0,011	87	158.109,72	0,001	0,011	-0,010
43	1.049.357,90	0,004	0,011	-0,007	88	114.843,38	0,000	0,011	-0,011
44	872.734,32	0,003	0,011	-0,008	89	1.929.961,63	0,007	0,011	-0,004
45	1.304.774,75	0,004	0,011	-0,007	90	2.833.069,06	0,010	0,011	-0,001
46	1.525.280,84	0,005	0,011	-0,006	91	1.051.317,99	0,004	0,011	-0,007
47	320.493,81	0,001	0,011	-0,010	92	258.909,99	0,001	0,011	-0,010
48	1.190.469,15	0,004	0,011	-0,007	93	29.977,90	0,000	0,011	-0,011
49	927.444,30	0,003	0,011	-0,008	94	1.151.931,70	0,004	0,011	-0,007
50	735.554,59	0,002	0,011	-0,009	95	1.277.598,83	0,004	0,011	-0,007
51	640.979,14	0,002	0,011	-0,009	96	204.277,00	0,001	0,011	-0,010
52	1.957.553,15	0,007	0,011	-0,004	97	226.142,68	0,001	0,011	-0,010
53	1.137.267,64	0,004	0,011	-0,007	98	2.010.965,17	0,007	0,011	-0,004
54	838.616,58	0,003	0,011	-0,008	99	2.131.029,61	0,007	0,011	-0,004
SOMA TOTAL					294.761.060,43				

Gráfico 48 – Teste de Soma para os preços totais de Confins



Conforme se observou na tabela e no gráfico, houve picos nos dois primeiros dígitos 10, 11, 15, 20, 22, 28, 29, 62, 71 e 79. Chamou a atenção a proporção encontrada para o dígito 15, que representou 12,2% do valor total da planilha.

Constatou-se, para esse teste, assim como no caso dos preços unitários, que os dados em nada se aproximavam de uma sequência de Benford.

2.2.2.5. Teste de Duplicação de Número

Para esse teste foi montado um *rank* com os 10 valores que mais se repetiam na planilha. A tabela e o gráfico são mostrados a seguir.

Tabela 78 – Teste de Duplicação de Número para os preços totais de Confins

TESTE DE DUPLICAÇÃO DE NÚMERO PREÇOS UNITÁRIOS		
Rank	Preço Unitário	Contagem
1	1.758,84	19
2	5.976,00	15
3	1.497,39	11
4	40.350,00	9
5	796,80	8
6	7.840,50	7
7	1.845,99	7
8	31.023,68	6
9	200.859,16	5
10	3.984,00	5

Nesse teste chamaram a atenção os dígitos dos seguintes valores que também tiveram grande destaque no Teste de Soma: 20 (0,079) e 79 (0,020). Esse dígitos demandariam uma investigação mais minuciosa por parte do auditor e teriam que compor a amostra de auditoria.

2.2.2.6. Teste de Segunda Ordem

Os resultados podem ser visualizados na tabela e no gráfico a seguir.

Tabela 79 – Teste de Segunda Ordem para os preços totais do Confins

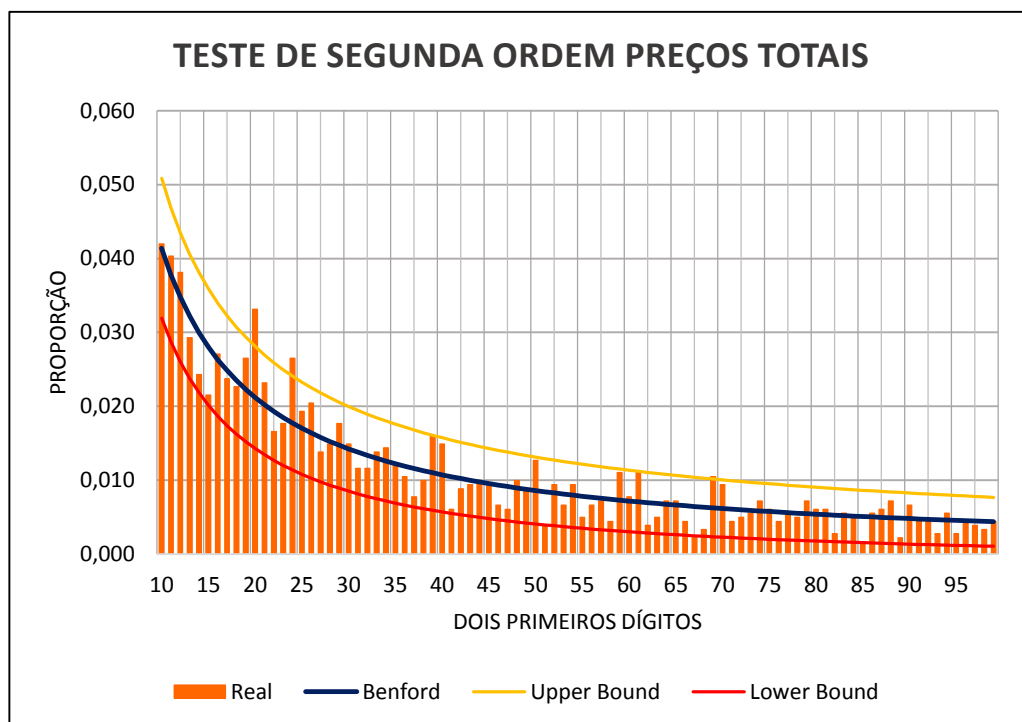
Dígito	Cont.	Real	Benford	Diferença	Teste-Z	Upper Bound	Lower Bound	QQ	K-S	DMA		
10	76	0,042	0,041	0,001	0,063	0,051	0,032	0,014	0,042	0,041	0,001	0,001
11	73	0,040	0,038	0,003	0,501	0,047	0,029	0,304	0,082	0,079	0,003	0,003
12	69	0,038	0,035	0,003	0,711	0,043	0,026	0,581	0,120	0,114	0,006	0,003
13	53	0,029	0,032	-0,003	0,637	0,041	0,024	0,479	0,150	0,146	0,004	0,003
14	44	0,024	0,030	-0,006	1,346	0,038	0,022	1,941	0,174	0,176	0,002	0,006
15	39	0,022	0,028	-0,006	1,603	0,036	0,020	2,725	0,195	0,204	0,009	0,006

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferen- ça</i>	<i>Teste- Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>
16	49	0,027	0,026	0,001	0,120	0,034	0,019	0,036	0,223	0,230	0,008	0,001
17	43	0,024	0,025	-0,001	0,220	0,032	0,017	0,085	0,246	0,255	0,009	0,001
18	41	0,023	0,023	-0,001	0,159	0,031	0,016	0,055	0,269	0,279	0,010	0,001
19	48	0,027	0,022	0,004	1,140	0,029	0,015	1,453	0,295	0,301	0,006	0,004
20	60	0,033	0,021	0,012	3,447	0,028	0,014	12,188	0,329	0,322	0,006	0,012
21	42	0,023	0,020	0,003	0,820	0,027	0,013	0,800	0,352	0,342	0,009	0,003
22	30	0,017	0,019	-0,003	0,762	0,026	0,013	0,704	0,368	0,362	0,007	0,003
23	32	0,018	0,018	-0,001	0,170	0,025	0,012	0,065	0,386	0,380	0,006	0,001
24	48	0,027	0,018	0,009	2,741	0,024	0,011	7,867	0,412	0,398	0,015	0,009
25	35	0,019	0,017	0,002	0,663	0,023	0,011	0,559	0,432	0,415	0,017	0,002
26	37	0,020	0,016	0,004	1,262	0,023	0,010	1,804	0,452	0,431	0,021	0,004
27	25	0,014	0,016	-0,002	0,585	0,022	0,010	0,454	0,466	0,447	0,019	0,002
28	27	0,015	0,015	0,000	0,019	0,021	0,009	0,013	0,481	0,462	0,019	0,000
29	32	0,018	0,015	0,003	0,944	0,021	0,009	1,068	0,499	0,477	0,021	0,003
30	27	0,015	0,014	0,001	0,141	0,020	0,009	0,057	0,514	0,491	0,022	0,001
31	21	0,012	0,014	-0,002	0,699	0,019	0,008	0,631	0,525	0,505	0,020	0,002
32	21	0,012	0,013	-0,002	0,553	0,019	0,008	0,424	0,537	0,519	0,018	0,002
33	25	0,014	0,013	0,001	0,212	0,018	0,007	0,098	0,551	0,531	0,019	0,001
34	26	0,014	0,013	0,002	0,569	0,018	0,007	0,449	0,565	0,544	0,021	0,002
35	22	0,012	0,012	0,000	-0,073	0,018	0,007	0,001	0,577	0,556	0,021	0,000
36	19	0,010	0,012	-0,001	0,444	0,017	0,007	0,302	0,588	0,568	0,019	0,001
37	14	0,008	0,012	-0,004	1,422	0,017	0,006	2,319	0,595	0,580	0,015	0,004
38	18	0,010	0,011	-0,001	0,429	0,016	0,006	0,289	0,605	0,591	0,014	0,001
39	29	0,016	0,011	0,005	1,935	0,016	0,006	4,147	0,621	0,602	0,019	0,005
40	27	0,015	0,011	0,004	1,615	0,016	0,006	2,958	0,636	0,613	0,023	0,004
41	11	0,006	0,010	-0,004	1,721	0,015	0,006	3,337	0,642	0,623	0,019	0,004
42	16	0,009	0,010	-0,001	0,469	0,015	0,005	0,340	0,651	0,633	0,018	0,001
43	17	0,009	0,010	-0,001	0,137	0,015	0,005	0,065	0,660	0,643	0,017	0,001
44	18	0,010	0,010	0,000	-0,042	0,015	0,005	0,006	0,670	0,653	0,017	0,000
45	17	0,009	0,010	0,000	-0,052	0,014	0,005	0,005	0,680	0,663	0,017	0,000
46	12	0,007	0,009	-0,003	1,078	0,014	0,005	1,428	0,686	0,672	0,014	0,003
47	11	0,006	0,009	-0,003	1,249	0,014	0,004	1,866	0,692	0,681	0,011	0,003
48	18	0,010	0,009	0,001	0,320	0,014	0,004	0,196	0,702	0,690	0,012	0,001
49	16	0,009	0,009	0,000	-0,098	0,013	0,004	0,001	0,711	0,699	0,012	0,000
50	23	0,013	0,009	0,004	1,762	0,013	0,004	3,540	0,724	0,708	0,016	0,004
51	7	0,004	0,008	-0,005	1,997	0,013	0,004	4,481	0,728	0,716	0,012	0,005
52	17	0,009	0,008	0,001	0,394	0,013	0,004	0,272	0,737	0,724	0,013	0,001
53	12	0,007	0,008	-0,001	0,577	0,013	0,004	0,496	0,744	0,732	0,011	0,001
54	17	0,009	0,008	0,001	0,547	0,012	0,004	0,457	0,753	0,740	0,013	0,001
55	9	0,005	0,008	-0,003	1,246	0,012	0,003	1,887	0,758	0,748	0,010	0,003
56	12	0,007	0,008	-0,001	0,382	0,012	0,003	0,265	0,765	0,756	0,009	0,001
57	13	0,007	0,008	0,000	0,049	0,012	0,003	0,034	0,772	0,763	0,009	0,000
58	8	0,004	0,007	-0,003	1,354	0,012	0,003	2,205	0,776	0,771	0,006	0,003
59	20	0,011	0,007	0,004	1,734	0,011	0,003	3,479	0,787	0,778	0,009	0,004
60	14	0,008	0,007	0,001	0,139	0,011	0,003	0,077	0,795	0,785	0,010	0,001
61	20	0,011	0,007	0,004	1,883	0,011	0,003	4,066	0,806	0,792	0,014	0,004
62	7	0,004	0,007	-0,003	1,438	0,011	0,003	2,478	0,810	0,799	0,011	0,003
63	9	0,005	0,007	-0,002	0,823	0,011	0,003	0,926	0,815	0,806	0,009	0,002
64	13	0,007	0,007	0,000	0,088	0,011	0,003	0,053	0,822	0,813	0,009	0,000
65	13	0,007	0,007	0,001	0,142	0,011	0,003	0,082	0,829	0,820	0,010	0,001
66	8	0,004	0,007	-0,002	0,971	0,011	0,003	1,239	0,834	0,826	0,008	0,002
67	4	0,002	0,006	-0,004	2,102	0,010	0,002	5,025	0,836	0,833	0,003	0,004

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>MDA</i>
68	6	0,003	0,006	-0,003	1,475	0,010	0,002	2,617	0,839	0,839	0,000	0,003
69	19	0,010	0,006	0,004	2,142	0,010	0,002	5,216	0,850	0,845	0,005	0,004
70	17	0,009	0,006	0,003	1,605	0,010	0,002	3,061	0,859	0,851	0,008	0,003
71	8	0,004	0,006	-0,002	0,756	0,010	0,002	0,818	0,864	0,857	0,006	0,002
72	9	0,005	0,006	-0,001	0,411	0,010	0,002	0,315	0,869	0,863	0,005	0,001
73	10	0,006	0,006	0,000	0,062	0,010	0,002	0,046	0,874	0,869	0,005	0,000
74	13	0,007	0,006	0,001	0,600	0,010	0,002	0,565	0,881	0,875	0,006	0,001
75	11	0,006	0,006	0,000	0,026	0,010	0,002	0,033	0,887	0,881	0,007	0,000
76	8	0,004	0,006	-0,001	0,557	0,009	0,002	0,506	0,892	0,886	0,005	0,001
77	10	0,006	0,006	0,000	-0,111	0,009	0,002	0,002	0,897	0,892	0,005	0,000
78	9	0,005	0,006	-0,001	0,165	0,009	0,002	0,104	0,902	0,898	0,005	0,001
79	13	0,007	0,005	0,002	0,831	0,009	0,002	0,976	0,909	0,903	0,006	0,002
80	11	0,006	0,005	0,001	0,234	0,009	0,002	0,155	0,916	0,908	0,007	0,001
81	11	0,006	0,005	0,001	0,274	0,009	0,002	0,189	0,922	0,914	0,008	0,001
82	5	0,003	0,005	-0,003	1,310	0,009	0,002	2,156	0,924	0,919	0,005	0,003
83	10	0,006	0,005	0,000	0,026	0,009	0,002	0,036	0,930	0,924	0,006	0,000
84	9	0,005	0,005	0,000	-0,063	0,009	0,002	0,010	0,935	0,929	0,005	0,000
85	3	0,002	0,005	-0,003	1,884	0,009	0,002	4,177	0,936	0,934	0,002	0,003
86	10	0,006	0,005	0,001	0,135	0,009	0,001	0,091	0,942	0,940	0,003	0,001
87	11	0,006	0,005	0,001	0,505	0,008	0,001	0,450	0,948	0,944	0,004	0,001
88	13	0,007	0,005	0,002	1,215	0,008	0,001	1,903	0,955	0,949	0,006	0,002
89	4	0,002	0,005	-0,003	1,450	0,008	0,001	2,609	0,957	0,954	0,003	0,003
90	12	0,007	0,005	0,002	0,955	0,008	0,001	1,260	0,964	0,959	0,005	0,002
91	8	0,004	0,005	0,000	0,033	0,008	0,001	0,041	0,969	0,964	0,005	0,000
92	8	0,004	0,005	0,000	0,001	0,008	0,001	0,030	0,973	0,968	0,004	0,000
93	5	0,003	0,005	-0,002	1,006	0,008	0,001	1,384	0,976	0,973	0,003	0,002
94	10	0,006	0,005	0,001	0,409	0,008	0,001	0,338	0,981	0,978	0,004	0,001
95	5	0,003	0,005	-0,002	0,955	0,008	0,001	1,271	0,984	0,982	0,002	0,002
96	8	0,004	0,005	0,000	-0,123	0,008	0,001	0,003	0,988	0,987	0,002	0,000
97	7	0,004	0,004	-0,001	0,200	0,008	0,001	0,141	0,992	0,991	0,001	0,001
98	6	0,003	0,004	-0,001	0,527	0,008	0,001	0,493	0,996	0,996	0,000	0,001
99	8	0,004	0,004	0,000	-0,144	0,008	0,001	0,001	1,000	1,000	0,000	0,000
<i>N</i>	<i>1811</i>				χ^2 <i>Real</i>			<i>114,17</i>	<i>Supremo</i>	<i>0,023</i>		<i>MDA</i>
					χ^2 <i>Limite</i>			<i>112,02</i>	<i>K-S Limite</i>	<i>0,032</i>		<i>0,0021</i>

Mesmo se não fossem seguidas as diretrizes de Nigrini, que preceitua que a análise deve adotar fronteiras mais liberais para esse teste em função da distribuição obtida ser usualmente *quase Benford*, considerar-se-ia que esses dados se conformavam com a Lei em tela. Todos os testes estatísticos, com exceção do Teste Qui-Quadrado (por muito pouco), surpreendentemente, não rejeitaram a hipótese nula que afirma a conformidade com a distribuição de Benford.

Gráfico 49 – Teste de Segunda Ordem para os preços totais de Confins



2.2.2.7. Teste dos Dois Últimos Dígitos

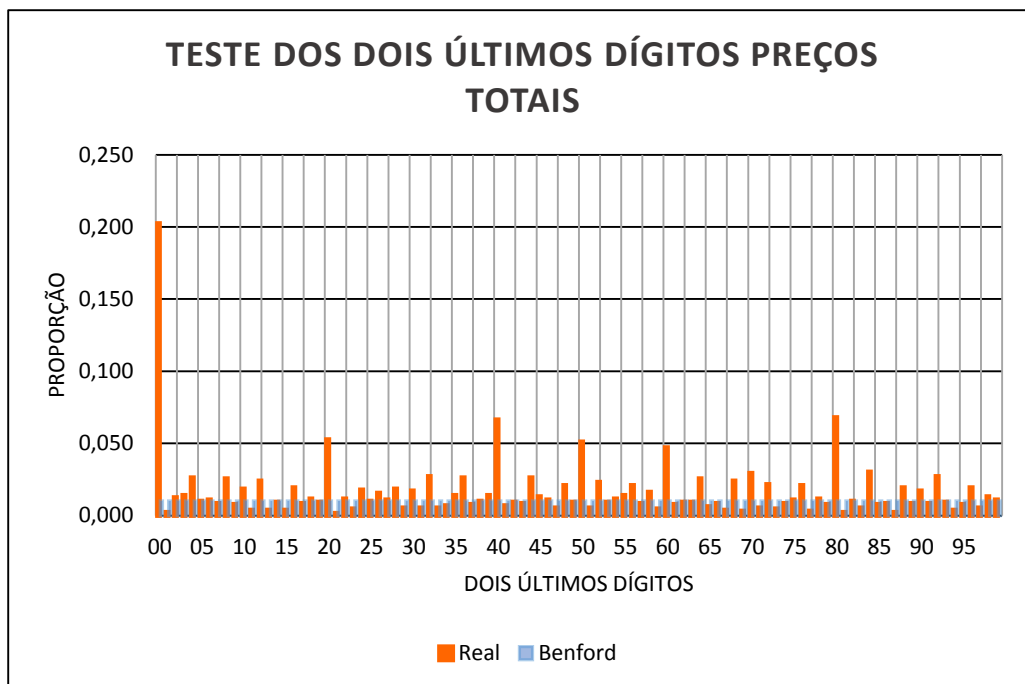
Esse teste identifica duplicações anormais no lado direito dos números em um banco de dados. Picos no gráfico das frequências dos dois últimos dígitos podem indicar erros, números fictícios, ou arredondamento excessivo. Os resultados estão apresentados em tabela e na forma gráfica, conforme se observa a seguir.

Tabela 80 – Teste dos Dois Últimos Dígitos para os preços totais de Confins

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
<i>00</i>	262	0,202	0,010	0,192	<i>50</i>	66	0,051	0,010	0,041
<i>01</i>	3	0,002	0,010	-0,008	<i>51</i>	7	0,005	0,010	-0,005
<i>02</i>	16	0,012	0,010	0,002	<i>52</i>	30	0,023	0,010	0,013
<i>03</i>	18	0,014	0,010	0,004	<i>53</i>	12	0,009	0,010	-0,001
<i>04</i>	34	0,026	0,010	0,016	<i>54</i>	15	0,012	0,010	0,002
<i>05</i>	13	0,010	0,010	0,000	<i>55</i>	18	0,014	0,010	0,004
<i>06</i>	14	0,011	0,010	0,001	<i>56</i>	27	0,021	0,010	0,011

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
07	11	0,008	0,010	-0,002	57	11	0,008	0,010	-0,002
08	33	0,025	0,010	0,015	58	21	0,016	0,010	0,006
09	10	0,008	0,010	-0,002	59	6	0,005	0,010	-0,005
10	24	0,019	0,010	0,009	60	61	0,047	0,010	0,037
11	5	0,004	0,010	-0,006	61	10	0,008	0,010	-0,002
12	31	0,024	0,010	0,014	62	12	0,009	0,010	-0,001
13	5	0,004	0,010	-0,006	63	12	0,009	0,010	-0,001
14	12	0,009	0,010	-0,001	64	33	0,025	0,010	0,015
15	5	0,004	0,010	-0,006	65	8	0,006	0,010	-0,004
16	25	0,019	0,010	0,009	66	11	0,008	0,010	-0,002
17	11	0,008	0,010	-0,002	67	5	0,004	0,010	-0,006
18	15	0,012	0,010	0,002	68	31	0,024	0,010	0,014
19	12	0,009	0,010	-0,001	69	4	0,003	0,010	-0,007
20	68	0,053	0,010	0,043	70	38	0,029	0,010	0,019
21	2	0,002	0,010	-0,008	71	7	0,005	0,010	-0,005
22	15	0,012	0,010	0,002	72	28	0,022	0,010	0,012
23	6	0,005	0,010	-0,005	73	6	0,005	0,010	-0,005
24	23	0,018	0,010	0,008	74	11	0,008	0,010	-0,002
25	13	0,010	0,010	0,000	75	14	0,011	0,010	0,001
26	20	0,015	0,010	0,005	76	27	0,021	0,010	0,011
27	14	0,011	0,010	0,001	77	4	0,003	0,010	-0,007
28	24	0,019	0,010	0,009	78	15	0,012	0,010	0,002
29	7	0,005	0,010	-0,005	79	10	0,008	0,010	-0,002
30	22	0,017	0,010	0,007	80	88	0,068	0,010	0,058
31	7	0,005	0,010	-0,005	81	3	0,002	0,010	-0,008
32	35	0,027	0,010	0,017	82	13	0,010	0,010	0,000
33	7	0,005	0,010	-0,005	83	7	0,005	0,010	-0,005
34	9	0,007	0,010	-0,003	84	39	0,030	0,010	0,020
35	18	0,014	0,010	0,004	85	10	0,008	0,010	-0,002
36	34	0,026	0,010	0,016	86	11	0,008	0,010	-0,002
37	10	0,008	0,010	-0,002	87	3	0,002	0,010	-0,008
38	13	0,010	0,010	0,000	88	25	0,019	0,010	0,009
39	18	0,014	0,010	0,004	89	11	0,008	0,010	-0,002
40	86	0,066	0,010	0,056	90	22	0,017	0,010	0,007
41	9	0,007	0,010	-0,003	91	11	0,008	0,010	-0,002
42	12	0,009	0,010	-0,001	92	35	0,027	0,010	0,017
43	11	0,008	0,010	-0,002	93	12	0,009	0,010	-0,001
44	34	0,026	0,010	0,016	94	5	0,004	0,010	-0,006
45	17	0,013	0,010	0,003	95	10	0,008	0,010	-0,002
46	14	0,011	0,010	0,001	96	25	0,019	0,010	0,009
47	7	0,005	0,010	-0,005	97	7	0,005	0,010	-0,005
48	27	0,021	0,010	0,011	98	17	0,013	0,010	0,003
49	12	0,009	0,010	-0,001	99	14	0,011	0,010	0,001

Gráfico 50 – Teste dos Dois Últimos Dígitos para os preços totais de Confins



No gráfico consegue-se visualizar melhor o conjunto e se nota que os dígitos 00 prevaleceram em relação aos demais. Também se percebem picos na maioria dos dígitos múltiplos de 10. Como os dados se referem a preços de mercado, é natural que prevaleçam valores arredondados em relação a valores quebrados.

2.2.2.8. Modelo Fator de Distorção

O Modelo Fator de Distorção visa a verificar se os dados foram super ou subestimados após manipulados, e dá a extensão da distorção.

Tabela 81 – Modelo Fator de Distorção para os preços totais de Confins

MODELO FATOR DE DISTORÇÃO VALORES UNITÁRIOS		
Média real	Fator de Distorção	Z Estatístico
39,0338	-0,0008	-0,0568
Média esperada	Desvio Padrão	
39,0649	0,014	

Os resultados mostram que a média real foi inferior à média esperada, o que sugere uma subestimação dos dados. Todavia, o Z Estatístico não superou 1,96, o que indica que a discrepância encontrada não foi significativa em um nível de 0,05. A média real se aproximou bastante da média esperada e o fator de distorção foi desprezível.

2.2.2.9. Base Logarítmica da Lei de Benford

O objetivo desse teste foi verificar se as mantissas dos logaritmos dos dados eram uniformemente distribuídas ao longo do intervalo de $[0,1)$, atendendo a uma propriedade da Lei de Benford.

Para testar essa propriedade das mantissas, utilizou-se a regressão linear, em que se testou o intercepto, a inclinação e o R-Quadrado. A variável y é o conjunto das mantissas ordenadas e a variável x é o rank $(1, 2, 3, \dots, N)$.

Gráfico 51 – Distribuição das mantissas dos logaritmos dos preços totais de Confins

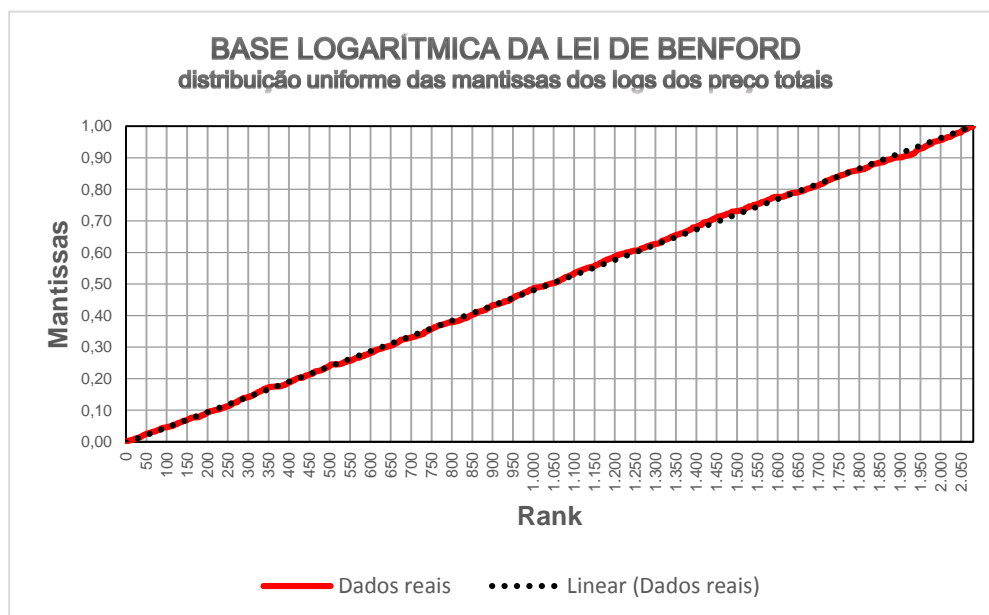


Tabela 82 – Regressão linear (preços totais - Confins)

BASE LOGARÍTMICA DA LEI DE BENFORD CUSTOS TOTAIS - REGRESSÃO LINEAR				
	R²	INCLINAÇÃO	INTERCEPTO	EQUAÇÃO
Real	0,999594461	0,00048248	-0,002625272	$y = 0,000482x - 0,0026$
Esperado	1	0,00048054	0	$y = 0,000480x$

Conforme observado na tabela e no gráfico, os resultados comprovaram que as mantissas dos logaritmos dos preços totais se distribuíam uniformemente formando quase uma linha reta.

2.2.2.10. Mantissa Arc Test

Os resultados do teste em questão foram apresentados na tabela e no gráfico seguintes.

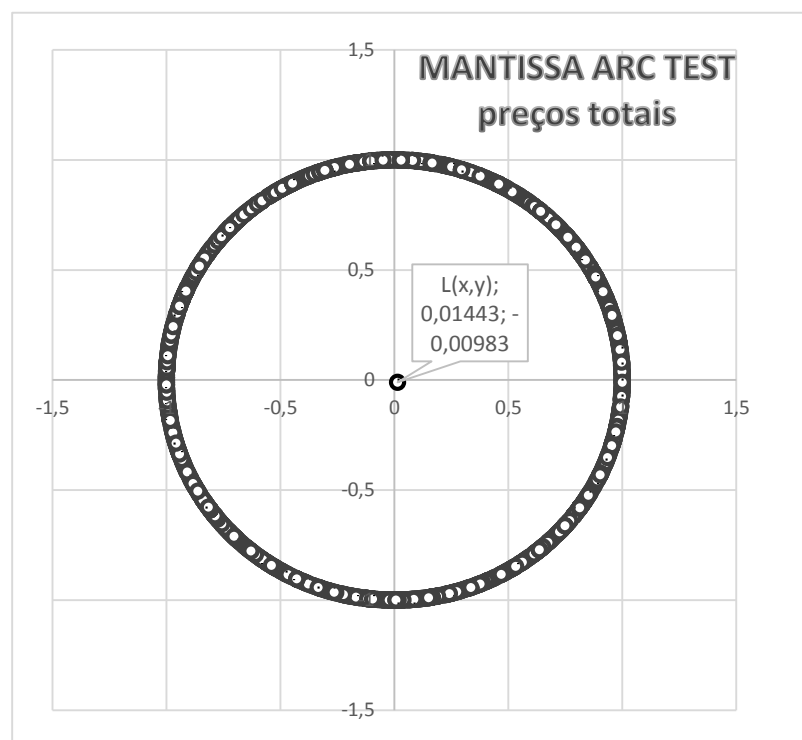
Tabela 83 – Mantissa Arc Test preços totais - Confins

MANTISSA ARC TEST PREÇOS TOTAIS	
Lx	0,01443
Ly	-0,00983
L²	0,00030
P-VALOR	0,46988
P-VALOR (adaptado)	0,00389

Como se pode observar, os pontos Lx e Ly , que representam o centro de gravidade da distribuição das mantissas, aproximaram-se bastante do ponto (0,00;0,00). O p-valor superou o limite de 0,05, mas, se fosse adotado o termo

$\sqrt[3]{N}$ no lugar de N no cálculo ($p\text{-valor} = 1 - e^{-L^{\lambda N}}$), como sugerido por Nigrini (2012), obter-se-ia 0,00389.

Gráfico 52 – Mantissa Arc Test preços totais - Confins



2.3. Confronto entre as duas análises:

2.3.1 Preços unitários:

Os resultados dos Testes Primários apontaram para os dígitos 15, 17, 18, 39, 55, 59, 64, 76, 79, 90 e 99.

Já o Teste de Soma identificou valores excessivos para as proporções do 17, 20, 21, 28, 29, 31, 38, 47, 51, 79, 85 e 92.

O Teste de Duplicação de Número apontou valores com os dígitos 13, 14, 15, 17, 39, 55, 59 e 90.

Todos os dígitos identificados no Teste de Duplicação de Número, à exceção do 13 e do 14, foram identificados em algum dos outros dois testes.

Percebeu-se que os dígitos 17 e 79 foram apontados nos Testes Primários e no Teste de Soma como excessivos e, por isso, possuíam maior risco de estarem superestimados. O dígito 17 também foi identificado pelo Teste de Duplicação de Número.

Para uma auditoria, seria recomendável uma análise a priori dos valores contendo os dois primeiros dígitos 17 e 79, para depois se examinar o restante.

Ao se confrontarem os dígitos 17 e 79 com os ajustes promovidos pela Infraero, obteve-se o seguinte resultado:

Tabela 84- Dígitos de valores que sofreram redução (17 e 79) – preços unitários Confins.

Dígitos	Item	Descrição	Preço Unitário	Ajustes Infraero
17	03.01.600.05	Pintura em hidrofugante à base de silicone - A + Pintura em hidrofugante à base de silicone (8) - B	17,60	676.100,79
	03.01.430.01	Calhas de aço zincado, com tratamento intermediário com tinta de aderência tipo galvit e pintura a base de esmalte sintético na cor branca.	178,47	217.368,12
79	02.02.100.02	Administração local e manutenção do canteiro	798.817,62	3.751.114,36
	10.04.100.05.01	Carrossel de embarque de bagagens, equipado com dispositivos transportadores de bagagens completo, com acessórios elétricos, (...)	798.691,25	1.843.934,76
			Total	6.488.518,03

Observou-se que quatro itens da Curva ABC possuíam os dois primeiros dígitos dos preços unitários 17 ou 79, e que o somatório dos ajustes efetuados pela Infraero para esses serviços foi R\$ 6.488.518,03.

Ressaltou-se que o item Administração Local e Manutenção do Canteiro representava o serviço mais caro da obra (valor total = R\$ 22.366.893,36). Seus primeiros dígitos 7 e 9, além de terem sido identificados pelo Teste de Soma

como materialmente relevantes, foram apontados pelo Teste dos Dois Primeiros Dígitos como excessivamente frequentes na planilha.

Após o exame dos dois primeiros dígitos mais críticos, procedeu-se à análise dos demais.

Tabela 85- Outros dígitos de valores que sofreram redução – preços unitários Confins.

Dígitos	Item	Descrição	Preço unitário	Ajustes Infraero
15	07.04.110.01 + 07.04.110.02	Cabo elétrico de força de média tensão 8,7/15kV, unipolar, fio de cobre nu, tempera mole, encordoamento classe 2, isolamento em composto termofixo de borracha EPR, (...)	158,26	160.128,00
20	02.02.100.03	Controle Tecnológico	20.654,55	578.327,40
21	10.04.100.03.01	Conjunto de esteiras transportadoras de ligação (EL) completas, com acessórios elétricos, eletrônicos e mecânicos, com comprimento, acabamento lateral e guarda-malas, conforme especificações técnicas e desenhos de projeto, com comprimento variado de acordo com o projeto executivo.	2.117.621,31	1.902.676,16
	10.04.100.02.01	Conjunto de esteiras de bagagens coletoras (EC) completas, com acessórios elétricos, eletrônicos e mecânicos, com comprimento, acabamento lateral e guarda-malas, conforme especificações técnicas e desenhos do projeto, com comprimento de 27 metros.	214.510,62	148.738,92
	02.02.100.01 + 02.02.100.04	Mobilização de pessoal e equipamentos + Desmobilização de pessoal e equipamentos	212.422,88	16.620,96
28	02.01.100: 02.01.100.01 a 02.01.100.10	Edificações de madeira, em painéis modulados, conforme projeto específico (Fornecimento e Execução)	2.827.694,35	725.892,14
29	10.06.100.01	Pontes de Embarque Doméstico (P01, P02, P03, P04, P05, P06 e P07), modelo Apron drive composto de um túnel telescópico, cujo comprimento da passarela (ou túnel) (...)	2.960.400,00	9.547.397,07
31	10.06.100.02	Pontes de Embarque Internacional (P08 e P09), modelo Apron drive composto de um túnel telescópico, cujo comprimento da passarela (ou túnel) estendida é de 20,3m e da passarela retraída de 14,3m; e altura mínima e máxima de serviço de 2,1m / 5,31m respectivamente, (...).	3.145.425,00	3.097.877,73

Dígitos	Item	Descrição	Preço unitário	Ajustes Infraero
	03.01.340.02	Guarda-corpo em vidro laminado incolor 20mm, dois vidros de 10mm cada, aderidos entre si por um filme de polivinil Butiral – PVB não encaixilhado, fixado diretamente sobre o piso através de perfil metálico com corrimão duplo em aço inoxidável polido	3.137,57	880.664,96
39	10.01.200.09	Tubulação em Aço Carbono Preto sem costura ASTM A-53 grau B Schedule 40- Dimensão ø 4"	393,44	391.659,84
	360.078,01	Corrimão de escada em perfis tubulares de aço inox com secção de 2", fixados na alvenaria por meio de apoios em chapa de aço SAC 41 e=3mm conforme indicado em projeto.	398,11	203.380,88
47	10.04.200.02.01	Os carrosséis de restituição de bagagens (CR), são constituídas por placas de formato "meia-lua", acabamento lateral, guarda-malas e perímetros, conforme especificações técnicas e desenhos do projeto (...)	470.810,91	324.170,34
51	03.01.230.02.05 + 03.01.230.02.07	CF06 e CF08 - 12,00 x 4,28 m (Caixilho fixo Structural Glazing ou Pele de Vidro, composto de perfis internos de alumínio com acabamento anodizado e vidro laminado incolor 10mm (*))	51.833,61	436.187,54
55	10.01.200.08	Tubulação em Aço Carbono Preto sem costura ASTM A-53 grau B Schedule 40- Dimensão ø 5"	554,85	380.575,56
85	03.01.240.01.02	CF10 - 16,51 x 8,84 + 24,73 x 8,84 + 9,51 x 8,84 m (Sistema de fechamento vertical tipo Spider Glass em aço galvanizado e pintado na cor branca, vidro liso laminado incolor, espessura = 10mm com aplicação de film externo de controle solar e de calor)	853.834,36	573.978,46
92	10.05.100.02	Escadas rolantes: ER-09 e ER-10; largura dos degraus com 1,00m; desnível de 6,36m; velocidade de 0,5m/s; ângulo de inclinação de 30 e capacidade máxima de 9.000 pax/h. Referência: Atlas Schindler ou equivalente técnico.	925.125,00	757.044,50
			Total	20.125.320,46

Com base na tabela, identificaram-se mais 17 itens da Curva ABC, que tiveram seus preços reduzidos. Somente para os dois primeiros dígitos 18, 38, 59, 64, 76, 90 e 99 não foram efetuados ajustes pela Infraero.

Ressalta-se que a Corte de Contas analisou apenas 48,56% da planilha orçamentária inicial do Aeroporto de Confins, que representava somente 44,67% do orçamento após os ajustes nos preços. O restante dos serviços, os quais não

foram questionados e representavam mais da metade do valor total da obra, poderiam conter itens com sobrepreço.

Somando-se os ajustes nos preços das tabelas anteriores, encontrou-se o valor de R\$ 26.613.838,49, que representava 48,16% do total das reduções no orçamento promovidas pela Infraero.

2.3.2 Preços totais:

Os resultados dos Testes Primários apontaram para os dígitos 21, 23, 39, 59, 61, 72, 76 e 79.

Já o Teste de Soma identificou valores excessivos para as proporções dos dois primeiros dígitos 10, 11, 15, 20, 22, 28, 29, 42, 62, 71 e 79.

O Teste de Duplicação de Número apontou valores com os dígitos 14, 17, 18, 20, 31, 39, 40, 59, 78 e 79. Chamaram a atenção os dígitos 20 e 79, os quais tiveram grande destaque no Teste de Soma.

O Teste de Soma é mais efetivo para os preços totais, uma vez que mostra a magnitude da soma de todos os valores com determinados primeiros dígitos em relação ao valor total da planilha. Isso não acontece com os preços unitários, que podem não ser identificados pelo Teste de Soma quando muito baixos, mas, que podem, quando multiplicados pela quantidade, resultar em preços totais bastante relevantes. Serviços com baixos preços unitários podem compor a Curva ABC.

Na análise dos preços totais coincidiram apenas os dois primeiros dígitos 79 nos Testes Primários, no Teste de Soma e no Teste de Duplicação de Número. O serviço que possuía tais características era o 03.01.260.01 - Caixilho especial e antichama (...), que foi suprimido do orçamento pela Infraero, resultando em uma diminuição do valor do contrato em pelo menos sete milhões de reais.

Observando os dois primeiros dígitos 39, 59, 61, 72 e 76 notou-se que eles foram muito frequentes na planilha, mas não possuíam soma elevada. A amostra dos dois primeiros dígitos 39, por exemplo, era composta por 34 itens,

cuja soma resultava em R\$ 1.630.744,74 (0,6% da planilha). Já a amostra dos dígitos 59 era composta por 32 itens, cuja soma era apenas R\$ 1.092.586,79 (0,4% da planilha). Dessa maneira, em uma análise expedita inicial, tais dígitos poderiam ser descartados, pois compunham amostras grandes que possuíam baixa materialidade em relação ao valor contratual.

Ao se confrontarem os dígitos selecionados pelos testes com as reduções no orçamento promovidas pela Infraero, obteve-se o seguinte resultado:

Tabela 86- Dígitos de valores que sofreram redução – preços totais Confinis

Dígitos	Item	Descrição	Quant.	Preço Unitário	Preço Total	Ajuste Infraero
11	10.01.200.06	Tubulação em Aço Carbono Preto sem costura ASTM A-53 grau B Schedule 40- Dimensão ø 8"	1.100,00	1.084,43	1.192.873,00	679.569,00
	10.01.610.03	Chapa de aço galvanizada #22 (Rede de dutos)	36.198,00	32,86	1.189.466,28	576.996,12
	03.01.120.01.01	Painel divisória em alumínio anodizado na cor natural com vidro em composição com painéis em alumínio com madeira. (...).	2.377,34	482,44	1.146.923,91	914.443,83
	03.01.600.05	Pintura em hidrofugante à base de silicone	67.766,00	17,60	1.192.681,60	651.231,26
15	03.01.510.04.01 + 03.01.510.04.02	Piso em granito branco polar, placas de 40 x 40cm, acabamentos polido/levigado, espessura 2cm	36.463,40	435,21	15.869.236,31	8.582.755,09
20	10.06.100.01	Pontes de Embarque Doméstico (P01, P02, P03, P04, P05, P06 e P07), (...)	7,00	2.960.400,00	20.722.800,00	9.547.397,07
	03.01.340.02	Guarda-corpo em vidro laminado incolor 20mm, dois vidros de 10mm cada, (...)	643,91	3.137,57	2.020.312,70	880.664,96
21	10.01.610.02	Chapa de aço galvanizada #24 (Rede de dutos)	62.015,00	34,08	2.113.471,20	1.031.309,45
	02.02.100.01	Mobilização de pessoal e equipamentos	1,0	212.422,88	212.422,88	8.310,48
	02.02.100.04	Desmobilização de pessoal e equipamentos	1,0	212.422,88	212.422,88	8.310,48
22	02.02.100.02	Administração local e manutenção do canteiro	28,00	798.817,62	22.366.893,36	3.751.114,36
28	02.01.100: 02.01.100.01 a 02.01.100.10	Edificações de madeira, em painéis modulados, conforme projeto específico (Fornecimento e Execução)	1,0	2.827.694,35	2.827.694,35	725.892,14
	03.01.230.02.16	CF23 - 13,71 x 4,28 m (Caixilho fixo Structural Glazing ou Pele de Vidro, composto de perfis internos de alumínio com acabamento anodizado e vidro laminado incolor 10mm (*))	7,0	40.024,99	280.174,93	155.108,24

Dígitos	Item	Descrição	Quant.	Preço Unitário	Preço Total	Ajuste Infraero
29	10.04.200.01.01	Carrosséis de restituição de bagagens - desembarque doméstico: (...).	6,0	498.087,92	2.988.527,52	1.049.008,62
42	10.04.100.03.01	Conjunto de esteiras transportadoras de ligação (EL) completas, com acessórios elétricos, eletrônicos e mecânicos, (...)	2,0	2.117.621,31	4.235.242,62	1.902.676,16
62	10.06.100.02	Pontes de Embarque Internacional (P08 e P09), modelo Apron drive composto de um túnel telescópico, cujo comprimento da passarela (ou túnel) (...).	2,0	3.145.425,00	6.290.850,00	3.097.877,73
71	10.05.100.01	Escadas rolantes: ER-01, ER-02, ER-03, ER-04, ER-05, ER-06, ER-07 e ER-08; largura dos degraus com 1,00m; desnível de 5,49m; velocidade de 0,5m/s(...)	8,0	888.120,00	7.104.960,00	3.831.126,32
79	03.01.260.01	Caixilho especial e antichama em aço inox a prova de fogo, com isoladores e materiais intumescentes, (...)	493,95	16.155,42	7.979.969,71	7.979.969,71
					Total	45.373.761,03

Com base na tabela anterior, identificaram-se 18 itens da Curva ABC que sofreram redução nos preços, em função dos ajustes promovidos no orçamento pela Infraero. Somente para os dois primeiros dígitos 10 e 23 não se encontraram serviços ajustados. O somatório das reduções enumeradas na última coluna da Tabela foi R\$ 45.373.761,03, que representava 82,11% do total das reduções nos preços (desconsideradas as variações nas quantidades).

Contudo, cabe ressaltar mais uma vez que a Corte de Contas analisou apenas 48,56% da planilha orçamentária inicial do Aeroporto de Confins, que representava somente 44,67% do orçamento após os ajustes nos preços. O restante dos serviços, os quais não foram questionados e representavam mais da metade do valor total da obra, poderiam conter itens com sobrepreço.

2.4. Conclusão:

O orçamento da reforma do Aeroporto de Confins em Minas Gerais, analisado no trabalho em tela, totalizava R\$ 294.756.117,22 (valor inicial do edital, a preços de setembro de 2010).

No decurso de uma fiscalização do TCU na Infraero, foi recebida uma denúncia acerca de supostas irregularidades no edital de licitação da obra de Confins. A Corte de Contas, após exame da unidade técnica responsável, apurou, dentre outras irregularidades, um sobrepreço de 47,35%, em amostra de 48,56% do orçamento, acima em R\$ 45.988.657,61 dos preços de referência.

Foi, então, suspenso cautelarmente o certame e promovida a oitava da Infraero. Para dar seguimento à licitação, a estatal efetuou reduções na planilha orçamentária inicial e saneou as demais irregularidades atinentes ao instrumento convocatório.

Os testes da Lei NB realizados foram aplicados aos custos unitários e aos custos totais e consistiram: no Teste do Primeiro Dígito, Teste do Segundo Dígito, Teste dos Dois Primeiros Dígitos, Teste de Soma, Teste de Duplicação de Número, Teste de Segunda Ordem, Teste dos Dois Últimos Dígitos, Modelo Fator de Distorção, Base Logarítmica da Lei de Benford e Mantissa Arc Test.

Além disso, para se determinar o valor crítico até o qual os resultados das análises estariam em conformidade com a Lei NB, foram realizados os seguintes testes estatísticos: Teste Z, Qui-Quadrado, Kolmogorov-Smirnoff e Média dos Desvios Absolutos.

O Testes Primários apontaram uma conformidade aceitável dos primeiros dígitos preços unitários e mostraram uma desconformidade para os segundos dígitos e para os dois primeiros dígitos avaliados conjuntamente.

Os preços totais se mostraram mais aderentes à distribuição da Lei de Benford do que os preços unitários, pois, de um modo geral, apresentaram uma conformidade aceitável nos Testes Primários.

Na análise dos dígitos dos preços unitários de forma individualizada, os dígitos 17 e 79 foram detectados no Teste dos Dois Primeiros Dígitos e no Teste

de Soma. Constataram em quatro itens da Curva ABC, incluindo o serviço de maior valor da planilha, Administração Local e Manutenção do Canteiro (valor total = R\$ 22.366.893,36). As reduções efetuadas pela Infraero nesses itens somaram R\$ 6.488.518,03, incluso o BDI.

Além disso, foram identificados mais 17 serviços da Curva ABC que sofreram reduções nos preços. Somando-se todos os ajustes efetuados nos itens, cujos primeiros dígitos foram identificados nos testes da Lei NB, encontrou-se o valor de R\$ 26.613.838,49, que representava 48,16% do total das reduções no orçamento promovidas pela Infraero.

Todos os dígitos identificados no Teste de Duplicação de Número, à exceção do 13 e do 14, foram identificados ou nos Testes Primários ou no Teste de Soma.

Na análise dos preços totais, percebeu-se que, dentre todos os testes da Lei NB, o Teste de Soma fora o mais efetivo, uma vez que mostrava a magnitude da soma de todos os valores com determinados primeiros dígitos em relação ao valor total da planilha. Isso não aconteceu com os preços unitários, que poderiam não ser identificados pelo Teste de Soma quando muito baixos, mas, que poderiam, quando multiplicados pela quantidade, resultar em preços totais bastante relevantes. Assim, serviços com baixos preços unitários poderiam compor a Curva ABC.

Nessa análise coincidiram apenas os dois primeiros dígitos 79 nos Testes Primários e no Teste de Soma. O serviço que possuía tais características era o 03.01.260.01 - Caixilho especial e antichama (...), que foi suprimido do orçamento pela Infraero, resultando em uma diminuição do valor do contrato em pelo menos sete milhões de reais.

Já o Teste de Duplicação de Número identificou valores repetidos com os dígitos 20 e 79, os quais também tiveram grande destaque no Teste de Soma e contribuíram para a seleção da amostra a ser testada.

Observando-se alguns dos dois primeiros dígitos identificados nos testes primários, percebeu-se que, apesar de terem sido muito frequentes na planilha, possuíam baixa materialidade segundo o Teste de Soma. Dessa maneira, em

uma análise expedita inicial, tais dígitos poderiam ser descartados, pois o esforço da análise não compensaria os resultados.

Identificaram-se 18 itens da Curva ABC, cuja redução de valor totalizou R\$ 45.373.761,03, com BDI, que representava 82,11% do que havia sido alterado pela Infraero.

Contudo, cabe ressaltar que a Corte de Contas analisou apenas 48,56% da planilha orçamentária inicial do Aeroporto de Confins, que representava somente 44,67% do orçamento após os ajustes nos preços. O restante dos serviços, os quais não foram questionados e representavam mais da metade do valor total da obra, poderiam conter itens com sobrepreço.

O Teste de Segunda Ordem apontou uma conformidade aceitável dos dados dos preços unitários com a Lei de Benford, enquanto revelou uma conformidade aproximada da distribuição dos valores totais.

O Teste dos Dois Últimos Dígitos revelou picos nos dígitos múltiplos de 10, tendo se destacado o pico nos dígitos 00 para ambas as distribuições. Tal fato não é preocupante, uma vez que, no mercado, essa característica nos preços é mais comum.

O Modelo Fator de Distorção mostrou que houve uma subestimação dos dados para os preços unitários e totais, que não foi significativa a um nível de 0,05 em ambos os casos.

A regressão linear que testou a uniformidade da distribuição das mantissas dos logaritmos das distribuições confirmou que as mantissas formavam uma linha quase reta quando ordenadas, confirmando essa propriedade da Lei de Benford em ambos os casos.

O *Mantissa Arc Test* também confirmou que as mantissas dos logaritmos dos valores em ambos os casos se distribuíam uniformemente, e mostrou que os preços unitários, no que se refere às mantissas, aproximavam-se mais da distribuição de Benford, uma vez que tiveram um desempenho superior no teste.

Ante todo o exposto, constatou-se: (i) que os preços unitários apresentaram uma conformidade aceitável dos primeiros dígitos e uma desconformidade do segundo e dos dois primeiros dígitos analisados em

conjunto; (ii) que os preços totais, no geral, mostraram uma conformidade aceitável com a Lei em tela; e (iii) que as análises de conformidade com a Lei NB foram assertivas na seleção de itens da planilha orçamentária de Confins com sobrepreço identificado pelo TCU.

3. Análise da Arena da Amazônia

3.1. Análise realizada pelo Tribunal de Contas da União:

Inicialmente, cabe informar que o TCU, no que se refere ao controle da aplicação de recursos públicos destinados aos empreendimentos da Copa do Mundo de Futebol de 2014, é responsável pela fiscalização das operações de créditos a serem concedidos pelo BNDES para financiamento das obras de construção e reforma dos estádios que sediarão os jogos do Mundial, entre outras frentes de atuação.

Os recursos transferidos aos Estados passam a integrar a Fazenda Pública Estadual e, como tais, devem ser fiscalizados pelos respectivos Tribunal de Contas Estaduais, o que limita a atuação do TCU à análise e verificação da regularidade do contrato de empréstimo firmado com o BNDES, para prevenir eventual dano que possa ser causado ao erário federal.

Feitas essas considerações iniciais, eis que, em 28/9/2010, a referida instituição financeira autorizou a concessão de financiamento ao Estado do Amazonas, em até R\$ 400 milhões, destinado a viabilizar a elaboração do projeto executivo e as obras de construção da Arena da Amazônia.

Contudo, no âmbito do Acompanhamento realizado em 2010, o TCU analisou o edital da obra e seus anexos, consoante Acórdão TCU 1.164/2010-Plenário, e a CGU analisou o projeto básico e a proposta vencedora do certame, conforme Nota Técnica n.1657 GSGAB/SFC/CGU/PR, sendo verificada a existência de indícios de sobrepreço e de irregularidades graves relacionadas a deficiências no projeto básico.

Em função dos inícios de irregularidades verificados e após a oitiva do BNDES, o TCU expediu medidas preventivas e as estendeu às demais operações de igual escopo destinadas ao financiamento de arenas. Dentre as cautelas adotadas, levantou-se a necessidade de o TCU analisar o projeto executivo das obras antes da liberação de créditos superiores a 20% do total financiado.

Posteriormente, o BNDES remeteu o projeto executivo e o orçamento da obra à Corte de Contas, a qual, mediante análise da unidade técnica especializada, concluiu que havia falhas e incompletudes no projeto, sobretudo nos elevadores, estrutura metálica, membrana PTFE e estrutura de concreto. A CGU também apontou falhas quanto ao telão para projeção e quanto aos sistemas, em especial os de CFTV e de áudio. Entendeu-se que o projeto executivo não permitia a plena execução da obra.

Todavia, como a Lei n. 8.666, de 21 de junho de 1993, previa a possibilidade de elaboração do projeto executivo concomitantemente à execução da obra, concluiu-se que as falhas constatadas no projeto não seriam, por si só, impeditivas da liberação do restante dos recursos do financiamento.

Além disso, apurou-se um valor a maior de R\$ 114.998.316,93, em uma amostra de 79,97% do valor do contrato, perfazendo 29,50% de sobrepreço. Embutidas nesse valor, foram consideradas as divergências identificadas na análise de quantitativos, em que se demonstrou a majoração indevida do custo da obra em R\$ 4.322.115,74.

A metodologia adotada para análise de preços, como de praxe, partiu da elaboração da Curva ABC do orçamento do projeto executivo, o qual totalizava R\$ 615.992.824,67. Ao analisar os itens elencados na Curva ABC, a unidade técnica responsável pela elaboração do parecer destacou a singularidade do orçamento e a dificuldade de se encontrar preços referenciais nos sistemas tradicionais de custos adotados pela Administração. Priorizou a adoção do Sistema Sinapi e recorreu, subsidiariamente, a outros paradigmas oficiais de preços, realizando, quando necessário, pesquisas diretas no mercado. Em alguns casos foram utilizadas como base as próprias composições apresentadas no orçamento referencial da Construtora Andrade Gutierrez, empresa contratada para a execução da obra, com os ajustes e adaptações necessários. Também foram observados custos de serviços semelhantes em outros estádios da Copa.

Por fim, constatou-se que a planilha contratual revisada não fez incidir plenamente os benefícios fiscais concedidos pelo Regime Recopa, uma vez que houve redução da obra em R\$ 23,8 milhões, apesar de o valor total estimado de desoneração ter sido de aproximadamente R\$ 81 milhões.

Tendo em vista as irregularidades apontadas, o Exmo. Ministro Relator Valmir Campelo concedeu ao Governo do Estado do Amazonas a oportunidade de se pronunciar quanto aos apontamentos da unidade técnica especializada.

No dia 23/3/2012, a Secretaria de Estado de Infraestrutura do Governo do Amazonas (Seinf) apresentou manifestação formal concordando com um sobrepreço de R\$ 48.172.751,44 no orçamento (valor significativamente distinto do sobrepreço apontado pelo TCU, da ordem de R\$ 114 milhões).

Após avaliar as considerações trazidas pela Seinf, foi apurado um valor maior de R\$ 86.544.009,11, em uma amostra da ordem de 80%, perfazendo um sobrepreço da ordem de 21%. Esse montante representava uma necessidade de redução adicional da ordem de R\$ 38 milhões, para complementar os R\$ 48 milhões aceitos pelo órgão público.

A Corte de Contas condicionou, então, a liberação de recursos pelo BNDES à adequação do orçamento apresentado, elidindo os indícios de sobrepreço, e à assinatura de termo aditivo formalizando as alterações no projeto e no orçamento.

Por fim, foi formalizado o Terceiro Termo Aditivo ao Contrato n 044/2010, acompanhado do orçamento da obra, no valor de R\$ 550.705.891,94, bem como dos projetos executivos, não subsistindo mais óbices do TCU para a liberação do crédito.

Destarte, a análise de preços do TCU adotada como referencial para este trabalho foi a realizada após as considerações tecidas pela Seinf, de acordo com a tabela ilustrada a seguir:

Tabela 87. Análise de preços elaborada pelo TCU em relação ao orçamento do projeto executivo – Arena da Amazônia

ATIVIDADE	UNID	Orçamento do Projeto Executivo			TCU			Sobrepço Final
		Quantidade	Preço Unitário	Preço Total	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total	
Cobertura em balanço com malha de vigas de aço intertravadas para revestimento com membrana têxtil em fibra de vidro PTFE.	KG	3.510.000,00	22,00	77.224.674,84	3.510.000,00	22,00	77.224.674,84	0,00
Fachada em malhas "x" de vigas intertravadas para revestimento com membrana têxtil em fibra de vidro PTFE	KG	2.749.000,00	22,00	60.481.661,29	2.842.720,00	22,00	62.539.840,00	-2.058.178,71
Administração local - projeto executivo	URAL	36,00	1.670.300,47	60.130.816,75	36,00	1.054.170,93	37.950.153,48	22.180.663,27
Membrana têxtil em fibra de vidro PTFE	M2	31.000,00	1.683,07	52.175.170,00	31.000,00	1.398,33	43.348.146,55	8.827.023,45
Ferragem de aço Ca-50 a	KG	5.108.143,68	8,32	42.474.214,69	4.971.054,73	7,29	36.238.988,98	6.235.225,71
Concreto fck 40 mpa alto desempenho (CAD) com adição de microsilica e fibra de polipropileno	M3	30.847,21	816,80	25.196.001,14	30.847,21	626,85	19.336.575,68	5.859.425,46
Assento retrátil - geral	UN	40.761,00	383,69	15.639.588,09	40.554,00	373,20	15.134.752,80	504.835,29
Projeto executivo	CJ	1,00	14.823.440,85	14.823.440,85	1,00	15.450.000,00	15.450.000,00	-626.559,15
Concreto especial estaca hélice - fck 20 mpa auto-adensável	M3	17.626,32	810,42	14.284.722,25	12.292,82	653,65	8.035.201,79	6.249.520,46
Forma plana aparente chapa compensada plastificada de 18 mm, com acabamento de quinas, com 3 reaproveitamentos.	M2	139.441,17	91,08	12.700.301,77	139.441,17	45,27	6.312.501,77	6.387.800,00
Serviços agrupados do sistema de ar condicionado (excluindo os dutos)	TR	652,00	13.365,95	8.714.596,22	652,00	9.357,04	6.100.787,87	2.613.808,35
Concreto pré-moldado fck 40 mpa alto desempenho (CAD) com adição de microsilica e fibra de polipropileno	M3	7.378,56	1.389,28	10.250.885,84	6.925,45	1.182,39	8.188.582,83	2.062.303,01
Concreto fck=35 mpa	M3	10.373,80	785,82	8.161.718,53	10.373,80	594,56	6.167.846,53	1.993.872,00
Demolição mecanizada de estrutura de concreto armado, exceto pisos ou pavimentos, com tesoura hidráulica, pulverizador hidráulico ou rompedor hidráulico acoplada em escavadeira sobre esteira.	M3	23.846,83	327,53	7.810.552,23	23.846,83	79,48	1.895.352,29	5.915.199,94
Transportes - projeto executivo	MÊS	36,00	205.763,26	7.407.477,36	36,00	190.511,39	6.858.409,99	549.067,37
TRANSPORTE, LANÇAMENTO E ESPALHAMENTO DE MATERIAL ESCAVADO DE 1º CATEGORIA DMT 10 A 15 KM.	M3	325.934,00	21,85	7.121.657,90	325.934,00	18,69	6.093.153,19	1.028.504,71

ATIVIDADE	UNID	Orçamento do Projeto Executivo			TCU			Sobrepreço Final
		Quantidade	Preço Unitário	Preço Total	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total	
Cimbramento metálico	M3	180.118,07	34,02	6.127.616,74	180.118,07	38,62	6.956.159,67	-828.542,93
Impermeabilização com manta ASF. 3 mm, tipo iii-b, EI, ou similar, aderida com asfalto oxidado + manta asf. Sbs, 4 mm, tipo iii-b, EI, ou similar, aderida com asfalto oxidado.	M2	41.649,69	144,31	6.010.466,76	41.649,69	147,45	6.141.291,64	-130.824,88
Locação de grua móvel sobre trilhos com altura 50m < h < 60m, lança de 55m, capacidade de carga 10ton, incluindo: operação, manutenção, segur, contra peso e frete.	EQ	28,00	211.388,39	5.918.874,92	28,00	189.567,97	5.307.903,16	610.971,76
Dutos convencionais, em seção retangular e em chapa de aço galvanizada, e espessuras recomendadas na norma da ABNT, completos com suportes em perfis de chapa dobrada em aço galvanizado, acessórios para sustentação e fixação e demais complementos, com isolamento térmico em manta de lã de vidro com barreira de vapor em filme de alumínio, com espessura de 38 mm e densidade de 20 kg/m3.	KG	51.200,00	80,82	4.137.984,00	51.200,00	22,85	1.169.920,00	2.968.064,00
Locação de guindaste sobre pneus, lança treliçada com operador capacidade nominal de 140 ton.	EQ	20,00	201.853,99	4.037.079,80	20,00	155.029,20	3.100.584,00	936.495,80
Dutos convencionais, em seção retangular e em chapa de aço galvanizada, e espessuras recomendadas na norma da ABNT, completos com suportes em perfis de chapa dobrada em aço galvanizado, acessórios para sustentação e fixação e demais complementos.	KG	83.298,00	43,63	3.634.291,74	83.298,00	20,81	1.733.250,07	1.901.041,67
Switch acesso, 24 portas, 10/100/1000mb, Poe full, 2xsfp 10gb mm, lc	UN	81,00	38.603,60	3.126.891,60	NÃO FOI ANALISADO			
Fornecimento e instalação de guarda corpo metálico	KG	110.080,25	28,13	3.096.557,43	NÃO FOI ANALISADO			
Estaca escavada tipo hélice contínua, com diâmetro 80 cm, capacidade nominal para 2510 kn.	M	18.784,00	157,54	2.959.231,36	18.784,00	149,77	2.813.279,68	145.951,68
Forma plana aparente chapa compensada plastificada de 18 mm, com acabamento de quinas, com 2 reaproveitamentos.	M2	31.736,15	91,08	2.890.528,54	31.736,15	45,27	1.436.695,44	1.453.833,10
Telão para projeção (placares)	M2	80,00	34.965,03	2.797.202,40	120,00	13.798,86	1.655.862,61	1.141.339,79
Corte de aço (vergalhão), inclusive remoção do local após serviços de demolição de concreto, incluindo sua comercialização.	KG	1.216.188,44	2,13	2.590.481,38	1.216.188,44	0,38	460.854,48	2.129.626,90
Forma plana aparente chapa compensada plastificada de 18 mm, com acabamento de quinas.	M2	27.369,42	91,08	2.492.806,77	27.369,42	45,27	1.239.013,64	1.253.793,13

ATIVIDADE	UNID	Orçamento do Projeto Executivo			TCU			Sobrepreço Final
		Quantidade	Preço Unitário	Preço Total	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total	
Dutos convencionais, em seção retangular e em chapa preta, e espessuras recomendadas na norma da ABNT, completos com suportes em perfis de chapa dobrada em aço, acessórios para sustentação e fixação e demais complementos, com isolamento em manta de lã cerâmica com espessura de 38 mm e densidade de 95 kg/m3.	KG	36.000,00	64,69	2.328.840,00	36.000,00	38,58	1.388.985,39	939.854,61
Elevador sem casa de máquina 5 paradas 26 passageiros capacidade de carga 1610 kg	UN	6,00	360.383,13	2.162.298,78	6,00	360.383,13	2.162.298,78	0,00
Switch core, xx portas sfp 10gb mm, 48 portas rj45, 2xsup, 2xfontes	UN	2,00	1.044.451,08	2.088.902,16	NÃO FOI ANALISADO			
Cubículo blindado - COM Medição (conf. Diagrama des. MAN-712-4-00-EU00-01-ROO).	CJ	1,00	1.961.122,65	1.961.122,65	NÃO FOI ANALISADO			
Desmontagem / retirada de cobertura em estrutura metálica	KG	680.733,47	2,85	1.940.090,39	680.733,47	0,32	217.834,71	1.722.255,68
Pintura látex acrílico em parede com duas demãos, sem massa corrida.	M2	108.347,15	17,20	1.863.570,98	108.347,15	13,22	1.432.172,62	431.398,36
Implantação do canteiro de obras (infraestrutura / edificações / mobiliário)	M2	2.005,00	929,26	1.863.166,30	NÃO FOI ANALISADO			
Estaca escavada tipo hélice contínua, com diâmetro 60 cm, capacidade nominal para 1415 kn.	M	14.515,00	121,10	1.757.766,50	14.515,00	106,28	1.542.654,20	215.112,30
Manutenção de canteiros	MÊS	36,00	46.001,69	1.656.060,84	36,00	45.653,22	1.643.515,92	12.544,92
Forma plana comum compensado resinado 12 mm com 3 reaproveitamentos	M2	28.550,00	57,67	1.646.478,50	28.550,00	54,91	1.567.680,50	78.798,00
Divisória sanitária em painéis especiais anti vandalismo, em laminado estrutural TS 12 mm, unicolor, acabamento matte dupla face, linha alcoplac vc anti vandalismo, neoncon, h= 1,80m (incluso portas).	M2	2.540,76	640,19	1.646.478,50	2.540,76	549,72	1.396.706,59	249.771,91
Informática / telecomunicação (equipamentos / softwares / licenças)	MÊS	4,00	391.268,92		NÃO FOI ANALISADO			
Placas de gesso acartonado - acústica ET – 09.29.00 – 01	M2	7.338,10	211,70	1.553.475,77	7.338,10	108,31	794.799,88	758.675,89
Escavação e carga de material de 1ª categoria	M3	408.051,00	3,70	1.509.788,70	408.051,00	2,20	899.750,32	610.038,38
Forro modular com alta performance acústica, 625x625mm, constituído por chapa de aço expandida com espuma isolante.	M2	8.117,31	184,84	1.500.403,58	8.117,31	188,34	1.528.814,17	-28.410,59
Barramento blindado em alumínio com conexões e acessórios - 1600a	M	420,00	3.542,88	1.488.009,60	NÃO FOI ANALISADO			

ATIVIDADE	UNID	Orçamento do Projeto Executivo			TCU			Sobrepreço Final
		Quantidade	Preço Unitário	Preço Total	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total	
Transporte, lançamento e espalhamento de material escavado de 1º categoria dmt 5 a 10 km.	M3	93.124,00	13,58	1.264.623,92	93.124,00	14,27	1.328.437,47	-63.813,55
Piso especial tipo granilite cor referência RAL7023	M2	15.967,95	71,06	1.134.682,53	15.967,95	70,21	1.121.126,69	13.555,84
Emassamento de parede externa com massa acrílica com duas demãos, para pintura látex.	M2	118.168,55	8,55	1.010.341,10	118.168,55	9,46	1.117.874,48	-107.533,38
Vidro laminado temperado espessura de 10 mm - fornecimento e instalação	M2	1.862,14	490,61	913.584,51	1.862,14	382,47	712.215,71	201.368,80
Carga, transporte, descarga e espalhamento do material de entulho, em bota-fora dmt de 1 km.	M3	71.487,91	12,02	859.284,68	71.487,91	7,28	520.336,32	338.948,36
Carga, transporte, descarga e espalhamento do material escavado, em bota-fora dmt de 15 km.	M3	26.944,13	27,05	728.838,72	26.944,13	19,54	526.503,97	202.334,75
Impermeabilização com manta ASF. 3 mm, tipo iii-b, EI, ou similar, aderida com asfalto oxidado + banho de asfalto oxidado (2kg/m²).	M2	6.629,14	110,27	730.995,27	6.629,14	97,93	649.201,14	81.794,13
Locação de sistema de trilhos para grua móvel sobre trilhos, incluindo: mobilização e desmobilização dos trilhos, base de fundação dos trilhos e seguro.	MÊS	14,00	97.714,22	1.367.999,08	14,00	97.714,22	1.367.999,08	0,00
Montagem e desmontagem de grua, incluindo mão de obra, equipamentos de apoio (guindastes auxiliares, gerador, máquina de solda, outros) e testes.	UN	2,00	356.403,46	712.806,92	2,00	211.870,09	423.740,18	289.066,74
Assentos rebatível vip - com estrutura metálica, assento e encosto em compensado, espuma de alta densidade revestida (12 63 00-2).	UN	1.400,00	1.034,98	1.448.972,00	746,00	995,21	742.426,66	706.545,34
Assentos rebatível vip/hospitalidade, com estrutura metálica, assento e encosto em compensado, espuma de alta densidade revestida (12 63 00-2).	UN	2.252,00	623,33	1.403.739,16	2.631,00	486,29	1.279.428,99	124.310,17
Assentos para espectadores, rebatível com estrutura metálica assento em polipropileno injetado resistente a fogo e raios uv, numerados. Para espectadores obesos (12 63 00-3)	UN	50,00	999,69	49.984,50	60,00	643,43	38.605,80	11.378,70
Assentos rebatível vip - com estrutura metálica, assento e encosto em compensado, espuma de alta densidade revestida para espectadores obesos (12 63 00-4).	UN	17,00	1.446,61	24.592,37	7,00	1.391,03	9.737,21	14.855,16
Grama sintética	M2	3.177,13	135,49	430.469,34	3.177,13	137,68	437.427,26	-6.957,92

ATIVIDADE	UNID	Orçamento do Projeto Executivo			TCU			Sobrepreço Final
		Quantidade	Preço Unitário	Preço Total	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total	
Estaca escavada tipo hélice contínua, com diâmetro 30 cm, capacidade nominal para 350 kn.	M	17.999,00	81,60	1.468.718,40	17.999,00	56,94	1.024.863,06	443.855,34
							Amostra analisada	492.594.332,98
							% Amostra	79,97%
							Sobrepreço	86.544.009,11
							% Sobrepreço	20,87%

3.2. Análise realizada com base na Lei Newcomb-Benford;

3.2.1 Preços unitários:

Cabe primeiramente informar que, apesar de a planilha possuir 1724 serviços, analisaram-se nesse teste 1609 itens, já que foram excluídos os valores menores do que 10, os quais não possuíam segundo dígito. A única exceção foi para o Teste do Primeiro dígito, em que se examinaram 1715 itens, já que, na análise do TCU, alguns valores com custo unitário inferior a R\$ 10,00 faziam parte da Curva ABC. Dessa forma, para analisar esses custos, foi necessário incluí-los no Teste do Primeiro Dígito, desprezando-se apenas os valores inferiores a um.

3.2.1.1. Teste do Primeiro Dígito:

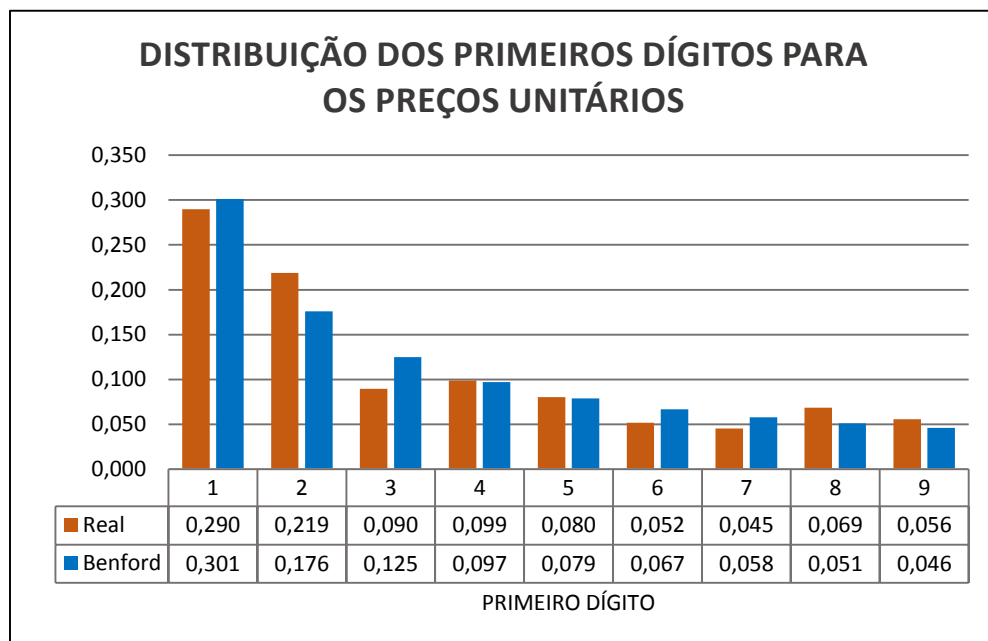
Os resultados estão apresentados na tabela a seguir:

Tabela 88- Teste do Primeiro Dígito para os preços unitários da Arena da Amazônia

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>		
<i>1</i>	497	0,290	0,301	-0,011	0,985	0,715	0,290	0,301	0,011	0,011
<i>2</i>	375	0,219	0,176	0,043	4,607	17,733	0,508	0,477	0,031	0,043
<i>3</i>	154	0,090	0,125	-0,035	4,372	17,004	0,598	0,602	0,004	0,035
<i>4</i>	170	0,099	0,097	0,002	0,257	0,080	0,697	0,699	0,002	0,002
<i>5</i>	138	0,080	0,079	0,001	0,180	0,047	0,778	0,778	0,000	0,001
<i>6</i>	89	0,052	0,067	-0,015	2,454	5,840	0,830	0,845	0,015	0,015
<i>7</i>	78	0,045	0,058	-0,013	2,166	4,634	0,875	0,903	0,028	0,013
<i>8</i>	118	0,069	0,051	0,018	3,297	10,660	0,944	0,954	0,010	0,018
<i>9</i>	96	0,056	0,046	0,010	1,915	3,711	1,000	1,000	0,000	0,010
<i>N</i>	<i>1715</i>			χ^2 Real		<i>60,423</i>	<i>Supremo</i>		<i>0,031</i>	<i>MDA</i>
				χ^2 Limite		<i>15,507</i>	<i>K-S Limite</i>		<i>0,033</i>	<i>0,016</i>

Os dados também foram mostrados na forma gráfica, para um melhor entendimento dos resultados:

Gráfico 53 – Teste do Primeiro Dígito para os preços unitários da Arena da Amazônia



Conforme se observou na tabela e no gráfico anteriores, houve picos nas proporções dos primeiros dígitos 2 e 8 em relação às proporções da curva descendente da Lei NB.

O próximo passo foi a realização dos testes estatísticos para verificar se as discrepâncias identificadas chegaram ao ponto de proporcionar uma não conformidade com a Lei NB.

Os resultados do Teste Z mostraram que os dígitos 2 (4,607) e 8 (3,297) ultrapassaram o ponto crítico estabelecido de 1,96 porque foram superestimados na planilha orçamentária. Já os dígitos 3 (4,372), 6 (2,454) e 7 (2,166) foram subestimados na formação dos preços unitários.

Segundo esses resultados, os dados dos preços unitários da Arena da Amazônia não tiveram um bom desempenho no teste. Isso pode ser interpretado como um sinal vermelho de que havia grande possibilidade de impropriedades nesses valores.

O resultado do Teste Qui-Quadrado foi 60,423. O valor crítico para oito graus de liberdade e 0,05 de significância é 15,507. Assim, como o valor calculado excedeu o valor crítico, rejeitou-se a hipótese nula de que as

frequências dos primeiros dígitos dos preços unitários da planilha em tela se conformavam com as da Lei NB.

O terceiro teste aplicado foi o K-S. Como N era igual a 1715, o K-S crítico calculado foi 0,033. O valor supremo calculado foi 0,031, o qual não superou o valor crítico. Assim, não rejeitamos a hipótese nula.

O MDA encontrado para Confins foi 0,016. O resultado se inseriu na faixa de não conformidade, uma vez que superou o limite de 0,015.

Considerando todos os testes aplicados, podemos afirmar que a planilha orçamentária da Arena da Amazônia apresentou uma não conformidade com a Lei NB.

3.2.1.2. Teste do Segundo Dígito:

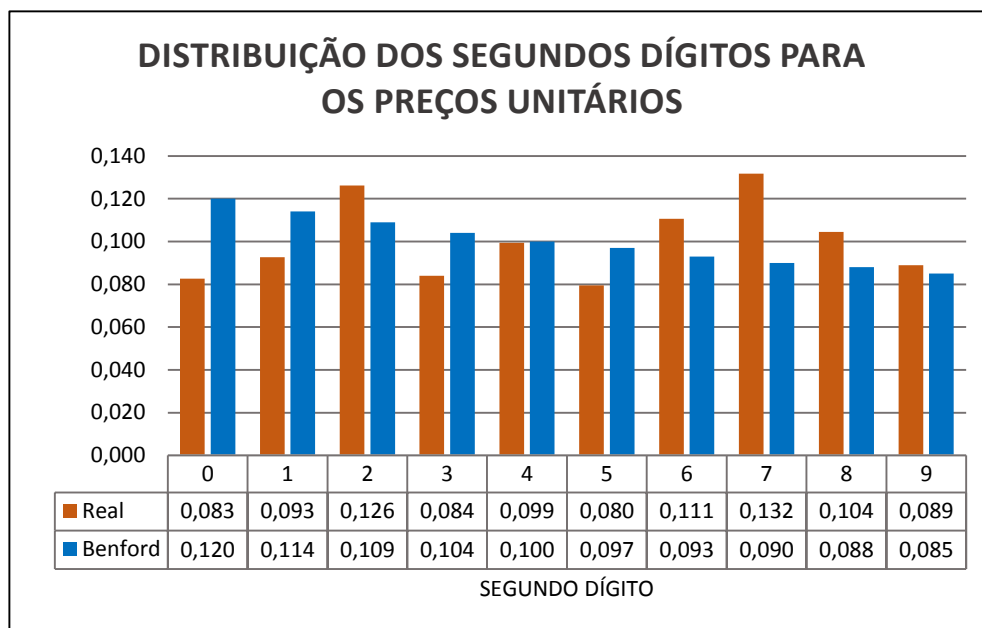
Os resultados estão apresentados na tabela a seguir:

Tabela 89- Teste do Segundo Dígito para os preços unitários da Arena da Amazônia

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>		
<i>0</i>	133	0,083	0,120	-0,037	4,571	18,695	0,083	0,120	0,037	0,037
<i>1</i>	149	0,093	0,114	-0,021	2,661	6,461	0,175	0,234	0,059	0,021
<i>2</i>	203	0,126	0,109	0,017	2,169	4,349	0,301	0,343	0,042	0,017
<i>3</i>	135	0,084	0,104	-0,020	2,600	6,249	0,385	0,447	0,062	0,020
<i>4</i>	160	0,099	0,100	-0,001	0,033	0,005	0,485	0,547	0,062	0,001
<i>5</i>	128	0,080	0,097	-0,017	2,323	5,050	0,564	0,644	0,080	0,017
<i>6</i>	178	0,111	0,093	0,018	2,392	5,376	0,675	0,737	0,062	0,018
<i>7</i>	212	0,132	0,090	0,042	5,810	31,175	0,807	0,827	0,020	0,042
<i>8</i>	168	0,104	0,088	0,016	2,280	4,925	0,911	0,915	0,004	0,016
<i>9</i>	143	0,089	0,085	0,004	0,513	0,284	1,000	1,000	0,000	0,004
<i>N</i>	<i>1609</i>			χ^2 <i>Real</i>		<i>82,570</i>	<i>Supremo</i>	<i>0,080</i>		<i>MDA</i>
				χ^2 <i>Limite</i>		<i>16,919</i>	<i>K-S Limite</i>	<i>0,034</i>		<i>0,019</i>

Os dados foram apresentados a seguir na forma gráfica:

Gráfico 54 – Teste do Segundo Dígito para os preços unitários da Arena da Amazônia



Conforme se observou na tabela e no gráfico anteriores, houve picos nas proporções dos segundos dígitos 2, 6, 7, 8 e 9 em relação às proporções da curva descendente da Lei NB.

O próximo passo foi a realização dos testes estatísticos para verificar se as discrepâncias identificadas chegaram ao ponto de proporcionar uma não conformidade com a Lei NB.

Os resultados do Teste Z mostraram que os dígitos 2 (2,169), 6 (2,392), 7 (5,810) e 8 (2,280) ultrapassaram o ponto crítico estabelecido de 1,96 porque foram superestimados na planilha orçamentária. Chamou a atenção a forte discrepância do dígito 7. Já os dígitos 0 (4,571), 1 (2,661), 3 (2,600) e 5 (2,323) foram subestimados na formação dos preços unitários.

Segundo os resultados, os dados dos preços unitários da Arena da Amazônia não tiveram um bom desempenho nesse teste. Isso pode ser interpretado como um sinal vermelho de que havia grande possibilidade de impropriedades nesses valores.

O resultado do Teste Qui-Quadrado foi 82,570. Como os segundos dígitos dos valores poderiam variar de 0 a 9, nesse caso foram 10 - 1 graus de liberdade.

O valor crítico para nove graus de liberdade e 0,05 de significância é 16,919. Assim, como o valor calculado no teste excedeu o valor crítico, rejeitou-se a hipótese nula.

O próximo teste aplicado foi o K-S. Como N era 1609, o K-S crítico calculado foi 0,034. O valor supremo encontrado foi 0,080, o qual superou o valor crítico. Assim, rejeitamos a hipótese nula.

O último teste aplicado foi o MDA. O valor encontrado foi 0,019, o qual estava acima de 0,012, fato que o inseriu na faixa de não conformidade dos valores de referência.

Considerando todos os testes aplicados, podemos afirmar que a planilha orçamentária da Arena da Amazônia foi reprovada em todos os testes para os segundos dígitos dos preços unitários, mostrando uma grande desconformidade em relação à Lei NB.

3.2.1.3. Teste dos Dois Primeiros Dígitos:

Os resultados estão apresentados na tabela a seguir:

Tabela 90- Teste dos Dois Primeiros Dígitos para os preços unitários da Arena da Amazônia

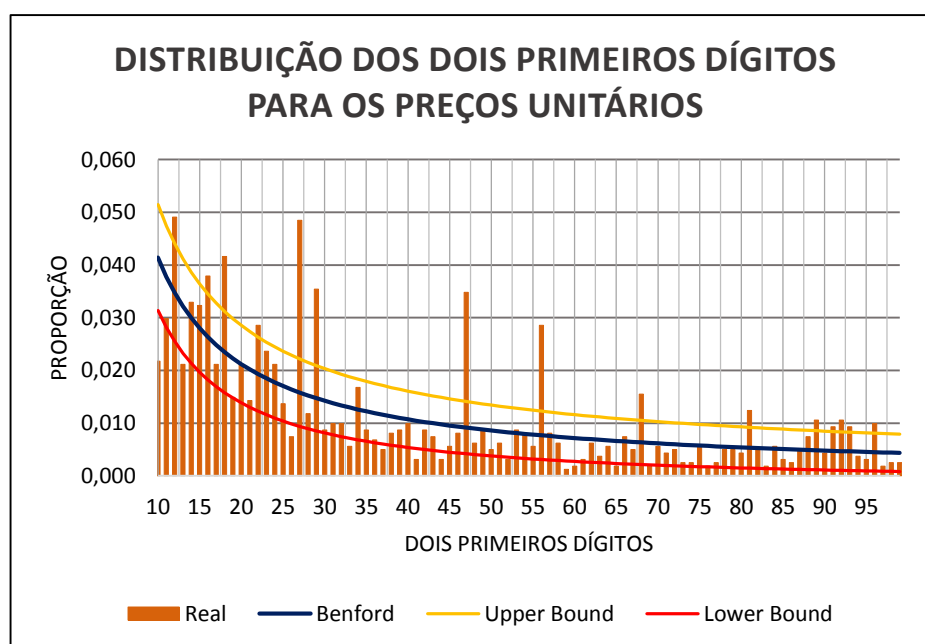
Dígito	Cont.	Real	Benford	Diferença	Teste-Z	Upper Bound	Lower Bound	QQ		K-S		DMA
10	35	0,022	0,041	-0,020	3,892	0,051	0,031	14,994	0,022	0,041	0,020	0,020
11	48	0,030	0,038	-0,008	1,608	0,047	0,028	2,695	0,052	0,079	0,028	0,008
12	79	0,049	0,035	0,014	3,071	0,044	0,026	9,514	0,101	0,114	0,013	0,014
13	34	0,021	0,032	-0,011	2,442	0,041	0,023	6,108	0,122	0,146	0,024	0,011
14	53	0,033	0,030	0,003	0,627	0,039	0,021	0,476	0,155	0,176	0,021	0,003
15	52	0,032	0,028	0,004	0,967	0,036	0,020	1,056	0,187	0,204	0,017	0,004
16	61	0,038	0,026	0,012	2,824	0,034	0,018	8,199	0,225	0,230	0,005	0,012
17	34	0,021	0,025	-0,004	0,872	0,033	0,017	0,884	0,246	0,255	0,009	0,004
18	67	0,042	0,023	0,018	4,728	0,031	0,016	22,597	0,288	0,279	0,009	0,018
19	24	0,015	0,022	-0,007	1,916	0,030	0,015	3,913	0,303	0,301	0,002	0,007
20	34	0,021	0,021	0,000	0,016	0,029	0,014	0,000	0,324	0,322	0,002	0,000
21	23	0,014	0,020	-0,006	1,596	0,027	0,013	2,781	0,338	0,342	0,004	0,006
22	46	0,029	0,019	0,009	2,616	0,026	0,012	7,184	0,367	0,362	0,005	0,009
23	38	0,024	0,018	0,005	1,436	0,025	0,012	2,294	0,390	0,380	0,010	0,005
24	34	0,021	0,018	0,003	0,940	0,024	0,011	1,051	0,411	0,398	0,013	0,003
25	22	0,014	0,017	-0,003	0,945	0,024	0,010	1,067	0,425	0,415	0,010	0,003

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>
26	12	0,007	0,016	-0,009	2,724	0,023	0,010	7,832	0,433	0,431	0,001	0,009
27	78	0,048	0,016	0,033	10,415	0,022	0,009	108,81	0,481	0,447	0,034	0,033
28	19	0,012	0,015	-0,003	1,022	0,022	0,009	1,243	0,493	0,462	0,030	0,003
29	57	0,035	0,015	0,021	6,791	0,021	0,009	46,838	0,528	0,477	0,051	0,021
30	14	0,009	0,014	-0,006	1,770	0,020	0,008	3,467	0,537	0,491	0,046	0,006
31	16	0,010	0,014	-0,004	1,215	0,020	0,008	1,724	0,547	0,505	0,042	0,004
32	16	0,010	0,013	-0,003	1,086	0,019	0,007	1,408	0,557	0,519	0,038	0,003
33	9	0,006	0,013	-0,007	2,504	0,019	0,007	6,744	0,562	0,531	0,031	0,007
34	27	0,017	0,013	0,004	1,396	0,018	0,007	2,245	0,579	0,544	0,035	0,004
35	14	0,009	0,012	-0,004	1,176	0,018	0,007	1,642	0,588	0,556	0,032	0,004
36	11	0,007	0,012	-0,005	1,758	0,018	0,006	3,466	0,595	0,568	0,027	0,005
37	8	0,005	0,012	-0,007	2,362	0,017	0,006	6,070	0,600	0,580	0,020	0,007
38	13	0,008	0,011	-0,003	1,098	0,017	0,006	1,462	0,608	0,591	0,017	0,003
39	14	0,009	0,011	-0,002	0,763	0,016	0,006	0,770	0,617	0,602	0,014	0,002
40	16	0,010	0,011	-0,001	0,183	0,016	0,005	0,091	0,626	0,613	0,014	0,001
41	5	0,003	0,010	-0,007	2,778	0,016	0,005	8,324	0,630	0,623	0,006	0,007
42	14	0,009	0,010	-0,002	0,482	0,015	0,005	0,363	0,638	0,633	0,005	0,002
43	12	0,007	0,010	-0,003	0,894	0,015	0,005	1,028	0,646	0,643	0,002	0,003
44	5	0,003	0,010	-0,007	2,588	0,015	0,005	7,296	0,649	0,653	0,004	0,007
45	9	0,006	0,010	-0,004	1,502	0,015	0,004	2,632	0,654	0,663	0,008	0,004
46	13	0,008	0,009	-0,001	0,396	0,014	0,004	0,274	0,663	0,672	0,010	0,001
47	56	0,035	0,009	0,026	10,683	0,014	0,004	115,87	0,697	0,681	0,016	0,026
48	10	0,006	0,009	-0,003	1,034	0,014	0,004	1,349	0,704	0,690	0,013	0,003
49	14	0,009	0,009	0,000	0,031	0,014	0,004	0,001	0,712	0,699	0,013	0,000
50	8	0,005	0,009	-0,004	1,441	0,013	0,004	2,463	0,717	0,708	0,010	0,004
51	10	0,006	0,008	-0,002	0,837	0,013	0,004	0,939	0,723	0,716	0,007	0,002
52	5	0,003	0,008	-0,005	2,150	0,013	0,004	5,189	0,727	0,724	0,002	0,005
53	14	0,009	0,008	0,001	0,122	0,013	0,003	0,067	0,735	0,732	0,003	0,001
54	13	0,008	0,008	0,000	0,050	0,013	0,003	0,002	0,743	0,740	0,003	0,000
55	9	0,006	0,008	-0,002	0,875	0,012	0,003	1,024	0,749	0,748	0,001	0,002
56	46	0,029	0,008	0,021	9,457	0,012	0,003	91,453	0,778	0,756	0,022	0,021
57	13	0,008	0,008	0,001	0,100	0,012	0,003	0,059	0,786	0,763	0,022	0,001
58	10	0,006	0,007	-0,001	0,420	0,012	0,003	0,317	0,792	0,771	0,021	0,001
59	2	0,001	0,007	-0,006	2,707	0,012	0,003	8,085	0,793	0,778	0,015	0,006
60	3	0,002	0,007	-0,005	2,377	0,012	0,003	6,330	0,795	0,785	0,010	0,005
61	5	0,003	0,007	-0,004	1,745	0,011	0,003	3,563	0,798	0,792	0,006	0,004
62	10	0,006	0,007	-0,001	0,204	0,011	0,003	0,125	0,804	0,799	0,005	0,001
63	6	0,004	0,007	-0,003	1,363	0,011	0,003	2,276	0,808	0,806	0,002	0,003
64	9	0,006	0,007	-0,001	0,407	0,011	0,002	0,310	0,814	0,813	0,001	0,001
65	3	0,002	0,007	-0,005	2,202	0,011	0,002	5,512	0,815	0,820	0,004	0,005
66	12	0,007	0,007	0,001	0,307	0,011	0,002	0,212	0,823	0,826	0,003	0,001
67	8	0,005	0,006	-0,001	0,578	0,011	0,002	0,535	0,828	0,833	0,005	0,001
68	25	0,016	0,006	0,009	4,491	0,011	0,002	21,468	0,843	0,839	0,005	0,009
69	3	0,002	0,006	-0,004	2,074	0,010	0,002	4,950	0,845	0,845	0,000	0,004
70	9	0,006	0,006	-0,001	0,131	0,010	0,002	0,084	0,851	0,851	0,000	0,001
71	7	0,004	0,006	-0,002	0,729	0,010	0,002	0,787	0,855	0,857	0,002	0,002
72	8	0,005	0,006	-0,001	0,368	0,010	0,002	0,279	0,860	0,863	0,003	0,001
73	4	0,002	0,006	-0,003	1,629	0,010	0,002	3,190	0,863	0,869	0,007	0,003
74	4	0,002	0,006	-0,003	1,598	0,010	0,002	3,086	0,865	0,875	0,010	0,003
75	9	0,006	0,006	0,000	0,084	0,010	0,002	0,007	0,871	0,881	0,010	0,000
76	3	0,002	0,006	-0,004	1,870	0,010	0,002	4,120	0,873	0,886	0,014	0,004
77	4	0,002	0,006	-0,003	1,508	0,010	0,002	2,791	0,875	0,892	0,017	0,003

Dígito	Cont.	Real	Benford	Diferença	Teste-Z	Upper Bound	Lower Bound	QQ		K-S		DMA	
78	8	0,005	0,006	-0,001	0,135	0,009	0,002	0,091	0,880	0,898	0,018	0,001	
79	8	0,005	0,005	0,000	0,098	0,009	0,002	0,071	0,885	0,903	0,018	0,000	
80	7	0,004	0,005	-0,001	0,402	0,009	0,002	0,325	0,889	0,908	0,019	0,001	
81	20	0,012	0,005	0,007	3,741	0,009	0,001	15,226	0,902	0,914	0,012	0,007	
82	8	0,005	0,005	0,000	0,162	0,009	0,001	0,026	0,907	0,919	0,012	0,000	
83	3	0,002	0,005	-0,003	1,687	0,009	0,001	3,444	0,909	0,924	0,016	0,003	
84	9	0,006	0,005	0,000	0,080	0,009	0,001	0,064	0,914	0,929	0,015	0,000	
85	5	0,003	0,005	-0,002	0,937	0,009	0,001	1,232	0,917	0,934	0,017	0,002	
86	4	0,002	0,005	-0,003	1,262	0,009	0,001	2,059	0,920	0,940	0,020	0,003	
87	8	0,005	0,005	0,000	0,005	0,009	0,001	0,000	0,925	0,944	0,020	0,000	
88	12	0,007	0,005	0,003	1,286	0,009	0,001	2,133	0,932	0,949	0,017	0,003	
89	17	0,011	0,005	0,006	3,118	0,009	0,001	10,823	0,943	0,954	0,011	0,006	
90	7	0,004	0,005	0,000	0,080	0,008	0,001	0,067	0,947	0,959	0,012	0,000	
91	15	0,009	0,005	0,005	2,489	0,008	0,001	7,099	0,956	0,964	0,007	0,005	
92	17	0,011	0,005	0,006	3,262	0,008	0,001	11,810	0,967	0,968	0,001	0,006	
93	15	0,009	0,005	0,005	2,576	0,008	0,001	7,579	0,976	0,973	0,003	0,005	
94	6	0,004	0,005	-0,001	0,330	0,008	0,001	0,263	0,980	0,978	0,002	0,001	
95	5	0,003	0,005	-0,001	0,673	0,008	0,001	0,734	0,983	0,982	0,001	0,001	
96	16	0,010	0,005	0,005	3,076	0,008	0,001	10,594	0,993	0,987	0,006	0,005	
97	3	0,002	0,004	-0,003	1,373	0,008	0,001	2,423	0,995	0,991	0,004	0,003	
98	4	0,002	0,004	-0,002	0,976	0,008	0,001	1,350	0,998	0,996	0,002	0,002	
99	4	0,002	0,004	-0,002	0,954	0,008	0,001	1,301	1,000	1,000	0,000	0,002	
N	1609					χ^2 Real			663,711	Supremo		0,051	MDA
						χ^2 Limite			112,02	K-S Limite		0,034	0,0049

Os dados também foram apresentados na forma gráfica:

Gráfico 55 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos para os preços unitários da Arena da Amazônia



Conforme se observou na tabela e no gráfico anteriores, houve picos mais intensos nos dígitos 12, 16, 18, 22, 27, 29, 47, 56, 68, 81, 89, 91, 92, 93 e 96 em relação às proporções da curva descendente da Lei NB, que ultrapassaram o *upper bound*.

Os resultados do Teste Z mostraram que houve uma grande desconformidade dos dados em relação à Lei NB.

O resultado do Teste Qui-Quadrado foi 663,711. Como os dois primeiros dígitos dos valores poderiam variar de 10 a 99, nesse caso calcularam-se 90 -1 graus de liberdade. O valor crítico para 89 de liberdade e 0,05 de significância é 112,02. Como o valor calculado no teste excedeu o valor crítico, rejeitou-se a hipótese nula.

Para o Teste K-S, com $N = 1609$, o K-S crítico foi 0,034. O valor supremo calculado foi 0,051, o qual superou o valor crítico. Assim, rejeitamos a hipótese nula para esse teste.

O último teste aplicado foi o MDA. O valor encontrado para a Arena da Amazônia foi 0,0049, o qual estava acima de 0,0022, fato que o inseriu na faixa de não conformidade dos valores de referência.

Considerando todos os testes aplicados, podemos afirmar que a planilha orçamentária da Arena da Amazônia, no que se refere aos preços unitários, não apresentou conformidade da distribuição de seus dígitos com a Lei de Benford. A grande desconformidade revelada nos três testes primários resultou na seleção de um número maior de amostras a serem examinadas, uma vez que foi indicada uma quantidade maior de dígitos críticos.

3.2.1.4. Teste de Soma:

O pressuposto básico desse teste era que as somas de todos os números em um banco de dados de Benford com os dois primeiros dígitos 10, 11, ..., 99 deveriam ser iguais.

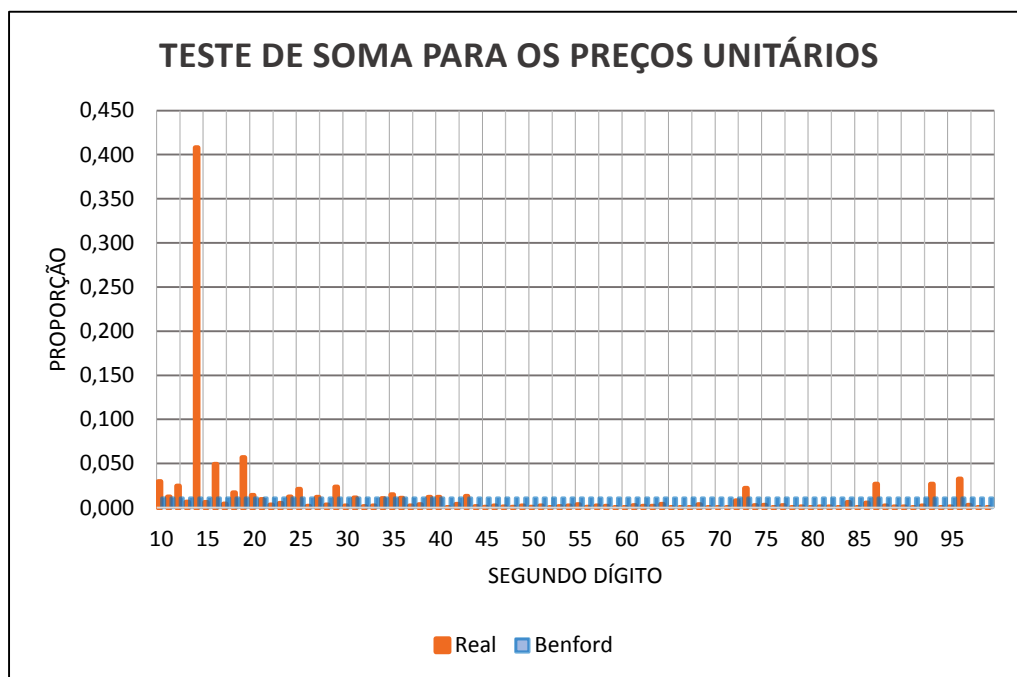
Os resultados estão ilustrados na tabela a seguir:

Tabela 91 – Teste de Soma para os preços unitários da Arena da Amazônia

<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
10	1.107.696,86	0,030	0,011	0,019	55	16.429,54	0,000	0,011	-0,011
11	447.385,03	0,012	0,011	0,001	56	68.464,68	0,002	0,011	-0,009
12	906.753,60	0,024	0,011	0,013	57	10.669,90	0,000	0,011	-0,011
13	238.084,02	0,006	0,011	-0,005	58	54.658,00	0,001	0,011	-0,010
14	15.191.732,44	0,408	0,011	0,397	59	69.538,93	0,002	0,011	-0,009
15	228.328,88	0,006	0,011	-0,005	60	128.482,03	0,003	0,011	-0,008
16	1.832.739,42	0,049	0,011	0,038	61	25.112,94	0,001	0,011	-0,010
17	162.816,46	0,004	0,011	-0,007	62	71.404,65	0,002	0,011	-0,009
18	623.883,68	0,017	0,011	0,006	63	66.389,80	0,002	0,011	-0,009
19	2.120.216,70	0,057	0,011	0,046	64	655,63	0,000	0,011	-0,011
20	520.579,96	0,014	0,011	0,003	65	729,46	0,000	0,011	-0,011
21	349.343,19	0,009	0,011	-0,002	66	85.715,87	0,002	0,011	-0,009
22	119.814,43	0,003	0,011	-0,008	67	64.951,52	0,002	0,011	-0,009
23	178.730,68	0,005	0,011	-0,006	68	65.809,53	0,002	0,011	-0,009
24	450.936,57	0,012	0,011	0,001	69	144.813,94	0,004	0,011	-0,007
25	771.141,60	0,021	0,011	0,010	70	782,46	0,000	0,011	-0,011
26	59.478,22	0,002	0,011	-0,009	71	5.001,57	0,000	0,011	-0,011
27	438.552,48	0,012	0,011	0,001	72	3.582,97	0,000	0,011	-0,011
28	118.994,82	0,003	0,011	-0,008	73	132.135,32	0,004	0,011	-0,007
29	870.116,94	0,023	0,011	0,012	74	7.049,74	0,000	0,011	-0,011
30	76.736,21	0,002	0,011	-0,009	75	11.389,33	0,000	0,011	-0,011
31	416.349,80	0,011	0,011	0,000	76	1.146,67	0,000	0,011	-0,011
32	44.058,16	0,001	0,011	-0,010	77	293.156,59	0,008	0,011	-0,003
33	71.493,02	0,002	0,011	-0,009	78	813.569,48	0,022	0,011	0,011
34	385.390,15	0,010	0,011	-0,001	79	83.577,75	0,002	0,011	-0,009
35	541.473,61	0,015	0,011	0,004	80	98.855,51	0,003	0,011	-0,008
36	405.511,36	0,011	0,011	0,000	81	7.833,74	0,000	0,011	-0,011
37	76.650,06	0,002	0,011	-0,009	82	85.732,60	0,002	0,011	-0,009
38	125.797,05	0,003	0,011	-0,008	83	3.456,85	0,000	0,011	-0,011
39	441.081,28	0,012	0,011	0,001	84	33.614,21	0,001	0,011	-0,010
40	435.538,91	0,012	0,011	0,001	85	11.428,15	0,000	0,011	-0,011
41	5.404,16	0,000	0,011	-0,011	86	28.702,37	0,001	0,011	-0,010
42	147.519,02	0,004	0,011	-0,007	87	28.067,85	0,001	0,011	-0,010
43	481.258,83	0,013	0,011	0,002	88	1.001,27	0,000	0,011	-0,011
44	45.314,64	0,001	0,011	-0,010	89	219.630,81	0,006	0,011	-0,005

Dígito	Soma	Real	Benford	Diferença	Dígito	Soma	Real	Benford	Diferença
45	23.764,53	0,001	0,011	-0,010	90	11.222,76	0,000	0,011	-0,011
46	74.952,83	0,002	0,011	-0,009	91	191.189,23	0,005	0,011	-0,006
47	37.091,26	0,001	0,011	-0,010	92	994.042,33	0,027	0,011	0,016
48	17.053,20	0,000	0,011	-0,011	93	81.716,34	0,002	0,011	-0,009
49	77.509,98	0,002	0,011	-0,009	94	30.427,85	0,001	0,011	-0,010
50	1.107.696,86	0,030	0,011	0,019	95	38.078,21	0,001	0,011	-0,010
51	447.385,03	0,012	0,011	0,001	96	12.848,85	0,000	0,011	-0,011
52	906.753,60	0,024	0,011	0,013	97	80.827,79	0,002	0,011	-0,009
53	238.084,02	0,006	0,011	-0,005	98	994.062,31	0,027	0,011	0,016
54	15.191.732,44	0,408	0,011	0,397	99	11.601,68	0,000	0,011	-0,011
SOMA TOTAL					37.228.652,99				

Gráfico 56 – Teste de Soma para os preços unitários da Arena da Amazônia



Conforme se observou na tabela e no gráfico anteriores, houve picos nos dois primeiros dígitos 10, 12, 14, 16, 19, 87, 93 e 96. Chamou a atenção a proporção encontrada para o dígito 14, que representou 40,8% do somatório total dos preços unitários.

Constatou-se também nesse teste que os dados em nada se aproximavam de uma sequência de Benford.

3.2.1.5. Teste de Duplicação de Número

Para esse teste foi montado um *rank* com os 10 valores que mais se repetiam na planilha. A tabela e o gráfico são mostrados a seguir.

Tabela 92 – Teste de Duplicação de Número para os preços unitários da Arena da Amazônia

TESTE DE DUPLICAÇÃO DE NÚMERO PREÇOS UNITÁRIOS			
Rank	Preço Unitário	Contagem	Dígitos
1	2.715,61	57	27
2	470,45	45	47
3	568,45	42	56
4	2.940,26	40	29
5	1.274,11	29	12
6	2.274,70	26	22
7	1.674,75	24	16
8	6.867,95	19	68
9	1.815,99	14	18
10	18.411,46	13	18

Todos os dígitos referentes a esses valores não passaram no Teste dos Dois Primeiros Dígitos, pois extrapolaram o Teste Z. Os dígitos 12, 16 e 29 também se destacaram no Teste de Soma. Sendo assim, todos esses valores, em especial o 12, o 16 e o 29, deveriam compor a amostra a ser auditada para a realização de um exame mais específico.

3.2.1.6. Teste de Segunda Ordem

Os resultados podem ser visualizados na tabela e no gráfico a seguir.

Tabela 93 – Teste de Segunda Ordem para os preços unitários da Arena da Amazônia

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>
10	36	0,037	0,041	-0,004	0,653	0,054	0,028	0,454	0,037	0,041	0,004	0,004
11	44	0,045	0,038	0,007	1,209	0,050	0,025	1,422	0,082	0,079	0,003	0,007
12	46	0,047	0,035	0,013	2,175	0,047	0,023	4,384	0,129	0,114	0,016	0,013
13	46	0,047	0,032	0,015	2,740	0,044	0,021	6,886	0,177	0,146	0,031	0,015
14	43	0,044	0,030	0,014	2,669	0,041	0,019	6,576	0,221	0,176	0,045	0,014
15	29	0,030	0,028	0,002	0,264	0,039	0,017	0,109	0,251	0,204	0,047	0,002
16	32	0,033	0,026	0,007	1,259	0,037	0,016	1,590	0,284	0,230	0,053	0,007
17	28	0,029	0,025	0,004	0,742	0,035	0,015	0,613	0,312	0,255	0,057	0,004
18	26	0,027	0,023	0,003	0,607	0,034	0,013	0,435	0,339	0,279	0,060	0,003
19	23	0,024	0,022	0,001	0,202	0,032	0,012	0,081	0,363	0,301	0,062	0,001
20	7	0,007	0,021	-0,014	3,106	0,031	0,012	8,994	0,370	0,322	0,048	0,014
21	13	0,013	0,020	-0,007	1,500	0,030	0,011	2,255	0,383	0,342	0,041	0,007
22	15	0,015	0,019	-0,004	0,824	0,028	0,010	0,762	0,399	0,362	0,037	0,004
23	15	0,015	0,018	-0,003	0,640	0,027	0,010	0,495	0,414	0,380	0,034	0,003
24	20	0,021	0,018	0,003	0,593	0,027	0,009	0,438	0,435	0,398	0,037	0,003
25	16	0,016	0,017	-0,001	0,034	0,026	0,008	0,020	0,451	0,415	0,036	0,001
26	17	0,017	0,016	0,001	0,162	0,025	0,008	0,069	0,469	0,431	0,037	0,001
27	18	0,018	0,016	0,003	0,596	0,024	0,007	0,451	0,487	0,447	0,040	0,003
28	6	0,006	0,015	-0,009	2,324	0,023	0,007	5,256	0,493	0,462	0,031	0,009
29	13	0,013	0,015	-0,001	0,248	0,023	0,007	0,123	0,507	0,477	0,030	0,001
30	20	0,021	0,014	0,006	1,633	0,022	0,006	2,724	0,527	0,491	0,036	0,006
31	8	0,008	0,014	-0,006	1,448	0,022	0,006	2,186	0,535	0,505	0,030	0,006
32	14	0,014	0,013	0,001	0,163	0,021	0,006	0,076	0,550	0,519	0,031	0,001
33	15	0,015	0,013	0,002	0,582	0,021	0,005	0,451	0,565	0,531	0,034	0,002
34	11	0,011	0,013	-0,001	0,245	0,020	0,005	0,127	0,577	0,544	0,032	0,001
35	8	0,008	0,012	-0,004	1,069	0,020	0,005	1,280	0,585	0,556	0,028	0,004
36	7	0,007	0,012	-0,005	1,294	0,019	0,005	1,810	0,592	0,568	0,024	0,005
37	12	0,012	0,012	0,001	0,091	0,019	0,004	0,047	0,604	0,580	0,025	0,001
38	9	0,009	0,011	-0,002	0,492	0,018	0,004	0,356	0,614	0,591	0,023	0,002
39	25	0,026	0,011	0,015	4,513	0,018	0,004	19,118	0,639	0,602	0,037	0,015
40	16	0,016	0,011	0,006	1,688	0,018	0,004	2,969	0,656	0,613	0,043	0,006
41	8	0,008	0,010	-0,002	0,580	0,017	0,004	0,468	0,664	0,623	0,041	0,002
42	8	0,008	0,010	-0,002	0,506	0,017	0,003	0,380	0,672	0,633	0,039	0,002
43	8	0,008	0,010	-0,002	0,434	0,017	0,003	0,303	0,680	0,643	0,037	0,002
44	8	0,008	0,010	-0,002	0,363	0,016	0,003	0,236	0,689	0,653	0,035	0,002
45	6	0,006	0,010	-0,003	0,993	0,016	0,003	1,164	0,695	0,663	0,032	0,003
46	8	0,008	0,009	-0,001	0,227	0,016	0,003	0,130	0,703	0,672	0,031	0,001
47	2	0,002	0,009	-0,007	2,302	0,016	0,003	5,346	0,705	0,681	0,024	0,007

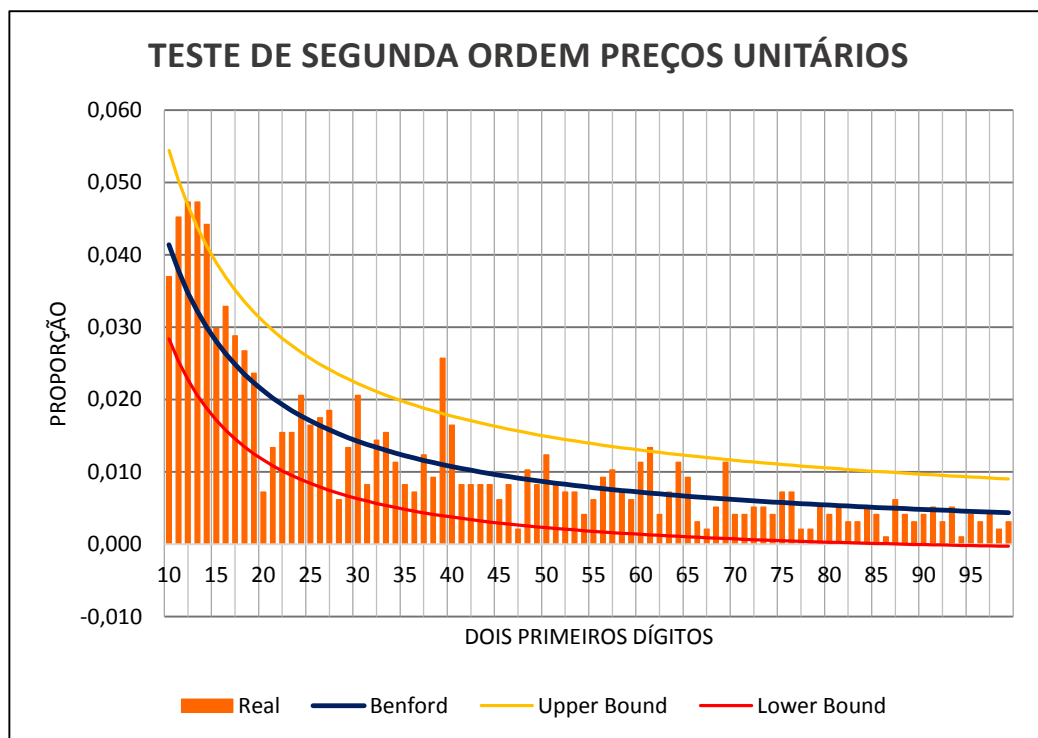
<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferen ça</i>	<i>Teste- Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>
48	10	0,010	0,009	0,001	0,303	0,015	0,003	0,190	0,715	0,690	0,025	0,001
49	8	0,008	0,009	-0,001	0,033	0,015	0,002	0,034	0,724	0,699	0,025	0,001
50	12	0,012	0,009	0,004	1,172	0,015	0,002	1,576	0,736	0,708	0,028	0,004
51	8	0,008	0,008	0,000	0,076	0,015	0,002	0,005	0,744	0,716	0,028	0,000
52	7	0,007	0,008	-0,001	0,226	0,014	0,002	0,137	0,751	0,724	0,027	0,001
53	7	0,007	0,008	-0,001	0,172	0,014	0,002	0,102	0,758	0,732	0,026	0,001
54	4	0,004	0,008	-0,004	1,264	0,014	0,002	1,817	0,763	0,740	0,022	0,004
55	6	0,006	0,008	-0,002	0,450	0,014	0,002	0,342	0,769	0,748	0,021	0,002
56	9	0,009	0,008	0,002	0,418	0,014	0,002	0,309	0,778	0,756	0,022	0,002
57	10	0,010	0,008	0,003	0,865	0,014	0,002	0,956	0,788	0,763	0,025	0,003
58	7	0,007	0,007	0,000	0,088	0,013	0,002	0,007	0,795	0,771	0,025	0,000
59	6	0,006	0,007	-0,001	0,262	0,013	0,001	0,171	0,802	0,778	0,023	0,001
60	11	0,011	0,007	0,004	1,436	0,013	0,001	2,308	0,813	0,785	0,028	0,004
61	13	0,013	0,007	0,006	2,305	0,013	0,001	5,467	0,826	0,792	0,034	0,006
62	4	0,004	0,007	-0,003	0,947	0,013	0,001	1,128	0,830	0,799	0,031	0,003
63	7	0,007	0,007	0,000	0,142	0,013	0,001	0,018	0,838	0,806	0,031	0,000
64	11	0,011	0,007	0,005	1,662	0,012	0,001	3,020	0,849	0,813	0,036	0,005
65	9	0,009	0,007	0,003	0,880	0,012	0,001	1,007	0,858	0,820	0,039	0,003
66	3	0,003	0,007	-0,003	1,227	0,012	0,001	1,771	0,861	0,826	0,035	0,003
67	2	0,002	0,006	-0,004	1,620	0,012	0,001	2,899	0,863	0,833	0,031	0,004
68	5	0,005	0,006	-0,001	0,310	0,012	0,001	0,222	0,868	0,839	0,030	0,001
69	11	0,011	0,006	0,005	1,928	0,012	0,001	3,981	0,880	0,845	0,035	0,005
70	4	0,004	0,006	-0,002	0,672	0,012	0,001	0,663	0,884	0,851	0,033	0,002
71	4	0,004	0,006	-0,002	0,640	0,011	0,001	0,617	0,888	0,857	0,031	0,002
72	5	0,005	0,006	-0,001	0,169	0,011	0,001	0,118	0,893	0,863	0,030	0,001
73	5	0,005	0,006	-0,001	0,135	0,011	0,001	0,098	0,898	0,869	0,029	0,001
74	4	0,004	0,006	-0,002	0,547	0,011	0,001	0,493	0,902	0,875	0,027	0,002
75	7	0,007	0,006	0,001	0,430	0,011	0,000	0,352	0,910	0,881	0,029	0,001
76	7	0,007	0,006	0,002	0,466	0,011	0,000	0,394	0,917	0,886	0,030	0,002
77	2	0,002	0,006	-0,004	1,368	0,011	0,000	2,186	0,919	0,892	0,027	0,004
78	2	0,002	0,006	-0,003	1,345	0,011	0,000	2,126	0,921	0,898	0,023	0,003
79	5	0,005	0,005	0,000	0,145	0,011	0,000	0,019	0,926	0,903	0,023	0,000
80	4	0,004	0,005	-0,001	0,373	0,011	0,000	0,297	0,930	0,908	0,022	0,001
81	5	0,005	0,005	0,000	0,086	0,010	0,000	0,007	0,935	0,914	0,021	0,000
82	3	0,003	0,005	-0,002	0,787	0,010	0,000	0,879	0,938	0,919	0,019	0,002
83	3	0,003	0,005	-0,002	0,763	0,010	0,000	0,839	0,941	0,924	0,017	0,002
84	5	0,005	0,005	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,947	0,929	0,017	0,000
85	4	0,004	0,005	-0,001	0,237	0,010	0,000	0,180	0,951	0,934	0,016	0,001
86	1	0,001	0,005	-0,004	1,653	0,010	0,000	3,090	0,952	0,940	0,012	0,004
87	6	0,006	0,005	0,001	0,350	0,010	0,000	0,284	0,958	0,944	0,013	0,001
88	4	0,004	0,005	-0,001	0,160	0,010	0,000	0,126	0,962	0,949	0,013	0,001
89	3	0,003	0,005	-0,002	0,624	0,010	0,000	0,628	0,965	0,954	0,011	0,002
90	4	0,004	0,005	-0,001	0,110	0,010	0,000	0,096	0,969	0,959	0,010	0,001
91	5	0,005	0,005	0,000	0,189	0,010	0,000	0,032	0,974	0,964	0,011	0,000
92	3	0,003	0,005	-0,002	0,558	0,010	0,000	0,538	0,977	0,968	0,009	0,002
93	5	0,005	0,005	0,000	0,017	0,009	0,000	0,051	0,983	0,973	0,009	0,000
94	1	0,001	0,005	-0,004	1,520	0,009	0,000	2,695	0,984	0,978	0,006	0,004
95	4	0,004	0,005	0,000	0,214	0,009	0,000	0,041	0,988	0,982	0,005	0,000
96	3	0,003	0,005	-0,001	0,474	0,009	0,000	0,434	0,991	0,987	0,004	0,001

Dígito	Cont.	Real	Benford	Diferença	Teste-Z	Upper Bound	Lower Bound	QQ	K-S	DMA		
97	4	0,004	0,004	0,000	0,170	0,009	0,000	0,026	0,995	0,991	0,004	0,000
98	2	0,002	0,004	-0,002	0,946	0,009	0,000	1,222	0,997	0,996	0,001	0,002
99	3	0,003	0,004	-0,001	0,413	0,009	0,000	0,366	1,000	1,000	0,000	0,001
N	973			χ^2 Real				126,949	Supremo	0,062	MDA	
				χ^2 Limite				112,02	K-S Limite	0,044	0,0031	

Como já advertido por Nigrini (2012), em função da distribuição obtida nesse teste ser usualmente *quase Benford*, ele sugere que, para acessar a conformidade, ou se olhe para o resultado fazendo um julgamento subjetivo ou se use o MDA com fronteiras mais liberais. Os limites estipulados pelo autor para o MDA, em exame aos dois primeiros dígitos, indicariam uma não conformidade para um valor acima de 0,0022.

Os resultados demonstraram que a distribuição extrapolou razoavelmente todos os valores críticos definidos, inclusive o MDA. Dessa maneira, sinalizou-se uma baixa conformidade ou desconformidade dos dados com a distribuição de Benford.

Gráfico 57 – Teste de Segunda Ordem para os preços unitários da Arena da Amazônia



3.2.1.7. Teste dos Dois Últimos Dígitos

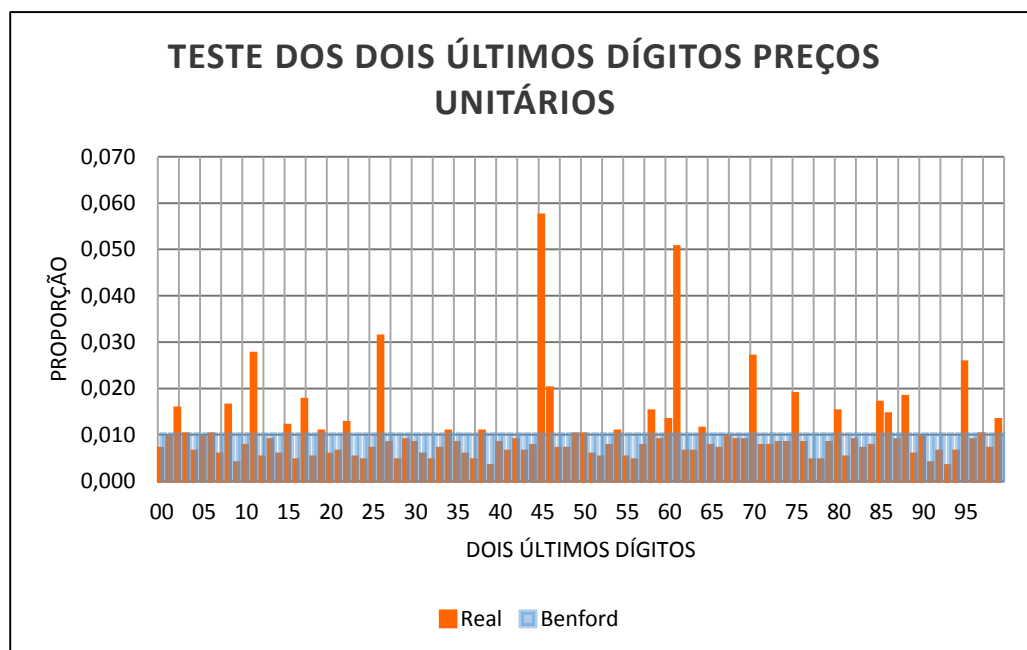
Esse teste identifica duplicações anormais no lado direito dos números em um banco de dados. Picos no gráfico das frequências dos dois últimos dígitos podem indicar erros, números fictícios, ou arredondamento excessivo. Os resultados estão apresentados em tabela e na forma gráfica, conforme se observa a seguir.

Tabela 94 – Teste dos Dois Últimos Dígitos para os preços unitários da Arena da Amazônia

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
00	11	0,007	0,01	-0,003	50	16	0,010	0,01	0,000
01	15	0,009	0,01	-0,001	51	9	0,006	0,01	-0,004
02	25	0,016	0,01	0,006	52	8	0,005	0,01	-0,005
03	16	0,010	0,01	0,000	53	12	0,007	0,01	-0,003
04	10	0,006	0,01	-0,004	54	17	0,011	0,01	0,001
05	15	0,009	0,01	-0,001	55	8	0,005	0,01	-0,005
06	16	0,010	0,01	0,000	56	7	0,004	0,01	-0,006
07	9	0,006	0,01	-0,004	57	12	0,007	0,01	-0,003
08	26	0,016	0,01	0,006	58	24	0,015	0,01	0,005
09	6	0,004	0,01	-0,006	59	14	0,009	0,01	-0,001
10	12	0,007	0,01	-0,003	60	21	0,013	0,01	0,003
11	44	0,027	0,01	0,017	61	81	0,050	0,01	0,040
12	8	0,005	0,01	-0,005	62	10	0,006	0,01	-0,004
13	14	0,009	0,01	-0,001	63	10	0,006	0,01	-0,004
14	9	0,006	0,01	-0,004	64	18	0,011	0,01	0,001
15	19	0,012	0,01	0,002	65	12	0,007	0,01	-0,003
16	7	0,004	0,01	-0,006	66	11	0,007	0,01	-0,003
17	28	0,017	0,01	0,007	67	15	0,009	0,01	-0,001
18	8	0,005	0,01	-0,005	68	14	0,009	0,01	-0,001
19	17	0,011	0,01	0,001	69	14	0,009	0,01	-0,001
20	9	0,006	0,01	-0,004	70	43	0,027	0,01	0,017
21	10	0,006	0,01	-0,004	71	12	0,007	0,01	-0,003
22	20	0,012	0,01	0,002	72	12	0,007	0,01	-0,003
23	8	0,005	0,01	-0,005	73	13	0,008	0,01	-0,002
24	7	0,004	0,01	-0,006	74	13	0,008	0,01	-0,002
25	11	0,007	0,01	-0,003	75	30	0,019	0,01	0,009
26	50	0,031	0,01	0,021	76	13	0,008	0,01	-0,002
27	13	0,008	0,01	-0,002	77	7	0,004	0,01	-0,006
28	7	0,004	0,01	-0,006	78	7	0,004	0,01	-0,006
29	14	0,009	0,01	-0,001	79	13	0,008	0,01	-0,002
30	13	0,008	0,01	-0,002	80	24	0,015	0,01	0,005
31	9	0,006	0,01	-0,004	81	8	0,005	0,01	-0,005
32	7	0,004	0,01	-0,006	82	14	0,009	0,01	-0,001
33	11	0,007	0,01	-0,003	83	11	0,007	0,01	-0,003

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
34	17	0,011	0,01	0,001	84	12	0,007	0,01	-0,003
35	13	0,008	0,01	-0,002	85	27	0,017	0,01	0,007
36	9	0,006	0,01	-0,004	86	23	0,014	0,01	0,004
37	7	0,004	0,01	-0,006	87	14	0,009	0,01	-0,001
38	17	0,011	0,01	0,001	88	29	0,018	0,01	0,008
39	5	0,003	0,01	-0,007	89	9	0,006	0,01	-0,004
40	13	0,008	0,01	-0,002	90	15	0,009	0,01	-0,001
41	10	0,006	0,01	-0,004	91	6	0,004	0,01	-0,006
42	14	0,009	0,01	-0,001	92	10	0,006	0,01	-0,004
43	10	0,006	0,01	-0,004	93	5	0,003	0,01	-0,007
44	12	0,007	0,01	-0,003	94	10	0,006	0,01	-0,004
45	92	0,057	0,01	0,047	95	41	0,025	0,01	0,015
46	32	0,020	0,01	0,010	96	14	0,009	0,01	-0,001
47	11	0,007	0,01	-0,003	97	16	0,010	0,01	0,000
48	11	0,007	0,01	-0,003	98	11	0,007	0,01	-0,003
49	16	0,010	0,01	0,000	99	21	0,013	0,01	0,003

Gráfico 58 – Teste dos Dois Últimos Dígitos para os preços unitários da Arena da Amazônia



Ao contrário do que ocorreu em outras análises, o dígito 00 não prevaleceu em relação aos demais. Além disso, muitos dos picos observados não eram múltiplos de 5, o que mostra que não houve um arredondamento excessivo dos preços.

3.2.1.8. Modelo Fator de Distorção

O Modelo Fator de Distorção visa a verificar se os dados foram super ou subestimados após manipulados, e dá a extensão da distorção.

Tabela 95 – Modelo Fator de Distorção para os preços unitários da Arena da Amazônia

MODELO FATOR DE DISTORÇÃO CUSTOS UNITÁRIOS		
Média real	Fator de Distorção	Z Estatístico
38,8363	-0,00569	-0,35766
Média esperada	Desvio Padrão	
39,0585	0,01591	

Os resultados mostram que a média real foi inferior à média esperada, o que sugere uma subestimação dos dados. Contudo, o Z Estatístico não superou a barreira de 1,96, o que indicou que a discrepância encontrada não foi significativa em um nível de 0,05.

3.2.1.9. Base Logarítmica da Lei de Benford

O objetivo desse teste foi verificar se as mantissas dos logaritmos dos dados eram uniformemente distribuídas ao longo do intervalo de [0,1), atendendo a uma propriedade da Lei de Benford.

Para testar essa propriedade das mantissas, utilizou-se a regressão linear, em que se testou o intercepto, a inclinação e o R-Quadrado. A variável y é o conjunto das mantissas ordenadas e a variável x é o rank (1, 2, 3, ..., N).

Gráfico 59 – Distribuição das mantissas dos logaritmos dos preços unitários da Arena da Amazônia

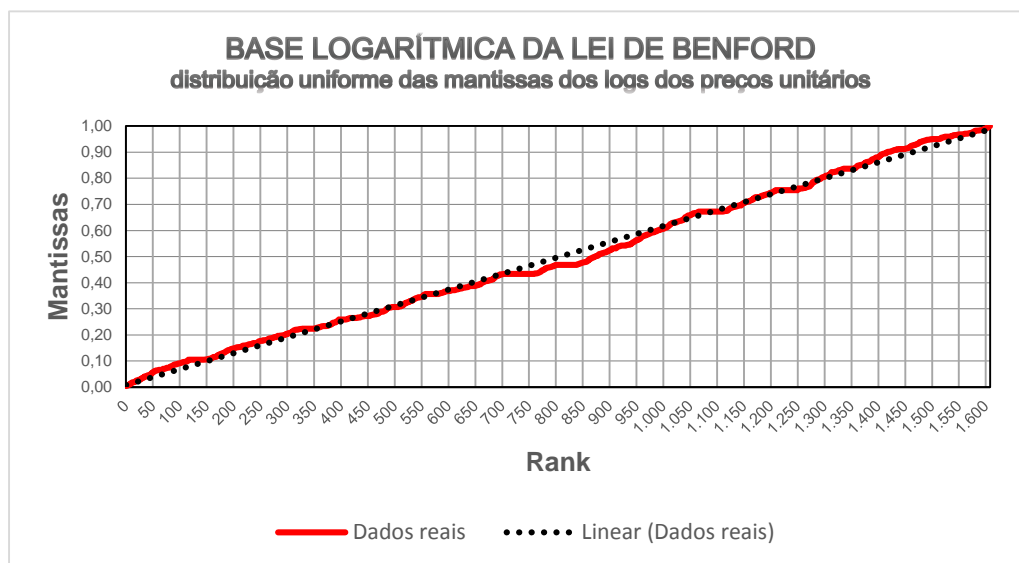


Tabela 96 – Regressão linear (preços unitários - da Arena da Amazônia)

BASE LOGARÍTMICA DA LEI DE BENFORD PREÇOS TOTAIS - REGRESSÃO LINEAR				
	R ²	INCLINAÇÃO	INTERCEPTO	EQUAÇÃO
Real	0,995876507	0,00060966	0,007730373	$y = 0,00060966x + 0,00773$
Esperado	1	0,00062150	0	$y = 0,0006215x$

O desempenho da Arena da Amazônia neste teste foi mais pobre que o desempenho das demais obras, mostrando distorções em alguns trechos do gráfico.

3.2.1.10. Mantissa Arc Test

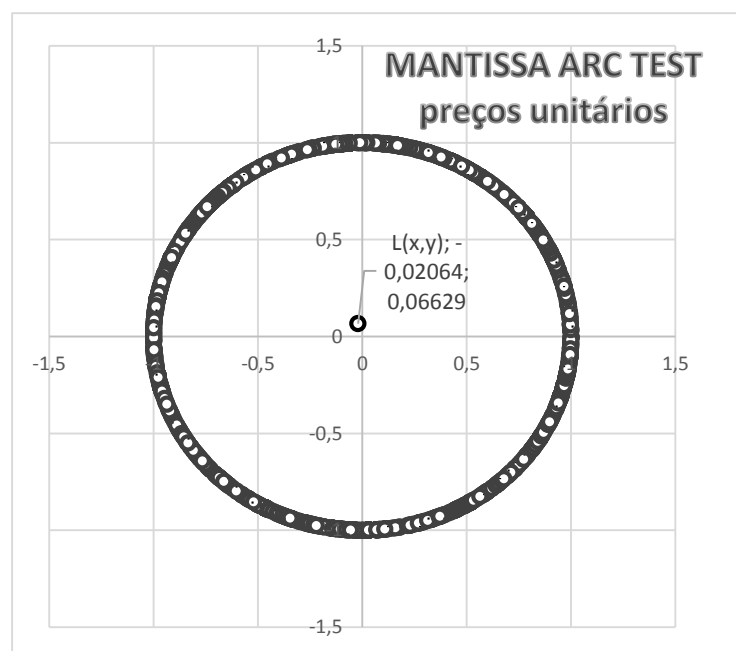
Os resultados do teste em questão foram apresentados na tabela e no gráfico seguintes.

Tabela 97 – Mantissa Arc Test preços unitários da Arena da Amazônia

MANTISSA ARC TEST PREÇOS UNITÁRIOS	
Lx	-0,02064
Ly	0,06629
L ²	0,004820548
P-VALOR	1,00
P-VALOR (adaptado)	0,05492

O p-valor deste teste atingiu o valor de 1,0 e, mesmo que fosse adotado o termo $\sqrt[3]{N}$ no lugar de N no cálculo ($p\text{-valor} = 1 - e^{-L^2 \times N}$), como sugerido por Nigrini (2012), obter-se-ia 0,05492 que é superior ao limite de 0,05. Isso mostrou que as mantissas dos logaritmos dos valores analisados não se distribuíam uniformemente.

Gráfico 60 – Mantissa Arc Test preços unitários da Arena da Amazônia



3.3. Confronto entre as duas análises:

Inicialmente, cabe ressaltar que não foram considerados, para fins da análise em tela, o sobrepreço apurado pelo TCU incidente sobre os quantitativos e sobre o item “Serviços agrupados do sistema de ar condicionado”, conforme já explicitado no item 2 deste trabalho. Então, o sobrepreço total de referência, sem se descontarem os subpreços, foi R\$ 82.760.310,41.

Dessa forma, feitas as devidas adequações, os parâmetros numéricos que nortearam a elaboração dos testes apresentados estão consubstanciados na tabela a seguir:

Tabela 98. Análise de sobrepreço do TCU adaptada- Arena da Amazônia.

Atividade	UNID	Orçamento do Projeto Executivo			TCU			Sobrepreço TCU	Sobrepreço sem descontar subpreços
		Quantidade	Preço Unitário	Preço Total	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total		
Cobertura em balanço com malha de vigas de aço intertravadas para revestimento com membrana têxtil em fibra de vidro PTFE.	KG	3.510.000,00	22,00	77.224.674,84	3.510.000,00	22,00	77.224.674,84	0,00	0,00
Fachada em malhas "x" de vigas intertravadas para revestimento com membrana têxtil em fibra de vidro PTFE	KG	2.749.000,00	22,00	60.481.661,29	2.749.000,00	22,00	60.481.661,29	0,00	0,00
Administração local - projeto executivo	URAL	36	1.670.300,47	60.130.816,75	36	1.054.170,93	37.950.153,48	22.180.663,27	22.180.663,27
Membrana têxtil em fibra de vidro PTFE	M2	31.000,00	1.683,07	52.175.170,00	31.000,00	1.398,33	43.348.146,55	8.827.023,45	8.827.023,45
Ferragem de aço Ca-50 a	KG	5.108.143,68	8,32	42.474.214,69	5.108.143,68	7,29	37.238.367,43	5.235.847,26	5.235.847,26
Concreto fck 40 mpa alto desempenho (CAD) com adição de microsilica e fibra de polipropileno	M3	30.847,21	816,8	25.196.001,14	30.847,21	626,85	19.336.575,68	5.859.425,46	5.859.425,46
Assento retrátil - geral	UN	40.761,00	383,69	15.639.588,09	40.761,00	373,2	15.212.005,20	427.582,89	427.582,89
Projeto executivo	CJ	1,00	14.823.440,85	14.823.440,85	1,00	15.450.000,00	15.450.000,00	-626.559,15	0,00
Concreto especial estaca hélice - fck 20 mpa auto-adensável	M3	17.626,32	810,42	14.284.722,25	17.626,32	653,65	11.521.444,07	2.763.278,18	2.763.278,18
Forma plana aparente chapa compensada plastificada de 18 mm, com acabamento de quinas, com 3 reaproveitamentos.	M2	139.441,17	91,08	12.700.301,77	139.441,17	45,27	6.312.501,77	6.387.800,00	6.387.800,00
Serviços agrupados do sistema de ar condicionado (excluindo os dutos)	TR	ITEM DESCONSIDERADO NA ANÁLISE							
Concreto pré-moldado fck 40 mpa alto desempenho (CAD) com adição de microsilica e fibra de polipropileno	M3	7.378,56	1.389,28	10.250.885,84	7.378,56	1.182,39	8.724.335,56	1.526.550,28	1.526.550,28
Concreto fck=35 mpa	M3	10.373,80	785,82	8.161.718,53	10.373,80	594,56	6.167.846,53	1.993.872,00	1.993.872,00
Demolição mecanizada de estrutura de concreto armado, exceto pisos ou pavimentos, com tesoura hidráulica, pulverizador hidráulico ou rompedor hidráulico acoplada em escavadeira sobre esteira.	M3	23.846,83	327,53	7.810.552,23	23.846,83	79,48	1.895.352,29	5.915.199,94	5.915.199,94

Atividade	UNID	Orçamento do Projeto Executivo			TCU			Sobrepço TCU	Sobrepço sem descontar subpreços
		Quantidade	Preço Unitário	Preço Total	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total		
Transportes - projeto executivo	MÊS	36	205.763,26	7.407.477,36	36	190.511,39	6.858.409,99	549.067,37	549.067,37
Transporte, lançamento e espalhamento de material escavado de 1ª categoria dmt 10 a 15 km.	M3	325.934,00	21,85	7.121.657,90	325.934,00	18,69	6.093.153,19	1.028.504,71	1.028.504,71
Cimbramento metálico	M3	180.118,07	34,02	6.127.616,74	180.118,07	38,62	6.956.159,67	-828.542,93	0,00
Impermeabilização com manta ASF. 3 mm, tipo iii-b, EI, ou similar, aderida com asfalto oxidado + manta ASF. Sbs, 4 mm, tipo iii-b, EI, ou similar, aderida com asfalto oxidado.	M2	41.649,69	144,31	6.010.466,76	41.649,69	147,45	6.141.291,64	-130.824,88	0,00
Locação de grua móvel sobre trilhos com altura 50m < h < 60m, lança de 55m, capacidade de carga 10ton, incluindo: operação, manutenção, segur, contra peso e frete.	EQ	28,00	211.388,39	5.918.874,92	28,00	189.567,97	5.307.903,16	610.971,76	610.971,76
Dutos convencionais, em seção retangular e em chapa de aço galvanizada, e espessuras recomendadas na norma da ABNT, completos com suportes em perfis de chapa dobrada em aço galvanizado, acessórios para sustentação e fixação e demais complementos, com isolamento térmico em manta de lã de vidro com barreira de vapor em filme de alumínio, com espessura de 38 mm e densidade de 20 kg/m3.	KG	51.200,00	80,82	4.137.984,00	51.200,00	22,85	1.169.920,00	2.968.064,00	2.968.064,00
Locação de guindaste sobre pneus, lança treliçada com operador capacidade nominal de 140 ton.	EQ	20,00	201.853,99	4.037.079,80	20,00	155.029,20	3.100.584,00	936.495,80	936.495,80
Dutos convencionais, em seção retangular e em chapa de aço galvanizada, e espessuras recomendadas na norma da ABNT, completos com suportes em perfis de chapa dobrada em aço galvanizado, acessórios para sustentação e fixação e demais complementos.	KG	83.298,00	43,63	3.634.291,74	83.298,00	20,81	1.733.250,07	1.901.041,67	1.901.041,67
Switch acesso, 24 portas, 10/100/1000mb, Poe full, 2xsfp 10gb mm, lc	UN	81,00	38.603,60	3.126.891,60	NÃO FOI ANALISADO				
Fornecimento e instalação de guarda corpo metálico	KG	110.080,25	28,13	3.096.557,43	NÃO FOI ANALISADO				
Estaca escavada tipo hélice contínua, com diâmetro 80 cm, capacidade nominal para 2510 kn.	M	18.784,00	157,54	2.959.231,36	18.784,00	149,77	2.813.279,68	145.951,68	145.951,68

Atividade	UNID	Orçamento do Projeto Executivo			TCU			Sobrepço TCU	Sobrepço sem descontar subpreços
		Quantidade	Preço Unitário	Preço Total	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total		
Forma plana aparente chapa compensada plastificada de 18 mm, com acabamento de quinas, com 2 reaproveitamentos.	M2	31.736,15	91,08	2.890.528,54	31.736,15	45,27	1.436.695,44	1.453.833,10	1.453.833,10
Telão para projeção (placares)	M2	80,00	34.965,03	2.797.202,40	80,00	13.798,86	1.103.908,80	1.693.293,60	1.693.293,60
Corte de aço (vergalhão), inclusive remoção do local após serviços de demolição de concreto, incluindo sua comercialização.	KG	1.216.188,44	2,13	2.590.481,38	1.216.188,44	0,38	460.854,48	2.129.626,90	2.129.626,90
Forma plana aparente chapa compensada plastificada de 18 mm, com acabamento de quinas.	M2	27.369,42	91,08	2.492.806,77	27.369,42	45,27	1.239.013,64	1.253.793,13	1.253.793,13
Dutos convencionais, em seção retangular e em chapa preta, e espessuras recomendadas na norma da ABNT, completos com suportes em perfis de chapa dobrada em aço, acessórios para sustentação e fixação e demais complementos, com isolamento em manta de lã cerâmica com espessura de 38 mm e densidade de 95 kg/m3.	KG	36.000,00	64,69	2.328.840,00	36.000,00	38,58	1.388.985,39	939.854,61	939.854,61
Elevador sem casa de máquina 5 paradas 26 passageiros capacidade de carga 1610 kg	UN	6,00	360.383,13	2.162.298,78	6,00	360.383,13	2.162.298,78	0,00	0,00
Switch core, xx portas sfp 10gb mm, 48 portas rj45, 2xsup, 2xfontes	UN	2,00	1.044.451,08	2.088.902,16	NÃO FOI ANALISADO				
Cubículo blindado - com medição (conf. Diagrama DES. MAN-712-4-00-EU00-01-ROO).	CJ	1,00	1.961.122,65	1.961.122,65	NÃO FOI ANALISADO				
Desmontagem / retirada de cobertura em estrutura metálica	KG	680.733,47	2,85	1.940.090,39	680.733,47	0,32	217.834,71	1.722.255,68	1.722.255,68
Pintura látex acrílico em parede com duas demãos, sem massa corrida.	M2	108.347,15	17,20	1.863.570,98	108.347,15	13,22	1.432.172,62	431.398,36	431.398,36
Implantação do canteiro de obras (infraestrutura / edificações / mobiliário)	M2	2.005,00	929,26	1.863.166,30	NÃO FOI ANALISADO				
Estaca escavada tipo hélice contínua, com diâmetro 60 cm, capacidade nominal para 1415 kn.	M	14.515,00	121,1	1.757.766,50	14.515,00	106,28	1.542.654,20	215.112,30	215.112,30
Manutenção de canteiros	MÊS	36,00	46.001,69	1.656.060,84	36,00	45.653,22	1.643.515,92	12.544,92	12.544,92

Atividade	UNID	Orçamento do Projeto Executivo			TCU			Sobrepço TCU	Sobrepço sem descontar subpreços
		Quantidade	Preço Unitário	Preço Total	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total		
Forma plana comum compensado resinado 12 mm com 3 reaproveitamentos	M2	28.550,00	57,67	1.646.478,50	28.550,00	54,91	1.567.680,50	78.798,00	78.798,00
Divisória sanitária em painéis especiais anti vandalismo, em laminado estrutural TS 12 mm, unicolor, acabamento matte dupla face, linha alcoplac vc anti vandalismo, neocon, h= 1,80m (incluso portas).	M2	2.540,76	640,19	1.646.478,50	2.540,76	549,72	1.396.706,59	249.771,91	249.771,91
Informática / telecomunicação (equipamentos / softwares / licenças)	MÊS	4,00	391.268,92		NÃO FOI ANALISADO				
Placas de gesso acartonado - acústica ET – 09.29.00 – 01	M2	7.338,10	211,7	1.553.475,77	7.338,10	108,31	794.799,88	758.675,89	758.675,89
Escavação e carga de material de 1ª categoria	M3	408.051,00	3,70	1.509.788,70	408.051,00	2,20	899.750,32	610.038,38	610.038,38
Forro modular com alta performance acústica, 625x625mm, constituído por chapa de aço expandida com espuma isolante.	M2	8.117,31	184,84	1.500.403,58	8.117,31	188,34	1.528.814,17	-28.410,59	0,00
Barramento blindado em alumínio com conexões e acessórios - 1600a	M	420,00	3.542,88	1.488.009,60	NÃO FOI ANALISADO				
Transporte, lançamento e espalhamento de material escavado de 1ª categoria dmt 5 a 10 km.	M3	93.124,00	13,58	1.264.623,92	93.124,00	14,27	1.328.437,47	-63.813,55	0,00
Piso especial tipo granilite cor referência RAL7023	M2	15.967,95	71,06	1.134.682,53	15.967,95	70,21	1.121.126,69	13.555,84	13.555,84
Emassamento de parede externa com massa acrílica com duas demãos, para pintura látex.	M2	118.168,55	8,55	1.010.341,10	118.168,55	9,46	1.117.874,48	-107.533,38	0,00
Vidro laminado temperado espessura de 10 mm - fornecimento e instalação	M2	1.862,14	490,61	913.584,51	1.862,14	382,47	712.215,71	201.368,80	201.368,80
Carga, transporte, descarga e espalhamento do material de entulho, em bota-fora dmt de 1 km.	M3	71.487,91	12,02	859.284,68	71.487,91	7,28	520.336,32	338.948,36	338.948,36
Carga, transporte, descarga e espalhamento do material escavado, em bota-fora dmt de 15 km.	M3	26.944,13	27,05	728.838,72	26.944,13	19,54	526.503,97	202.334,75	202.334,75
Impermeabilização com manta ASF. 3 mm, tipo iii-b, EI, ou similar, aderida com asfalto oxidado + banho de asfalto oxidado (2kg/m²).	M2	6.629,14	110,27	730.995,27	6.629,14	97,93	649.201,14	81.794,13	81.794,13

Atividade	UNID	Orçamento do Projeto Executivo			TCU			Sobrepço TCU	Sobrepço sem descontar subpreços
		Quantidade	Preço Unitário	Preço Total	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total		
Locação de sistema de trilhos para grua móvel sobre trilhos, incluindo: mobilização e desmobilização dos trilhos, base de fundação dos trilhos e seguro.	MÊS	14,00	97.714,22	1.367.999,08	14,00	97.714,22	1.367.999,08	0,00	0,00
Montagem e desmontagem de grua, incluindo mão de obra, equipamentos de apoio (guindastes auxiliares, gerador, máquina de solda, outros) e testes.	UN	2,00	356.403,46	712.806,92	2,00	211.870,09	423.740,18	289.066,74	289.066,74
Assentos rebatível vip - com estrutura metálica, assento e encosto em compensado, espuma de alta densidade revestida (12 63 00-2).	UN	1.400,00	1.034,98	1.448.972,00	1.400,00	995,21	1.393.294,00	55.678,00	55.678,00
Assentos rebatível vip/hospitalidade, com estrutura metálica, assento e encosto em compensado, espuma de alta densidade revestida (12 63 00-2).	UN	2.252,00	623,33	1.403.739,16	2.252,00	486,29	1.095.125,08	308.614,08	308.614,08
Assentos para espectadores, rebatível com estrutura metálica assento em polipropileno injetado resistente a fogo e raios uv, numerados. Para espectadores obesos (12 63 00-3)	UN	50,00	999,69	49.984,50	50,00	643,43	32.171,50	17.813,00	17.813,00
Assentos rebatível vip - com estrutura metálica, assento e encosto em compensado, espuma de alta densidade revestida para espectadores obesos (12 63 00-4).	UN	17,00	1.446,61	24.592,37	17,00	1.391,03	23.647,51	944,86	944,86
Grama sintética	M2	3.177,13	135,49	430.469,34	3.177,13	137,68	437.427,26	-6.957,92	0,00
Estaca escavada tipo hélice contínua, com diâmetro 30 cm, capacidade nominal para 350 kn.	M	17.999,00	81,6	1.468.718,40	17.999,00	56,94	1.024.863,06	443.855,34	443.855,34
							Amostra analisada	492.594.332,98	
							% Amostra	79,97%	
							Sobrepço	80.967.668,01	82.760.310,41
							% Sobrepço	16,44%	

Os resultados dos Testes Primários apontaram para os dígitos 12, 16, 18, 22, 27, 29, 47, 56, 68, 81, 89, 91, 92, 93 e 96.

Já o Teste de Soma identificou valores excessivos para as proporções do 10, 12, 14, 16, 19, 87, 93 e 96.

Percebeu-se que os dígitos 12, 16, 93 e 96 foram apontados em ambas as análises como excessivos e, por isso, possuíam maior risco de estarem superestimados.

Para uma auditoria, seria recomendável uma análise a priori dos valores contendo esses dígitos para depois se examinar o restante.

Ao se confrontarem esses dígitos com a análise de preços do TCU, obteve-se o seguinte resultado:

Tabela 99 – Confronto entre os dois primeiros dígitos mais críticos e a análise de preços do TCU - Arena da Amazônia.

Dígitos	Descrição	Preço Unitário Projeto	Sobrepço TCU
12	Estaca escavada tipo hélice contínua, com diâmetro 60 cm, capacidade nominal para 1415 kn.	121,10	215.112,30
	Carga, transporte, descarga e espalhamento do material de entulho, em bota-fora dmt de 1 km.	12,02	338.948,36
16	Administração local - projeto executivo	1.670.300,47	22.180.663,27
	Membrana têxtil em fibra de vidro PTFE	1.683,07	8.827.023,45
		Total	31.561.747,38

Observou-se que quatro itens da Curva ABC possuíam os dois primeiros dígitos dos preços unitários 12 ou 16, e que o somatório do sobrepreço para esses serviços foi R\$ 31.561.747,38 (38,14% do sobrepreço total = R\$ 82.760.310,41).

Ressaltou-se que o item Administração Local –Projeto Executivo representava o serviço com o maior sobrepreço da obra (R\$ 22.180.663,27). Seus primeiros dígitos 1 e 6, além de terem sido identificados pelo Teste de Soma como materialmente

relevantes, foram apontados pelo Teste dos Dois Primeiros Dígitos como excessivamente frequentes na planilha.

Os dígitos 93 e 96 não foram identificados em itens com sobrepreço na Curva ABC. Eles provavelmente se relacionam a itens não analisados pelo TCU.

Cabe ressaltar que ainda remanesceu cerca de 20% da planilha orçamentária e os itens do sistema de ar condicionado individualmente, o quais não foram examinados pela Corte de Contas.

Após a análise dos dois primeiros dígitos mais críticos, procedeu-se à verificação dos demais.

Tabela 100 – Confronto entre os dois primeiros dígitos e a análise de preços do TCU - Arena da Amazônia.

Dígitos	Descrição	Preço unitário projeto	Sobrepreço TCU
10	Assentos rebatível vip - com estrutura metálica, assento e encosto em compensado, espuma de alta densidade revestida (12 63 00-2).	1.034,98	55.678,00
14	Assentos rebatível vip - com estrutura metálica, assento e encosto em compensado, espuma de alta densidade revestida para espectadores obesos (12 63 00-4).	1.446,61	944,86
27	Carga, transporte, descarga e espalhamento do material escavado, em bota-fora dmt de 15 km.	27,05	202.334,75
81	Concreto fck 40 mpa alto desempenho (CAD) com adição de microssílica e fibra de polipropileno	816,80	5.859.425,46
	Concreto especial estaca hélice - fck 20 mpa auto-adensável	810,42	2.763.278,18
	Estaca escavada tipo hélice contínua, com diâmetro 30 cm, capacidade nominal para 350 kn.	81,60	443.855,34
91	Forma plana aparente chapa compensada plastificada de 18 mm, com acabamento de quinas, com 3 reaproveitamentos.	91,08	6.387.800,00
	Forma plana aparente chapa compensada plastificada de 18 mm, com acabamento de quinas, com 2 reaproveitamentos.	91,08	1.453.833,10
	Forma plana aparente chapa compensada plastificada de 18 mm, com acabamento de quinas.	91,08	1.253.793,13
		Total	18.420.942,82

Com base na tabela anterior, identificaram-se mais 9 itens da Curva ABC apontados pelo TCU com sobrepreço, que foram detectados pelo Teste dos Dois Primeiros Dígitos e pelo Teste de Soma.

Por fim, identificaram-se na Curva ABC alguns itens, cujo preço unitário representava um valor inferior a 10, ou seja, possuíam apenas o primeiro dígito. Esses valores não participaram, portanto, do Teste dos Dois Primeiros Dígitos e nem do Teste de Soma.

Dessa maneira, foi necessário recorrer ao Teste do Primeiro Dígito, no qual se verificou que os valores 2 e 8 apresentaram desconformidade com a Lei NB. Confrontando-se esses primeiros dígitos com os serviços que apresentaram sobrepreço na análise do TCU, encontraram-se os seguintes itens:

Tabela 101 – Análise dos dígitos com preço unitário inferior a 10 - Arena da Amazônia.

Dígitos	Descrição	Preço unitário projeto	Sobrepreço TCU
2	Corte de aço (vergalhão), inclusive remoção do local após serviços de demolição de concreto, incluindo sua comercialização.	2,13	2.129.626,90
	Desmontagem / retirada de cobertura em estrutura metálica	2,85	1.722.255,68
8	Ferragem de aço Ca-50 a	8,32	5.235.847,26
		Total	9.087.729,84

Somando-se os indícios de sobrepreço das 3 tabelas apresentadas anteriormente, encontrou-se o valor de R\$ 59.070.420,04, que representava 71,37% do sobrepreço total apurado pelo TCU (R\$ 82.760.310,41), sem se descontar os subpreços.

3.4. Conclusão:

O orçamento da obra de construção da Arena da Amazônia, analisado no trabalho em tela, totalizava R\$ 615.992.824,67 (valor do orçamento do projeto executivo).

Ao analisar o projeto executivo e o orçamento da obra, o TCU apurou uma série de irregularidades graves, dentre elas um valor a maior de R\$ 114.998.316,93, em uma amostra de 79,97% do valor do contrato, perfazendo 29,50% de sobrepreço. Nesse valor foram consideradas as divergências identificadas na análise de quantitativos, em que se demonstrou a majoração indevida do custo da obra em R\$ 4.322.115,74.

Após manifestação da Seinf, o sobrepreço foi reduzido para R\$ 86.544.009,11. Desse montante havia uma necessidade de redução adicional da ordem de R\$ 38 milhões, uma vez que os outros R\$ 48 milhões foram aceitos como sobrepreço pelo órgão estadual.

A Corte de Contas condicionou, então, a liberação de recursos pelo BNDES à adequação do orçamento apresentado, elidindo os indícios de sobrepreço, e à assinatura de termo aditivo formalizando as alterações no projeto e no orçamento.

Por fim, foi formalizado o Terceiro Termo Aditivo ao Contrato n 044/2010, acompanhado do orçamento da obra, no valor de R\$ 550.705.891,94, bem como os projetos executivos, não subsistindo mais óbices do TCU para a liberação do crédito.

Com relação aos testes da Lei NB realizados na planilha orçamentária da Arena da Amazônia, eles foram aplicados somente aos preços unitários e consistiram em: Teste do Primeiro Dígito, Teste do Segundo Dígito, Teste dos Dois Primeiros Dígitos e Teste de Soma.

Além desses, para se determinar o valor crítico até o qual os resultados das análises estariam em conformidade com a Lei NB, foram realizados os seguintes testes estatísticos: Teste Z, Qui-Quadrado, Kolmogorov-Smirnoff e Desvio Médio Absoluto.

Os preços totais não foram incluídos nos testes porque existiam dispersos na planilha vários serviços de natureza idêntica, resultando em vários preços totais e

várias quantidades para um mesmo preço unitário. Na Curva ABC traçada pelo TCU, todos os serviços que contemplavam vários itens na planilha foram agrupados, resultando em apenas um preço total para um mesmo preço unitário e uma mesma quantidade. Dessa maneira, para se chegar ao mesmo valor total dos serviços elencados na Curva ABC, era necessário somar-se todos os itens da planilha para um mesmo serviço.

Acontece que esses agrupamentos alterariam as frequências das distribuições dos primeiros dígitos, tanto para os preços unitários, quanto para os preços totais. Sendo assim, para não complicar os testes da Lei NB, que deveriam ser simples, e a fim de não trazer nenhum tipo de viés para a análise, realizou-se, no tocante a essa obra, apenas os testes da Lei NB aplicados aos preços unitários.

Considerando todos os testes aplicados, podemos afirmar que a planilha orçamentária da Arena da Amazônia, no que se refere aos preços unitários, não apresentou conformidade da distribuição de seus dígitos com a Lei de Benford.

Na análise individualizada dos valores, os dois primeiros dígitos 12 e 16 foram detectados no Teste dos Dois Primeiros Dígitos e no Teste de Soma. Constaram em quatro itens da Curva ABC, incluindo o serviço de maior sobrepreço da planilha, Administração Local e Manutenção do Canteiro (sobrepreço = R\$ 22.180.663,27). O valor a maior apurado nesses itens somava R\$ 31.561.747,38, incluso o BDI.

Além disso, foram identificados mais 12 serviços da Curva ABC com indícios de sobrepreço, cujos primeiros dígitos foram apontados nos testes da Lei NB. Somando-se todo o valor a maior observado nesses itens, encontrou-se o total de R\$ 59.070.420,04, que representava 71,37% do sobrepreço apurado pelo TCU (R\$ 82.760.310,41), sem se considerar os subpreços.

Ante todo o exposto, constatou-se a assertividade das análises de conformidade com a Lei NB na seleção de itens da planilha orçamentária da Arena da Amazônia que acabaram por ter seus preços reduzidos após fiscalização do TCU.

APÊNDICE 3 – CERTAMES LICITATÓRIOS

1. Construção da Torre de Controle e Edificações Destinadas ao Destacamento de Controle do Espaço Aéreo do Aeroporto Internacional de Salvador/BA

O objeto da licitação era a contratação de empresa para execução das obras/serviços de construção da torre de controle e edificações destinadas ao Destacamento de Controle do Espaço Aéreo do Aeroporto Internacional de Salvador (DTCEA) Deputado Luís Eduardo Magalhães.

A licitação em tela foi realizada pela Infraero em novembro de 2011, sob o Regime Diferenciado de Contratação (RDC) da Lei nº 12.462, de 05 de Agosto de 2011, em empreitada por preço global e sob o critério menor preço.

Para avaliar a conformidade de cada proposta apresentada com a Lei NB e comparar os resultados com a classificação final do certame, foram realizados os Testes Primários e o Modelo Fator de Distorção. Foram examinados os valores unitários e os valores totais, conforme mostrado a seguir.

1.1. Valores Unitários

1.1.1 Teste do Primeiro Dígito

Os Testes do Primeiro Dígito dos valores unitários de cada proposta estão exibidos a seguir.

Tabela 102 – Teste do Primeiro Dígito dos valores unitários Construtora NM Ltda.

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>			
1	281	0,324	0,301	0,023	1,423	1,490	0,324	0,301	0,023	0,023	
2	171	0,197	0,176	0,021	1,580	2,176	0,521	0,477	0,044	0,021	
3	102	0,118	0,125	-0,007	0,616	0,389	0,638	0,602	0,036	0,007	
4	89	0,103	0,097	0,006	0,494	0,274	0,741	0,699	0,042	0,006	
5	74	0,085	0,079	0,006	0,620	0,430	0,826	0,778	0,048	0,006	
6	58	0,067	0,067	0,000	0,021	0,000	0,893	0,845	0,048	0,000	
7	30	0,035	0,058	-0,023	2,882	8,221	0,927	0,903	0,024	0,023	
8	34	0,039	0,051	-0,012	1,507	2,382	0,967	0,954	0,013	0,012	
9	29	0,033	0,046	-0,013	1,690	2,991	1,000	1,000	0,000	0,013	
<i>N</i>	868	χ^2 Real				18,353	<i>Supremo</i>	0,048	<i>MDA</i>		
		χ^2 Limite				15,507	<i>K-S Limite</i>	0,046	0,012		

Observando-se os resultados dos testes, notou-se que o único dígito que não passou no Teste Z foi o 7, por ter tido frequência significativamente inferior à esperada. Além disso, os limites dos Testes QQ e K-S foram superados, enquanto o MDA mostrou uma conformidade aceitável.

Tabela 103 – Teste do Primeiro Dígito dos valores unitários Concrepxi Engenharia Ltda.

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>			
1	220	0,253	0,301	-0,048	3,078	6,783	0,253	0,301	0,048	0,048	
2	186	0,214	0,176	0,038	2,865	6,977	0,466	0,477	0,011	0,038	
3	119	0,137	0,125	0,012	0,986	0,942	0,603	0,602	0,001	0,012	
4	101	0,116	0,097	0,019	1,833	3,227	0,719	0,699	0,020	0,019	
5	63	0,072	0,079	-0,007	0,667	0,490	0,791	0,778	0,013	0,007	
6	48	0,055	0,067	-0,012	1,336	1,838	0,846	0,845	0,001	0,012	
7	53	0,061	0,058	0,003	0,287	0,122	0,907	0,903	0,004	0,003	
8	38	0,044	0,051	-0,007	0,912	0,928	0,951	0,954	0,003	0,007	
9	43	0,049	0,046	0,003	0,394	0,215	1,000	1,000	0,000	0,003	
<i>N</i>	871	χ^2 Real				21,523	<i>Supremo</i>	0,048	<i>MDA</i>		
		χ^2 Limite				15,507	<i>K-S Limite</i>	0,046	0,017		

Observando-se os resultados dos testes, notou-se que os dígitos 1 e 2 não passaram no Teste Z. O primeiro por ter tido frequência significativamente inferior à esperada e o segundo por ter superado a frequência esperada. Além disso, os limites dos Testes QQ, K-S e MDA foram superados.

Tabela 104 – Teste do Primeiro Dígito Consórcio FBS/DP Barr'os

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>		
1	258	0,296	0,301	-0,005	0,271	0,066	0,296	0,301	0,005	0,005
2	171	0,196	0,176	0,020	1,531	2,045	0,493	0,477	0,016	0,020
3	135	0,155	0,125	0,030	2,625	6,269	0,648	0,602	0,046	0,030
4	77	0,088	0,097	-0,009	0,800	0,663	0,736	0,699	0,037	0,009
5	60	0,069	0,079	-0,010	1,044	1,128	0,805	0,778	0,027	0,010
6	64	0,073	0,067	0,006	0,697	0,546	0,878	0,845	0,033	0,006
7	36	0,041	0,058	-0,017	2,032	4,172	0,920	0,903	0,017	0,017
8	43	0,049	0,051	-0,002	0,142	0,045	0,969	0,954	0,015	0,002
9	27	0,031	0,046	-0,015	2,033	4,261	1,000	1,000	0,000	0,015
<i>N</i>	<i>871</i>	χ^2 Real			<i>19,195</i>	<i>Supremo</i>	<i>0,046</i>	<i>MDA</i>		
		χ^2 Limite			<i>15,507</i>	<i>K-S Limite</i>	<i>0,046</i>	<i>0,013</i>		

Os resultados mostraram que os dígitos 3, 7 e 9 não passaram no Teste Z. O primeiro por ter tido a frequência significativamente superior à esperada e os demais por terem tido a frequência inferior à da Lei NB. Os dados também não passaram no Teste QQ, mas passaram no Teste K-S e mostraram uma conformidade marginal no MDA.

Tabela 105 – Teste do Primeiro Dígito dos valores unitários Consórcio MPE/EPC Construções

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>		
1	193	0,222	0,301	-0,079	5,053	18,112	0,222	0,301	0,079	0,079
2	166	0,191	0,176	0,015	1,102	1,083	0,413	0,477	0,064	0,015
3	161	0,185	0,125	0,060	5,305	25,104	0,598	0,602	0,004	0,060
4	95	0,109	0,097	0,012	1,158	1,334	0,707	0,699	0,008	0,012
5	60	0,069	0,079	-0,010	1,034	1,109	0,776	0,778	0,002	0,010
6	69	0,079	0,067	0,012	1,384	1,968	0,855	0,845	0,010	0,012
7	59	0,068	0,058	0,010	1,166	1,445	0,923	0,903	0,020	0,010
8	24	0,028	0,051	-0,023	3,062	9,352	0,951	0,954	0,003	0,023
9	43	0,049	0,046	0,003	0,401	0,222	1,000	1,000	0,000	0,003
<i>N</i>	<i>870</i>	χ^2 Real			<i>59,729</i>	<i>Supremo</i>	<i>0,078</i>	<i>MDA</i>		
		χ^2 Limite			<i>15,507</i>	<i>K-S Limite</i>	<i>0,046</i>	<i>0,025</i>		

Os resultados mostraram que os dígitos 1, 3 e 8 não passaram no Teste Z. O segundo por ter tido a frequência significativamente superior à esperada e os demais por terem tido a frequência inferior à da Lei NB. Além disso, os limites dos Testes QQ,

K-S e MDA foram superados e mostraram o pior desempenho dentre as quatro planilhas avaliadas.

1.1.2 Teste do Segundo Dígito

Os Testes do Segundo Dígito de cada proposta estão exibidos a seguir.

Tabela 106 – Teste do Segundo Dígito dos valores unitários Construtora NM Ltda.

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>		<i>MDA</i>		
<i>0</i>	86	0,110	0,120	-0,010	0,770	0,599	0,110	0,120	0,010	0,010	
<i>1</i>	106	0,136	0,114	0,022	1,882	3,329	0,246	0,234	0,012	0,022	
<i>2</i>	82	0,105	0,109	-0,004	0,277	0,100	0,352	0,343	0,009	0,004	
<i>3</i>	83	0,107	0,104	0,003	0,174	0,049	0,458	0,447	0,011	0,003	
<i>4</i>	73	0,094	0,100	-0,006	0,525	0,308	0,552	0,547	0,005	0,006	
<i>5</i>	83	0,107	0,097	0,010	0,840	0,732	0,659	0,644	0,015	0,010	
<i>6</i>	59	0,076	0,093	-0,017	1,597	2,496	0,734	0,737	0,003	0,017	
<i>7</i>	69	0,089	0,090	-0,001	0,076	0,018	0,823	0,827	0,004	0,001	
<i>8</i>	66	0,085	0,088	-0,003	0,260	0,095	0,908	0,915	0,007	0,003	
<i>9</i>	72	0,092	0,085	0,007	0,679	0,505	1,000	1,000	0,000	0,007	
<i>N</i>	<i>779</i>	χ^2 Real				<i>8,230</i>	<i>Supremo</i>	<i>0,015</i>		<i>MDA</i>	
		χ^2 Limite				<i>16,919</i>	<i>K-S Limite</i>	<i>0,049</i>		<i>0,008</i>	

A tabela anterior mostrou que os dados tiveram um ótimo desempenho em todos os testes. No Teste Z, o limite de 1,96 não foi superado por nenhum dígito e o MDA apresentou uma conformidade aceitável.

Tabela 107 – Teste do Segundo Dígito dos valores unitários Concrepxi Engenharia Ltda.

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>		<i>MDA</i>		
<i>0</i>	95	0,117	0,120	-0,003	0,248	0,080	0,117	0,120	0,003	0,003	
<i>1</i>	85	0,104	0,114	-0,010	0,817	0,673	0,221	0,234	0,013	0,010	
<i>2</i>	88	0,108	0,109	-0,001	0,038	0,008	0,329	0,343	0,014	0,001	
<i>3</i>	65	0,080	0,104	-0,024	2,210	4,607	0,409	0,447	0,038	0,024	
<i>4</i>	79	0,097	0,100	-0,003	0,234	0,077	0,506	0,547	0,041	0,003	
<i>5</i>	91	0,112	0,097	0,015	1,355	1,805	0,617	0,644	0,027	0,015	
<i>6</i>	83	0,102	0,093	0,009	0,809	0,685	0,719	0,737	0,018	0,009	
<i>7</i>	93	0,114	0,090	0,024	2,344	5,264	0,833	0,827	0,006	0,024	
<i>8</i>	71	0,087	0,088	-0,001	0,027	0,007	0,920	0,915	0,005	0,001	
<i>9</i>	65	0,080	0,085	-0,005	0,474	0,264	1,000	1,000	0,000	0,005	
<i>N</i>	<i>815</i>	χ^2 Real				<i>13,470</i>	<i>Supremo</i>	<i>0,041</i>		<i>MDA</i>	
		χ^2 Limite				<i>16,919</i>	<i>K-S Limite</i>	<i>0,048</i>		<i>0,010</i>	

Os resultados dos testes mostraram que os dados tiveram um ótimo desempenho nos Testes QQ, K-S e MDA. No Teste Z, o limite de 1,96 foi superado pelos dígitos 3 e 7. O primeiro por ter tido uma frequência significativamente inferior à esperada e o outro por ter tido uma frequência superior à da Lei NB.

Tabela 108 – Teste do Segundo Dígito dos valores unitários Consórcio FBS/DP Barros

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>		<i>MDA</i>	
<i>0</i>	88	0,109	0,120	-0,011	0,916	0,828	0,109	0,120	0,011	0,011
<i>1</i>	78	0,097	0,114	-0,017	1,507	2,162	0,205	0,234	0,029	0,017
<i>2</i>	88	0,109	0,109	0,000	0,008	0,000	0,314	0,343	0,029	0,000
<i>3</i>	99	0,123	0,104	0,019	1,667	2,666	0,437	0,447	0,010	0,019
<i>4</i>	74	0,092	0,100	-0,008	0,739	0,572	0,528	0,547	0,019	0,008
<i>5</i>	86	0,106	0,097	0,009	0,847	0,742	0,635	0,644	0,009	0,009
<i>6</i>	68	0,084	0,093	-0,009	0,805	0,679	0,719	0,737	0,018	0,009
<i>7</i>	80	0,099	0,090	0,009	0,833	0,729	0,818	0,827	0,009	0,009
<i>8</i>	78	0,097	0,088	0,009	0,794	0,669	0,915	0,915	0,000	0,009
<i>9</i>	69	0,085	0,085	0,000	0,040	0,001	1,000	1,000	0,000	0,000
<i>N</i>	<i>808</i>	χ^2 Real				<i>9,048</i>	<i>Supremo</i>	<i>0,029</i>	<i>MDA</i>	
		χ^2 Limite				<i>16,919</i>	<i>K-S Limite</i>	<i>0,048</i>	<i>0,009</i>	

A tabela anterior mostrou que os dados tiveram um ótimo desempenho em todos os testes. No Teste Z, o limite de 1,96 não foi superado por nenhum dígito e o MDA apresentou uma conformidade aceitável.

Tabela 109 – Teste do Segundo Dígito dos valores unitários Consórcio MPE/EPC Construções

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>		<i>MDA</i>	
<i>0</i>	92	0,112	0,120	-0,008	0,671	0,463	0,112	0,120	0,008	0,008
<i>1</i>	49	0,060	0,114	-0,054	4,861	21,413	0,171	0,234	0,063	0,054
<i>2</i>	86	0,104	0,109	-0,005	0,359	0,153	0,276	0,343	0,067	0,005
<i>3</i>	79	0,096	0,104	-0,008	0,696	0,508	0,372	0,447	0,075	0,008
<i>4</i>	86	0,104	0,100	0,004	0,372	0,166	0,476	0,547	0,071	0,004
<i>5</i>	96	0,117	0,097	0,020	1,845	3,275	0,593	0,644	0,051	0,020
<i>6</i>	111	0,135	0,093	0,042	4,076	15,516	0,728	0,737	0,009	0,042
<i>7</i>	94	0,114	0,090	0,024	2,367	5,363	0,842	0,827	0,015	0,024
<i>8</i>	78	0,095	0,088	0,007	0,625	0,429	0,937	0,915	0,022	0,007
<i>9</i>	52	0,063	0,085	-0,022	2,182	4,608	1,000	1,000	0,000	0,022
<i>N</i>	<i>823</i>	χ^2 Real				<i>51,894</i>	<i>Supremo</i>	<i>0,075</i>	<i>MDA</i>	
		χ^2 Limite				<i>16,919</i>	<i>K-S Limite</i>	<i>0,047</i>	<i>0,019</i>	

Os resultados mostraram que os dígitos 1, 6, 7 e 9 não passaram no Teste Z. O primeiro e o último por terem tido a frequência significativamente inferior à esperada e os demais por terem tido a frequência muito superior à da Lei NB. Além disso, os limites dos Testes QQ, K-S e MDA foram superados e mostraram o pior desempenho dentre as quatro planilhas avaliadas.

1.1.3 Teste dos Dois Primeiros Dígitos

Os Testes dos Dois Primeiros Dígitos de cada proposta estão mostrados a seguir.

Tabela 110 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores unitários Construtora NM

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>	<i>DMA</i>	
10	27	0,035	0,041	-0,007	0,853	0,056	0,027	0,853	0,035	0,041	0,007	0,007
11	43	0,055	0,038	0,017	2,454	0,052	0,024	6,249	0,090	0,079	0,011	0,017
12	22	0,028	0,035	-0,007	0,896	0,048	0,021	0,953	0,118	0,114	0,004	0,007
13	41	0,053	0,032	0,020	3,132	0,045	0,019	10,119	0,171	0,146	0,025	0,020
14	23	0,030	0,030	0,000	0,072	0,043	0,017	0,005	0,200	0,176	0,024	0,000
15	24	0,031	0,028	0,003	0,362	0,040	0,016	0,215	0,231	0,204	0,027	0,003
16	13	0,017	0,026	-0,010	1,569	0,038	0,014	2,750	0,248	0,230	0,017	0,010
17	18	0,023	0,025	-0,002	0,193	0,036	0,013	0,093	0,271	0,255	0,016	0,002
18	25	0,032	0,023	0,009	1,469	0,035	0,012	2,460	0,303	0,279	0,024	0,009
19	30	0,039	0,022	0,016	2,949	0,033	0,011	9,217	0,341	0,301	0,040	0,016
20	18	0,023	0,021	0,002	0,247	0,032	0,010	0,135	0,365	0,322	0,042	0,002
21	24	0,031	0,020	0,011	1,977	0,031	0,010	4,337	0,395	0,342	0,053	0,011
22	17	0,022	0,019	0,003	0,381	0,030	0,009	0,256	0,417	0,362	0,055	0,003
23	13	0,017	0,018	-0,002	0,239	0,029	0,008	0,136	0,434	0,380	0,054	0,002
24	13	0,017	0,018	-0,001	0,084	0,028	0,008	0,048	0,451	0,398	0,053	0,001
25	20	0,026	0,017	0,009	1,725	0,027	0,007	3,414	0,476	0,415	0,061	0,009
26	17	0,022	0,016	0,005	1,053	0,026	0,007	1,403	0,498	0,431	0,067	0,005
27	11	0,014	0,016	-0,002	0,231	0,025	0,006	0,138	0,512	0,447	0,065	0,002
28	16	0,021	0,015	0,005	1,061	0,024	0,006	1,435	0,533	0,462	0,070	0,005
29	10	0,013	0,015	-0,002	0,288	0,024	0,006	0,188	0,546	0,477	0,068	0,002
30	9	0,012	0,014	-0,003	0,482	0,023	0,005	0,395	0,557	0,491	0,066	0,003
31	10	0,013	0,014	-0,001	0,074	0,023	0,005	0,051	0,570	0,505	0,065	0,001
32	17	0,022	0,013	0,008	1,900	0,022	0,005	4,171	0,592	0,519	0,073	0,008
33	4	0,005	0,013	-0,008	1,774	0,022	0,004	3,684	0,597	0,531	0,065	0,008
34	14	0,018	0,013	0,005	1,187	0,021	0,004	1,793	0,615	0,544	0,071	0,005
35	9	0,012	0,012	-0,001	0,010	0,021	0,004	0,030	0,626	0,556	0,070	0,001
36	6	0,008	0,012	-0,004	0,915	0,020	0,004	1,153	0,634	0,568	0,066	0,004

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>
37	9	0,012	0,012	0,000	0,007	0,020	0,003	0,000	0,646	0,580	0,066	0,000
38	4	0,005	0,011	-0,006	1,455	0,019	0,003	2,609	0,651	0,591	0,060	0,006
39	7	0,009	0,011	-0,002	0,366	0,019	0,003	0,286	0,660	0,602	0,058	0,002
40	9	0,012	0,011	0,001	0,051	0,019	0,003	0,050	0,671	0,613	0,059	0,001
41	11	0,014	0,010	0,004	0,826	0,018	0,003	0,995	0,685	0,623	0,062	0,004
42	4	0,005	0,010	-0,005	1,233	0,018	0,003	1,971	0,691	0,633	0,057	0,005
43	10	0,013	0,010	0,003	0,621	0,018	0,002	0,635	0,703	0,643	0,060	0,003
44	11	0,014	0,010	0,004	1,056	0,017	0,002	1,518	0,718	0,653	0,064	0,004
45	5	0,006	0,010	-0,003	0,713	0,017	0,002	0,798	0,724	0,663	0,061	0,003
46	11	0,014	0,009	0,005	1,201	0,017	0,002	1,906	0,738	0,672	0,066	0,005
47	9	0,012	0,009	0,002	0,518	0,016	0,002	0,495	0,750	0,681	0,068	0,002
48	7	0,009	0,009	0,000	0,009	0,016	0,002	0,000	0,759	0,690	0,068	0,000
49	7	0,009	0,009	0,000	0,063	0,016	0,002	0,004	0,768	0,699	0,069	0,000
50	9	0,012	0,009	0,003	0,699	0,016	0,001	0,790	0,779	0,708	0,072	0,003
51	9	0,012	0,008	0,003	0,756	0,015	0,001	0,899	0,791	0,716	0,075	0,003
52	7	0,009	0,008	0,001	0,022	0,015	0,001	0,048	0,800	0,724	0,075	0,001
53	4	0,005	0,008	-0,003	0,728	0,015	0,001	0,854	0,805	0,732	0,072	0,003
54	4	0,005	0,008	-0,003	0,688	0,015	0,001	0,785	0,810	0,740	0,070	0,003
55	5	0,006	0,008	-0,001	0,242	0,015	0,001	0,197	0,816	0,748	0,068	0,001
56	2	0,003	0,008	-0,005	1,431	0,014	0,001	2,656	0,819	0,756	0,063	0,005
57	6	0,008	0,008	0,000	0,048	0,014	0,001	0,002	0,827	0,763	0,063	0,000
58	6	0,008	0,007	0,000	0,090	0,014	0,001	0,008	0,834	0,771	0,064	0,000
59	4	0,005	0,007	-0,002	0,499	0,014	0,001	0,500	0,840	0,778	0,061	0,002
60	4	0,005	0,007	-0,002	0,463	0,014	0,001	0,453	0,845	0,785	0,059	0,002
61	5	0,006	0,007	-0,001	0,001	0,014	0,001	0,046	0,851	0,792	0,059	0,001
62	6	0,008	0,007	0,001	0,037	0,013	0,000	0,064	0,859	0,799	0,059	0,001
63	4	0,005	0,007	-0,002	0,360	0,013	0,000	0,331	0,864	0,806	0,058	0,002
64	3	0,004	0,007	-0,003	0,765	0,013	0,000	0,961	0,868	0,813	0,055	0,003
65	3	0,004	0,007	-0,003	0,735	0,013	0,000	0,908	0,872	0,820	0,052	0,003
66	1	0,001	0,007	-0,005	1,596	0,013	0,000	3,284	0,873	0,826	0,047	0,005
67	9	0,012	0,006	0,005	1,563	0,013	0,000	3,173	0,884	0,833	0,052	0,005
68	2	0,003	0,006	-0,004	1,101	0,013	0,000	1,749	0,887	0,839	0,048	0,004
69	4	0,005	0,006	-0,001	0,167	0,012	0,000	0,155	0,892	0,845	0,047	0,001
70	3	0,004	0,006	-0,002	0,595	0,012	0,000	0,674	0,896	0,851	0,045	0,002
71	1	0,001	0,006	-0,005	1,490	0,012	0,000	2,943	0,897	0,857	0,040	0,005
72	6	0,008	0,006	0,002	0,387	0,012	0,000	0,381	0,905	0,863	0,042	0,002
73	2	0,003	0,006	-0,003	0,983	0,012	0,000	1,472	0,908	0,869	0,038	0,003
74	1	0,001	0,006	-0,005	1,431	0,012	0,000	2,761	0,909	0,875	0,034	0,005
75	5	0,006	0,006	0,001	0,009	0,012	0,000	0,060	0,915	0,881	0,034	0,001
76	3	0,004	0,006	-0,002	0,440	0,012	0,000	0,458	0,919	0,886	0,033	0,002
77	3	0,004	0,006	-0,002	0,415	0,011	0,000	0,427	0,923	0,892	0,031	0,002
78	0	0,000	0,006	-0,006	1,840	0,011	0,000	4,310	0,923	0,898	0,025	0,006
79	2	0,003	0,005	-0,003	0,853	0,011	0,000	1,196	0,926	0,903	0,022	0,003
80	2	0,003	0,005	-0,003	0,833	0,011	0,000	1,154	0,928	0,908	0,020	0,003
81	3	0,004	0,005	-0,001	0,320	0,011	0,000	0,319	0,932	0,914	0,018	0,001
82	0	0,000	0,005	-0,005	1,783	0,011	0,000	4,101	0,932	0,919	0,013	0,005
83	5	0,006	0,005	0,001	0,223	0,011	0,000	0,222	0,938	0,924	0,014	0,001

Dígito	Cont.	Real	Benford	Diferença	Teste-Z	Upper Bound	Lower Bound	QQ		K-S		DMA	
84	0	0,000	0,005	-0,005	1,756	0,011	-0,001	4,004	0,938	0,929	0,009	0,005	
85	5	0,006	0,005	0,001	0,274	0,011	-0,001	0,275	0,945	0,934	0,010	0,001	
86	4	0,005	0,005	0,000	0,045	0,011	-0,001	0,002	0,950	0,940	0,010	0,000	
87	2	0,003	0,005	-0,002	0,697	0,011	-0,001	0,901	0,953	0,944	0,008	0,002	
88	5	0,006	0,005	0,002	0,347	0,010	-0,001	0,362	0,959	0,949	0,010	0,002	
89	5	0,006	0,005	0,002	0,371	0,010	-0,001	0,394	0,965	0,954	0,011	0,002	
90	5	0,006	0,005	0,002	0,395	0,010	-0,001	0,426	0,972	0,959	0,013	0,002	
91	0	0,000	0,005	-0,005	1,667	0,010	-0,001	3,697	0,972	0,964	0,008	0,005	
92	3	0,004	0,005	-0,001	0,083	0,010	-0,001	0,118	0,976	0,968	0,007	0,001	
93	0	0,000	0,005	-0,005	1,643	0,010	-0,001	3,618	0,976	0,973	0,002	0,005	
94	4	0,005	0,005	0,001	0,222	0,010	-0,001	0,049	0,981	0,978	0,003	0,001	
95	7	0,009	0,005	0,004	1,575	0,010	-0,001	3,374	0,990	0,982	0,007	0,004	
96	2	0,003	0,005	-0,002	0,538	0,010	-0,001	0,647	0,992	0,987	0,006	0,002	
97	2	0,003	0,004	-0,002	0,522	0,010	-0,001	0,623	0,995	0,991	0,004	0,002	
98	1	0,001	0,004	-0,003	1,046	0,010	-0,001	1,726	0,996	0,996	0,001	0,003	
99	3	0,004	0,004	-0,001	0,217	0,010	-0,001	0,047	1,000	1,000	0,000	0,001	
N	779					χ^2 Real			125,550	Supremo		0,075	MDA
						χ^2 Limite			112,02	K-S Limite		0,049	0,0036

Observando-se a tabela anterior, percebeu-se que os dados tiveram um ótimo desempenho no Teste Z, com apenas quatro picos que superaram a fronteira de 1,96. Nigrini (2012) considera que existe uma conformidade com até cinco picos nesse teste. Já nos demais testes, a hipótese nula de que os dados se conformavam com a Lei de Benford foi rejeitada.

Tabela 111 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores unitários Concrepoxi Engenharia Ltda.

Dígito	Cont.	Real	Benford	Diferença	Teste-Z	Upper Bound	Lower Bound	QQ		K-S		DMA
10	30	0,037	0,041	-0,005	0,569	0,056	0,027	0,414	0,037	0,041	0,005	0,005
11	18	0,022	0,038	-0,016	2,259	0,051	0,024	5,318	0,059	0,079	0,020	0,016
12	19	0,023	0,035	-0,011	1,689	0,048	0,022	3,073	0,082	0,114	0,032	0,011
13	16	0,020	0,032	-0,013	1,931	0,045	0,019	3,990	0,102	0,146	0,044	0,013
14	21	0,026	0,030	-0,004	0,600	0,042	0,018	0,479	0,128	0,176	0,048	0,004
15	28	0,034	0,028	0,006	0,988	0,040	0,016	1,164	0,162	0,204	0,042	0,006
16	13	0,016	0,026	-0,010	1,741	0,038	0,015	3,334	0,178	0,230	0,053	0,010
17	24	0,029	0,025	0,005	0,736	0,036	0,014	0,702	0,207	0,255	0,048	0,005
18	22	0,027	0,023	0,004	0,547	0,034	0,012	0,428	0,234	0,279	0,044	0,004
19	21	0,026	0,022	0,003	0,557	0,033	0,012	0,446	0,260	0,301	0,041	0,003
20	30	0,037	0,021	0,016	2,975	0,032	0,011	9,385	0,297	0,322	0,025	0,016
21	20	0,025	0,020	0,004	0,755	0,030	0,010	0,759	0,321	0,342	0,021	0,004
22	21	0,026	0,019	0,006	1,213	0,029	0,009	1,763	0,347	0,362	0,014	0,006
23	7	0,009	0,018	-0,010	1,967	0,028	0,009	4,317	0,356	0,380	0,024	0,010

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>
24	10	0,012	0,018	-0,005	1,048	0,027	0,008	1,370	0,368	0,398	0,030	0,005
25	19	0,023	0,017	0,006	1,250	0,027	0,008	1,887	0,391	0,415	0,024	0,006
26	22	0,027	0,016	0,011	2,246	0,026	0,007	5,591	0,418	0,431	0,013	0,011
27	21	0,026	0,016	0,010	2,143	0,025	0,007	5,132	0,444	0,447	0,003	0,010
28	20	0,025	0,015	0,009	2,024	0,024	0,006	4,625	0,469	0,462	0,006	0,009
29	14	0,017	0,015	0,002	0,436	0,024	0,006	0,334	0,486	0,477	0,009	0,002
30	8	0,010	0,014	-0,004	0,918	0,023	0,005	1,120	0,496	0,491	0,004	0,004
31	13	0,016	0,014	0,002	0,379	0,022	0,005	0,276	0,512	0,505	0,007	0,002
32	13	0,016	0,013	0,003	0,491	0,022	0,005	0,408	0,528	0,519	0,009	0,003
33	8	0,010	0,013	-0,003	0,640	0,021	0,005	0,623	0,537	0,531	0,006	0,003
34	10	0,012	0,013	0,000	-0,075	0,021	0,004	0,007	0,550	0,544	0,006	0,000
35	21	0,026	0,012	0,014	3,355	0,020	0,004	12,199	0,575	0,556	0,019	0,014
36	13	0,016	0,012	0,004	0,905	0,020	0,004	1,124	0,591	0,568	0,023	0,004
37	9	0,011	0,012	-0,001	-0,020	0,020	0,004	0,020	0,602	0,580	0,023	0,001
38	8	0,010	0,011	-0,001	0,230	0,019	0,003	0,155	0,612	0,591	0,021	0,001
39	10	0,012	0,011	0,001	0,181	0,019	0,003	0,120	0,625	0,602	0,022	0,001
40	5	0,006	0,011	-0,005	1,102	0,018	0,003	1,600	0,631	0,613	0,018	0,005
41	11	0,013	0,010	0,003	0,678	0,018	0,003	0,716	0,644	0,623	0,021	0,003
42	9	0,011	0,010	0,001	0,060	0,018	0,003	0,054	0,655	0,633	0,022	0,001
43	4	0,005	0,010	-0,005	1,281	0,017	0,003	2,103	0,660	0,643	0,017	0,005
44	13	0,016	0,010	0,006	1,620	0,017	0,002	3,201	0,676	0,653	0,023	0,006
45	7	0,009	0,010	-0,001	0,101	0,017	0,002	0,078	0,685	0,663	0,022	0,001
46	14	0,017	0,009	0,008	2,144	0,017	0,002	5,361	0,702	0,672	0,030	0,008
47	16	0,020	0,009	0,010	2,962	0,016	0,002	9,806	0,721	0,681	0,040	0,010
48	4	0,005	0,009	-0,004	1,040	0,016	0,002	1,491	0,726	0,690	0,036	0,004
49	6	0,007	0,009	-0,001	0,244	0,016	0,002	0,185	0,734	0,699	0,035	0,001
50	7	0,009	0,009	0,000	-0,186	0,016	0,002	0,000	0,742	0,708	0,035	0,000
51	11	0,013	0,008	0,005	1,389	0,015	0,002	2,478	0,756	0,716	0,040	0,005
52	1	0,001	0,008	-0,007	2,027	0,015	0,001	4,890	0,757	0,724	0,033	0,007
53	11	0,013	0,008	0,005	1,516	0,015	0,001	2,905	0,771	0,732	0,038	0,005
54	8	0,010	0,008	0,002	0,396	0,015	0,001	0,349	0,780	0,740	0,040	0,002
55	3	0,004	0,008	-0,004	1,144	0,014	0,001	1,789	0,784	0,748	0,036	0,004
56	4	0,005	0,008	-0,003	0,708	0,014	0,001	0,819	0,789	0,756	0,033	0,003
57	6	0,007	0,008	0,000	-0,139	0,014	0,001	0,004	0,796	0,763	0,033	0,000
58	3	0,004	0,007	-0,004	1,041	0,014	0,001	1,538	0,800	0,771	0,029	0,004
59	6	0,007	0,007	0,000	-0,185	0,014	0,001	0,000	0,807	0,778	0,029	0,000
60	5	0,006	0,007	-0,001	0,145	0,014	0,001	0,124	0,813	0,785	0,028	0,001
61	2	0,002	0,007	-0,005	1,362	0,013	0,001	2,450	0,816	0,792	0,024	0,005
62	0	0,000	0,007	-0,007	2,177	0,013	0,001	5,663	0,816	0,799	0,017	0,007
63	7	0,009	0,007	0,002	0,394	0,013	0,001	0,365	0,825	0,806	0,018	0,002
64	7	0,009	0,007	0,002	0,434	0,013	0,001	0,417	0,833	0,813	0,020	0,002
65	0	0,000	0,007	-0,007	2,117	0,013	0,000	5,404	0,833	0,820	0,014	0,007
66	4	0,005	0,007	-0,002	0,358	0,013	0,000	0,329	0,838	0,826	0,012	0,002
67	2	0,002	0,006	-0,004	1,202	0,013	0,000	2,007	0,840	0,833	0,008	0,004
68	6	0,007	0,006	0,001	0,147	0,012	0,000	0,134	0,848	0,839	0,009	0,001
69	5	0,006	0,006	0,000	-0,181	0,012	0,000	0,002	0,854	0,845	0,009	0,000
70	6	0,007	0,006	0,001	0,215	0,012	0,000	0,191	0,861	0,851	0,010	0,001
71	0	0,000	0,006	-0,006	2,006	0,012	0,000	4,950	0,861	0,857	0,004	0,006
72	14	0,017	0,006	0,011	3,912	0,012	0,000	17,028	0,879	0,863	0,015	0,011

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>
73	0	0,000	0,006	-0,006	1,972	0,012	0,000	4,816	0,879	0,869	0,009	0,006
74	4	0,005	0,006	-0,001	0,116	0,012	0,000	0,119	0,883	0,875	0,008	0,001
75	3	0,004	0,006	-0,002	0,550	0,012	0,000	0,608	0,887	0,881	0,006	0,002
76	6	0,007	0,006	0,002	0,407	0,011	0,000	0,408	0,894	0,886	0,008	0,002
77	8	0,010	0,006	0,004	1,376	0,011	0,000	2,580	0,904	0,892	0,012	0,004
78	4	0,005	0,006	-0,001	0,004	0,011	0,000	0,057	0,909	0,898	0,012	0,001
79	1	0,001	0,005	-0,004	1,403	0,011	0,000	2,677	0,910	0,903	0,007	0,004
80	3	0,004	0,005	-0,002	0,429	0,011	0,000	0,444	0,914	0,908	0,006	0,002
81	2	0,002	0,005	-0,003	0,887	0,011	0,000	1,264	0,917	0,914	0,003	0,003
82	6	0,007	0,005	0,002	0,586	0,011	0,000	0,681	0,924	0,919	0,005	0,002
83	9	0,011	0,005	0,006	2,075	0,011	0,000	5,347	0,935	0,924	0,011	0,006
84	1	0,001	0,005	-0,004	1,317	0,011	0,000	2,428	0,936	0,929	0,007	0,004
85	7	0,009	0,005	0,004	1,163	0,011	0,000	1,976	0,945	0,934	0,010	0,004
86	1	0,001	0,005	-0,004	1,285	0,010	0,000	2,336	0,946	0,940	0,006	0,004
87	1	0,001	0,005	-0,004	1,269	0,010	0,000	2,292	0,947	0,944	0,003	0,004
88	2	0,002	0,005	-0,002	0,752	0,010	-0,001	1,000	0,950	0,949	0,000	0,002
89	1	0,001	0,005	-0,004	1,237	0,010	-0,001	2,208	0,951	0,954	0,003	0,004
90	1	0,001	0,005	-0,004	1,222	0,010	-0,001	2,167	0,952	0,959	0,007	0,004
91	8	0,010	0,005	0,005	1,851	0,010	-0,001	4,413	0,962	0,964	0,002	0,005
92	5	0,006	0,005	0,001	0,345	0,010	-0,001	0,360	0,968	0,968	0,000	0,001
93	3	0,004	0,005	-0,001	0,147	0,010	-0,001	0,163	0,972	0,973	0,001	0,001
94	5	0,006	0,005	0,002	0,391	0,010	-0,001	0,420	0,978	0,978	0,000	0,002
95	3	0,004	0,005	-0,001	0,107	0,010	-0,001	0,135	0,982	0,982	0,001	0,001
96	6	0,007	0,005	0,003	0,959	0,010	-0,001	1,483	0,989	0,987	0,002	0,003
97	6	0,007	0,004	0,003	0,983	0,010	-0,001	1,547	0,996	0,991	0,005	0,003
98	2	0,002	0,004	-0,002	0,578	0,010	-0,001	0,707	0,999	0,996	0,003	0,002
99	1	0,001	0,004	-0,003	1,093	0,010	-0,001	1,838	1,000	1,000	0,000	0,003
<i>N</i>	<i>815</i>				<i>χ² Real</i>			<i>193,466</i>	<i>Supremo</i>		<i>0,053</i>	<i>MDA</i>
					<i>χ² Limite</i>			<i>112,02</i>	<i>K-S Limite</i>		<i>0,048</i>	<i>0,0043</i>

Os dados mostraram uma desconformidade com a Lei NB em todos os testes aplicados. No Teste Z ocorreram 16 picos que superaram o limite de 1,96.

Tabela 112 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores unitários Consórcio FBS/DP Barros

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>
10	16	0,020	0,041	-0,022	2,993	0,056	0,027	9,100	0,020	0,041	0,022	0,022
11	23	0,028	0,038	-0,009	1,298	0,052	0,024	1,859	0,048	0,079	0,031	0,009
12	26	0,032	0,035	-0,003	0,305	0,048	0,022	0,155	0,080	0,114	0,033	0,003
13	34	0,042	0,032	0,010	1,494	0,045	0,019	2,458	0,123	0,146	0,024	0,010
14	28	0,035	0,030	0,005	0,679	0,042	0,018	0,593	0,157	0,176	0,019	0,005
15	25	0,031	0,028	0,003	0,395	0,040	0,016	0,244	0,188	0,204	0,016	0,003
16	34	0,042	0,026	0,016	2,686	0,038	0,015	7,613	0,230	0,230	0,000	0,016

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>	<i>K-S</i>	<i>DMA</i>		
17	29	0,036	0,025	0,011	1,909	0,036	0,013	3,987	0,266	0,255	0,011	0,011
18	26	0,032	0,023	0,009	1,516	0,035	0,012	2,603	0,298	0,279	0,020	0,009
19	12	0,015	0,022	-0,007	1,311	0,033	0,011	2,000	0,313	0,301	0,012	0,007
20	11	0,014	0,021	-0,008	1,373	0,032	0,011	2,188	0,327	0,322	0,005	0,008
21	17	0,021	0,020	0,001	0,044	0,031	0,010	0,028	0,348	0,342	0,005	0,001
22	27	0,033	0,019	0,014	2,787	0,029	0,009	8,334	0,381	0,362	0,019	0,014
23	28	0,035	0,018	0,016	3,282	0,028	0,009	11,430	0,416	0,380	0,036	0,016
24	15	0,019	0,018	0,001	0,047	0,027	0,008	0,032	0,434	0,398	0,036	0,001
25	16	0,020	0,017	0,003	0,472	0,027	0,007	0,364	0,454	0,415	0,039	0,003
26	11	0,014	0,016	-0,003	0,483	0,026	0,007	0,380	0,468	0,431	0,036	0,003
27	13	0,016	0,016	0,000	0,067	0,025	0,007	0,004	0,484	0,447	0,037	0,000
28	10	0,012	0,015	-0,003	0,521	0,024	0,006	0,435	0,496	0,462	0,034	0,003
29	17	0,021	0,015	0,006	1,345	0,024	0,006	2,189	0,517	0,477	0,040	0,006
30	27	0,033	0,014	0,019	4,452	0,023	0,005	20,863	0,551	0,491	0,059	0,019
31	10	0,012	0,014	-0,001	0,193	0,022	0,005	0,117	0,563	0,505	0,058	0,001
32	4	0,005	0,013	-0,008	1,930	0,022	0,005	4,280	0,568	0,519	0,050	0,008
33	6	0,007	0,013	-0,006	1,236	0,021	0,005	1,912	0,575	0,531	0,044	0,006
34	11	0,014	0,013	0,001	0,103	0,021	0,004	0,067	0,589	0,544	0,045	0,001
35	17	0,021	0,012	0,009	2,117	0,020	0,004	5,120	0,610	0,556	0,054	0,009
36	5	0,006	0,012	-0,006	1,335	0,020	0,004	2,215	0,616	0,568	0,048	0,006
37	14	0,017	0,012	0,006	1,362	0,020	0,004	2,302	0,634	0,580	0,054	0,006
38	16	0,020	0,011	0,009	2,127	0,019	0,003	5,200	0,653	0,591	0,062	0,009
39	12	0,015	0,011	0,004	0,882	0,019	0,003	1,093	0,668	0,602	0,066	0,004
40	11	0,014	0,011	0,003	0,627	0,018	0,003	0,629	0,682	0,613	0,069	0,003
41	5	0,006	0,010	-0,004	1,022	0,018	0,003	1,413	0,688	0,623	0,065	0,004
42	7	0,009	0,010	-0,002	0,265	0,018	0,003	0,191	0,697	0,633	0,063	0,002
43	11	0,014	0,010	0,004	0,861	0,017	0,003	1,066	0,710	0,643	0,067	0,004
44	1	0,001	0,010	-0,009	2,285	0,017	0,002	6,013	0,712	0,653	0,058	0,009
45	16	0,020	0,010	0,010	2,818	0,017	0,002	8,905	0,731	0,663	0,069	0,010
46	6	0,007	0,009	-0,002	0,383	0,017	0,002	0,317	0,739	0,672	0,067	0,002
47	5	0,006	0,009	-0,003	0,698	0,016	0,002	0,772	0,745	0,681	0,064	0,003
48	4	0,005	0,009	-0,004	1,022	0,016	0,002	1,447	0,750	0,690	0,060	0,004
49	4	0,005	0,009	-0,004	0,977	0,016	0,002	1,346	0,755	0,699	0,056	0,004
50	7	0,009	0,009	0,000	0,019	0,016	0,002	0,000	0,764	0,708	0,056	0,000
51	4	0,005	0,008	-0,003	0,890	0,015	0,002	1,162	0,769	0,716	0,053	0,003
52	2	0,002	0,008	-0,006	1,625	0,015	0,001	3,283	0,771	0,724	0,047	0,006
53	9	0,011	0,008	0,003	0,761	0,015	0,001	0,908	0,782	0,732	0,050	0,003
54	5	0,006	0,008	-0,002	0,371	0,015	0,001	0,322	0,788	0,740	0,048	0,002
55	1	0,001	0,008	-0,007	1,926	0,015	0,001	4,481	0,790	0,748	0,041	0,007
56	2	0,002	0,008	-0,005	1,495	0,014	0,001	2,855	0,792	0,756	0,036	0,005
57	10	0,012	0,008	0,005	1,380	0,014	0,001	2,488	0,804	0,763	0,041	0,005
58	6	0,007	0,007	0,000	0,001	0,014	0,001	0,000	0,812	0,771	0,041	0,000
59	6	0,007	0,007	0,000	0,042	0,014	0,001	0,002	0,819	0,778	0,041	0,000
60	10	0,012	0,007	0,005	1,542	0,014	0,001	3,041	0,832	0,785	0,046	0,005
61	7	0,009	0,007	0,002	0,334	0,013	0,001	0,293	0,840	0,792	0,048	0,002
62	2	0,002	0,007	-0,004	1,319	0,013	0,001	2,327	0,843	0,799	0,043	0,004
63	4	0,005	0,007	-0,002	0,438	0,013	0,001	0,422	0,848	0,806	0,042	0,002
64	6	0,007	0,007	0,001	0,026	0,013	0,000	0,058	0,855	0,813	0,042	0,001
65	6	0,007	0,007	0,001	0,062	0,013	0,000	0,077	0,863	0,820	0,043	0,001
66	2	0,002	0,007	-0,004	1,213	0,013	0,000	2,035	0,865	0,826	0,039	0,004
67	4	0,005	0,006	-0,001	0,307	0,013	0,000	0,276	0,870	0,833	0,038	0,001

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>	<i>K-S</i>	<i>DMA</i>		
68	7	0,009	0,006	0,002	0,610	0,012	0,000	0,688	0,879	0,839	0,040	0,002
69	7	0,009	0,006	0,002	0,648	0,012	0,000	0,754	0,887	0,845	0,042	0,002
70	2	0,002	0,006	-0,004	1,114	0,012	0,000	1,781	0,890	0,851	0,039	0,004
71	3	0,004	0,006	-0,002	0,637	0,012	0,000	0,742	0,894	0,857	0,036	0,002
72	10	0,012	0,006	0,006	2,124	0,012	0,000	5,500	0,906	0,863	0,043	0,006
73	1	0,001	0,006	-0,005	1,503	0,012	0,000	2,984	0,907	0,869	0,038	0,005
74	3	0,004	0,006	-0,002	0,559	0,012	0,000	0,621	0,911	0,875	0,036	0,002
75	1	0,001	0,006	-0,005	1,464	0,012	0,000	2,863	0,912	0,881	0,031	0,005
76	5	0,006	0,006	0,001	0,193	0,011	0,000	0,037	0,918	0,886	0,032	0,001
77	2	0,002	0,006	-0,003	0,956	0,011	0,000	1,411	0,921	0,892	0,029	0,003
78	1	0,001	0,006	-0,004	1,409	0,011	0,000	2,694	0,922	0,898	0,024	0,004
79	4	0,005	0,005	-0,001	0,198	0,011	0,000	0,039	0,927	0,903	0,024	0,001
80	4	0,005	0,005	0,000	0,173	0,011	0,000	0,030	0,932	0,908	0,023	0,000
81	7	0,009	0,005	0,003	1,060	0,011	0,000	1,686	0,941	0,914	0,027	0,003
82	5	0,006	0,005	0,001	0,120	0,011	0,000	0,131	0,947	0,919	0,028	0,001
83	4	0,005	0,005	0,000	0,099	0,011	0,000	0,010	0,952	0,924	0,027	0,000
84	5	0,006	0,005	0,001	0,171	0,011	0,000	0,173	0,958	0,929	0,029	0,001
85	2	0,002	0,005	-0,003	0,794	0,011	0,000	1,079	0,960	0,934	0,026	0,003
86	2	0,002	0,005	-0,003	0,775	0,011	0,000	1,043	0,963	0,940	0,023	0,003
87	3	0,004	0,005	-0,001	0,256	0,010	-0,001	0,255	0,967	0,944	0,022	0,001
88	4	0,005	0,005	0,000	0,018	0,010	-0,001	0,000	0,972	0,949	0,022	0,000
89	5	0,006	0,005	0,001	0,293	0,010	-0,001	0,297	0,978	0,954	0,023	0,001
90	0	0,000	0,005	-0,005	1,719	0,010	-0,001	3,877	0,978	0,959	0,019	0,005
91	2	0,002	0,005	-0,002	0,683	0,010	-0,001	0,878	0,980	0,964	0,016	0,002
92	5	0,006	0,005	0,001	0,364	0,010	-0,001	0,384	0,986	0,968	0,018	0,001
93	2	0,002	0,005	-0,002	0,648	0,010	-0,001	0,819	0,989	0,973	0,016	0,002
94	0	0,000	0,005	-0,005	1,671	0,010	-0,001	3,713	0,989	0,978	0,011	0,005
95	2	0,002	0,005	-0,002	0,614	0,010	-0,001	0,763	0,991	0,982	0,009	0,002
96	1	0,001	0,005	-0,003	1,123	0,010	-0,001	1,911	0,993	0,987	0,006	0,003
97	0	0,000	0,004	-0,004	1,637	0,010	-0,001	3,599	0,993	0,991	0,001	0,004
98	4	0,005	0,004	0,001	0,232	0,010	-0,001	0,054	0,998	0,996	0,002	0,001
99	2	0,002	0,004	-0,002	0,548	0,010	-0,001	0,661	1,000	1,000	0,000	0,002
<i>N</i>	<i>808</i>			<i>χ² Real</i>				<i>186,771</i>	<i>Supremo</i>	<i>0,069</i>		<i>MDA</i>
				<i>χ² Limite</i>				<i>112,02</i>	<i>K-S Limite</i>	<i>0,048</i>		<i>0,0043</i>

Os dados mostraram uma desconformidade com a Lei NB em todos os testes de análise em conjunto. No Teste Z, cuja análise é individualizada, ocorreram 10 picos que superaram o limite de 1,96.

Tabela 113 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores unitários Consórcio MPE/EPC Construções

Dígito	Cont.	Real	Benford	Diferença	Teste-Z	Upper Bound	Lower Bound	QQ		K-S		DMA
10	37	0,045	0,041	0,004	0,426	0,056	0,027	0,253	0,045	0,041	0,004	0,004
11	9	0,011	0,038	-0,027	3,949	0,051	0,024	15,704	0,056	0,079	0,023	0,027
12	10	0,012	0,035	-0,023	3,446	0,048	0,022	12,105	0,068	0,114	0,046	0,023
13	13	0,016	0,032	-0,016	2,565	0,045	0,020	6,868	0,084	0,146	0,062	0,016
14	30	0,036	0,030	0,006	0,990	0,042	0,018	1,156	0,120	0,176	0,056	0,006
15	23	0,028	0,028	0,000	0,014	0,040	0,016	0,000	0,148	0,204	0,056	0,000
16	16	0,019	0,026	-0,007	1,125	0,038	0,015	1,483	0,168	0,230	0,063	0,007
17	16	0,019	0,025	-0,005	0,880	0,036	0,014	0,961	0,187	0,255	0,068	0,005
18	17	0,021	0,023	-0,003	0,420	0,034	0,013	0,280	0,208	0,279	0,071	0,003
19	19	0,023	0,022	0,001	0,039	0,033	0,012	0,024	0,231	0,301	0,070	0,001
20	7	0,009	0,021	-0,013	2,406	0,032	0,011	6,249	0,239	0,322	0,083	0,013
21	13	0,016	0,020	-0,004	0,775	0,030	0,010	0,791	0,255	0,342	0,087	0,004
22	11	0,013	0,019	-0,006	1,112	0,029	0,009	1,504	0,269	0,362	0,093	0,006
23	13	0,016	0,018	-0,003	0,443	0,028	0,009	0,322	0,284	0,380	0,096	0,003
24	8	0,010	0,018	-0,008	1,609	0,027	0,008	2,977	0,294	0,398	0,104	0,008
25	6	0,007	0,017	-0,010	2,025	0,026	0,008	4,586	0,301	0,415	0,114	0,010
26	34	0,041	0,016	0,025	5,494	0,026	0,007	31,187	0,343	0,431	0,089	0,025
27	25	0,030	0,016	0,015	3,216	0,025	0,007	11,080	0,373	0,447	0,074	0,015
28	27	0,033	0,015	0,018	3,971	0,024	0,006	16,665	0,406	0,462	0,057	0,018
29	12	0,015	0,015	0,000	0,034	0,024	0,006	0,001	0,420	0,477	0,057	0,000
30	17	0,021	0,014	0,006	1,406	0,023	0,006	2,379	0,441	0,491	0,050	0,006
31	7	0,009	0,014	-0,005	1,150	0,022	0,005	1,666	0,450	0,505	0,056	0,005
32	18	0,022	0,013	0,009	1,974	0,022	0,005	4,457	0,471	0,519	0,047	0,009
33	14	0,017	0,013	0,004	0,872	0,021	0,005	1,039	0,488	0,531	0,043	0,004
34	8	0,010	0,013	-0,003	0,582	0,021	0,004	0,538	0,498	0,544	0,046	0,003
35	14	0,017	0,012	0,005	1,088	0,020	0,004	1,535	0,515	0,556	0,041	0,005
36	14	0,017	0,012	0,005	1,192	0,020	0,004	1,807	0,532	0,568	0,036	0,005
37	25	0,030	0,012	0,019	4,876	0,019	0,004	25,101	0,563	0,580	0,017	0,019
38	19	0,023	0,011	0,012	3,042	0,019	0,003	10,167	0,586	0,591	0,005	0,012
39	8	0,010	0,011	-0,001	0,184	0,019	0,003	0,122	0,595	0,602	0,007	0,001
40	10	0,012	0,011	0,001	0,228	0,018	0,003	0,156	0,608	0,613	0,005	0,001
41	3	0,004	0,010	-0,007	1,751	0,018	0,003	3,658	0,611	0,623	0,012	0,007
42	8	0,010	0,010	0,000	0,142	0,018	0,003	0,020	0,621	0,633	0,013	0,000
43	11	0,013	0,010	0,003	0,800	0,017	0,003	0,943	0,634	0,643	0,009	0,003
44	2	0,002	0,010	-0,007	1,962	0,017	0,002	4,530	0,637	0,653	0,017	0,007
45	19	0,023	0,010	0,014	3,816	0,017	0,002	15,809	0,660	0,663	0,003	0,014
46	20	0,024	0,009	0,015	4,281	0,017	0,002	19,724	0,684	0,672	0,012	0,015
47	10	0,012	0,009	0,003	0,723	0,016	0,002	0,814	0,696	0,681	0,015	0,003
48	3	0,004	0,009	-0,005	1,432	0,016	0,002	2,591	0,700	0,690	0,010	0,005
49	7	0,009	0,009	0,000	0,083	0,016	0,002	0,007	0,708	0,699	0,009	0,000
50	0	0,000	0,009	-0,009	2,483	0,016	0,002	7,078	0,708	0,708	0,001	0,009
51	0	0,000	0,008	-0,008	2,455	0,015	0,002	6,940	0,708	0,716	0,008	0,008
52	1	0,001	0,008	-0,007	2,043	0,015	0,001	4,955	0,710	0,724	0,015	0,007
53	1	0,001	0,008	-0,007	2,013	0,015	0,001	4,831	0,711	0,732	0,022	0,007
54	11	0,013	0,008	0,005	1,545	0,015	0,001	3,008	0,724	0,740	0,016	0,005

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferen ça</i>	<i>Teste- Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>
55	11	0,013	0,008	0,006	1,606	0,014	0,001	3,228	0,738	0,748	0,011	0,006
56	22	0,027	0,008	0,019	6,056	0,014	0,001	38,833	0,764	0,756	0,008	0,019
57	3	0,004	0,008	-0,004	1,094	0,014	0,001	1,664	0,768	0,763	0,004	0,004
58	5	0,006	0,007	-0,001	0,248	0,014	0,001	0,202	0,774	0,771	0,003	0,001
59	0	0,000	0,007	-0,007	2,255	0,014	0,001	6,007	0,774	0,778	0,004	0,007
60	8	0,010	0,007	0,003	0,657	0,014	0,001	0,741	0,784	0,785	0,002	0,003
61	2	0,002	0,007	-0,005	1,379	0,013	0,001	2,500	0,786	0,792	0,006	0,005
62	7	0,009	0,007	0,002	0,328	0,013	0,001	0,287	0,795	0,799	0,005	0,002
63	13	0,016	0,007	0,009	2,906	0,013	0,001	9,653	0,810	0,806	0,004	0,009
64	8	0,010	0,007	0,003	0,835	0,013	0,001	1,091	0,820	0,813	0,007	0,003
65	20	0,024	0,007	0,018	6,032	0,013	0,000	38,758	0,844	0,820	0,025	0,018
66	2	0,002	0,007	-0,004	1,244	0,013	0,000	2,119	0,847	0,826	0,021	0,004
67	1	0,001	0,006	-0,005	1,655	0,013	0,000	3,484	0,848	0,833	0,016	0,005
68	3	0,004	0,006	-0,003	0,754	0,012	0,000	0,943	0,852	0,839	0,013	0,003
69	3	0,004	0,006	-0,003	0,727	0,012	0,000	0,893	0,855	0,845	0,010	0,003
70	2	0,002	0,006	-0,004	1,145	0,012	0,000	1,859	0,858	0,851	0,007	0,004
71	8	0,010	0,006	0,004	1,122	0,012	0,000	1,802	0,868	0,857	0,010	0,004
72	7	0,009	0,006	0,003	0,709	0,012	0,000	0,869	0,876	0,863	0,013	0,003
73	10	0,012	0,006	0,006	2,109	0,012	0,000	5,426	0,888	0,869	0,019	0,006
74	17	0,021	0,006	0,015	5,358	0,012	0,000	31,035	0,909	0,875	0,034	0,015
75	0	0,000	0,006	-0,006	1,952	0,012	0,000	4,734	0,909	0,881	0,028	0,006
76	0	0,000	0,006	-0,006	1,936	0,011	0,000	4,672	0,909	0,886	0,022	0,006
77	8	0,010	0,006	0,004	1,349	0,011	0,000	2,489	0,919	0,892	0,026	0,004
78	0	0,000	0,006	-0,006	1,905	0,011	0,000	4,553	0,919	0,898	0,021	0,006
79	3	0,004	0,005	-0,002	0,471	0,011	0,000	0,498	0,922	0,903	0,019	0,002
80	6	0,007	0,005	0,002	0,504	0,011	0,000	0,548	0,930	0,908	0,021	0,002
81	6	0,007	0,005	0,002	0,534	0,011	0,000	0,594	0,937	0,914	0,023	0,002
82	4	0,005	0,005	0,000	0,160	0,011	0,000	0,026	0,942	0,919	0,023	0,000
83	0	0,000	0,005	-0,005	1,832	0,011	0,000	4,281	0,942	0,924	0,017	0,005
84	2	0,002	0,005	-0,003	0,843	0,011	0,000	1,176	0,944	0,929	0,015	0,003
85	2	0,002	0,005	-0,003	0,824	0,011	0,000	1,137	0,947	0,934	0,012	0,003
86	2	0,002	0,005	-0,003	0,805	0,010	0,000	1,100	0,949	0,940	0,009	0,003
87	0	0,000	0,005	-0,005	1,778	0,010	0,000	4,085	0,949	0,944	0,004	0,005
88	2	0,002	0,005	-0,002	0,768	0,010	0,000	1,029	0,951	0,949	0,002	0,002
89	0	0,000	0,005	-0,005	1,752	0,010	-0,001	3,994	0,951	0,954	0,003	0,005
90	5	0,006	0,005	0,001	0,278	0,010	-0,001	0,279	0,957	0,959	0,002	0,001
91	1	0,001	0,005	-0,004	1,220	0,010	-0,001	2,162	0,959	0,964	0,005	0,004
92	20	0,024	0,005	0,020	7,973	0,010	-0,001	67,381	0,983	0,968	0,015	0,020
93	4	0,005	0,005	0,000	0,091	0,010	-0,001	0,008	0,988	0,973	0,015	0,000
94	0	0,000	0,005	-0,005	1,692	0,010	-0,001	3,782	0,988	0,978	0,010	0,005
95	1	0,001	0,005	-0,003	1,162	0,010	-0,001	2,010	0,989	0,982	0,007	0,003
96	1	0,001	0,005	-0,003	1,148	0,010	-0,001	1,974	0,990	0,987	0,004	0,003
97	6	0,007	0,004	0,003	0,960	0,010	-0,001	1,486	0,998	0,991	0,006	0,003
98	2	0,002	0,004	-0,002	0,594	0,010	-0,001	0,731	1,000	0,996	0,004	0,002
99	0	0,000	0,004	-0,004	1,635	0,009	-0,001	3,592	1,000	1,000	0,000	0,004
<i>N</i>	823				χ^2 Real			507,786		Supremo	0,114	MDA
					χ^2 Limite			112,02		K-S Limite	0,047	0,0064

Os dados mostraram uma desconformidade com a Lei NB em todos os testes aplicados. No Teste Z ocorreram 23 picos que superaram o limite de 1,96. Essa empresa apresentou os piores resultados dentre as quatro avaliadas.

1.1.4 Modelo Fator de Distorção

Os resultados dos testes foram apresentados nas quatro tabelas seguintes, cada qual referente a uma empresa participante.

Tabela 114 – Modelo Fator de Distorção dos valores unitários Construtora NM Ltda.

MODELO FATOR DE DISTORÇÃO VALORES UNITÁRIOS		
Média real	Fator de Distorção	Z Estatístico
35,2752	-0,0962	-4,2112
Média esperada	Desvio Padrão	
39,0289	0,02284	

Os resultados mostraram que os dados foram subestimados em 9,62% em relação à distribuição de Benford. Tal resultado foi significativo a um nível de 0,05, pois o Z Estatístico superou a fronteira de 1,96.

Tabela 115 – Modelo Fator de Distorção dos valores unitários Concrepoxi Engenharia Ltda.

MODELO FATOR DE DISTORÇÃO VALORES UNITÁRIOS		
Média real	Fator de Distorção	Z Estatístico
38,5458	-0,0124	-0,5563
Média esperada	Desvio Padrão	
39,0313	0,022357	

Os resultados mostraram que os dados foram subestimados em 1,24% em relação à distribuição de Benford. Tal resultado não foi significativo a um nível de 0,05, pois o Z Estatístico foi inferior a 1,96.

Tabela 116 – Modelo Fator de Distorção dos valores unitários Consórcio FBS/DP Barros

MODELO FATOR DE DISTORÇÃO VALORES UNITÁRIOS		
Média real	Fator de Distorção	Z Estatístico
36,1425	-0,0740	-3,2957
Média esperada	Desvio Padrão	
39,0308	0,02245	

Os resultados mostraram que os dados foram subestimados em 7,40% em relação à distribuição de Benford. Tal resultado foi significativo a um nível de 0,05, pois o Z Estatístico superou a fronteira de 1,96.

Tabela 117 – Modelo Fator de Distorção dos valores unitários Consórcio MPE/EPC Construções

MODELO FATOR DE DISTORÇÃO VALORES UNITÁRIOS		
Média real	Fator de Distorção	Z Estatístico
40,4468	0,0363	1,6294
Média esperada	Desvio Padrão	
39,0319	0,02225	

Os resultados mostraram que os dados foram superestimados em 3,63% em relação à distribuição de Benford. Tal resultado não foi significativo a um nível de 0,05, pois o Z Estatístico foi inferior a 1,96.

Ante o exposto, percebe-se que houve uma correspondência entre o Modelo Fator de Distorção e os Testes Primários aplicados. Se as empresas fossem classificadas em ordem crescente em relação ao resultado do Fator de Distorção

obtido no teste, teríamos a mesma classificação obtida nos testes primários por ordem decrescente de desempenho:

- 1 – Construtora NM Ltda.;
- 2 - Consórcio FBS/DP Barros;
- 3 – Concrepxi Engenharia Ltda.;
- 4 - Consórcio MPE/EPC.

1.2. Valores Totais

1.2.1 Teste do Primeiro Dígito

Os Testes do Primeiro Dígito dos valores totais de cada proposta estão exibidos a seguir.

Tabela 118 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais Construtora NM Ltda.

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>		
1	232	0,267	0,301	-0,034	2,171	3,407	0,267	0,301	0,034	0,034
2	166	0,191	0,176	0,015	1,102	1,083	0,457	0,477	0,020	0,015
3	114	0,131	0,125	0,006	0,487	0,253	0,589	0,602	0,013	0,006
4	94	0,108	0,097	0,011	1,044	1,094	0,697	0,699	0,002	0,011
5	74	0,085	0,079	0,006	0,600	0,404	0,782	0,778	0,004	0,006
6	50	0,057	0,067	-0,010	1,056	1,179	0,839	0,845	0,006	0,010
7	48	0,055	0,058	-0,003	0,284	0,120	0,894	0,903	0,009	0,003
8	49	0,056	0,051	0,005	0,636	0,483	0,951	0,954	0,003	0,005
9	43	0,049	0,046	0,003	0,401	0,222	1,000	1,000	0,000	0,003
<i>N</i>	<i>870</i>	χ^2 Real				<i>8,246</i>	<i>Supremo</i>	<i>0,034</i>	<i>MDA</i>	
		χ^2 Limite				<i>15,507</i>	<i>K-S Limite</i>	<i>0,046</i>	<i>0,010</i>	

Os resultados mostraram que houve uma subestimativa do dígito 1 na planilha de dados, segundo o Teste Z. Os demais testes mostraram uma conformidade com a Lei NB. O MDA apresentou uma conformidade aceitável.

Tabela 119 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais Concrepoxi Engenharia Ltda.

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>		<i>MDA</i>		
1	263	0,302	0,301	0,001	0,024	0,003	0,302	0,301	0,001	0,001	
2	134	0,154	0,176	-0,022	1,672	2,429	0,456	0,477	0,021	0,022	
3	112	0,129	0,125	0,004	0,269	0,090	0,584	0,602	0,018	0,004	
4	93	0,107	0,097	0,010	0,917	0,858	0,691	0,699	0,008	0,010	
5	71	0,082	0,079	0,003	0,212	0,070	0,773	0,778	0,005	0,003	
6	55	0,063	0,067	-0,004	0,387	0,193	0,836	0,845	0,009	0,004	
7	62	0,071	0,058	0,013	1,592	2,610	0,907	0,903	0,004	0,013	
8	43	0,049	0,051	-0,002	0,142	0,045	0,956	0,954	0,002	0,002	
9	38	0,044	0,046	-0,002	0,253	0,107	1,000	1,000	0,000	0,002	
N	871						6,404	Supremo	0,021	MDA	
							15,507	K-S Limite	0,046	0,007	

Segundo os resultados exibidos na tabela anterior, os dados apresentaram uma conformidade com a Lei NB em todos os testes aplicados. Ressalta-se que no Teste Z nenhum dígito superou a fronteira de 1,96 e o MDA mostrou uma conformidade aceitável.

Tabela 120 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais Consórcio FBS/DP Barros

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>		<i>MDA</i>		
1	252	0,290	0,301	-0,011	0,649	0,329	0,290	0,301	0,011	0,011	
2	144	0,166	0,176	-0,010	0,737	0,503	0,456	0,477	0,021	0,010	
3	115	0,132	0,125	0,007	0,616	0,389	0,589	0,602	0,013	0,007	
4	84	0,097	0,097	0,000	0,022	0,000	0,685	0,699	0,014	0,000	
5	69	0,079	0,079	0,000	0,054	0,003	0,765	0,778	0,013	0,000	
6	72	0,083	0,067	0,016	1,812	3,296	0,848	0,845	0,003	0,016	
7	50	0,058	0,058	0,000	0,050	0,002	0,906	0,903	0,003	0,000	
8	43	0,050	0,051	-0,001	0,118	0,036	0,955	0,954	0,001	0,001	
9	39	0,045	0,046	-0,001	0,069	0,022	1,000	1,000	0,000	0,001	
N	868						4,580	Supremo	0,021	MDA	
							15,507	K-S Limite	0,046	0,005	

Segundo os resultados apresentados na tabela anterior, os dados apresentaram uma conformidade com a Lei NB em todos os testes aplicados. Ressalta-se que no Teste Z nenhum dígito superou a fronteira de 1,96 e o MDA mostrou uma conformidade aproximada.

Tabela 121 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais Consórcio MPE/EPC Construções

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>			<i>MDA</i>
<i>1</i>	242	0,278	0,301	-0,023	1,453	1,552	0,278	0,301	0,023	0,023
<i>2</i>	148	0,170	0,176	-0,006	0,427	0,183	0,448	0,477	0,029	0,006
<i>3</i>	138	0,158	0,125	0,033	2,933	7,791	0,606	0,602	0,004	0,033
<i>4</i>	83	0,095	0,097	-0,002	0,113	0,026	0,701	0,699	0,002	0,002
<i>5</i>	70	0,080	0,079	0,001	0,087	0,021	0,782	0,778	0,004	0,001
<i>6</i>	49	0,056	0,067	-0,011	1,200	1,500	0,838	0,845	0,007	0,011
<i>7</i>	56	0,064	0,058	0,006	0,722	0,595	0,902	0,903	0,001	0,006
<i>8</i>	39	0,045	0,051	-0,006	0,758	0,662	0,947	0,954	0,007	0,006
<i>9</i>	46	0,053	0,046	0,007	0,879	0,879	1,000	1,000	0,000	0,007
<i>N</i>	<i>871</i>					<i>13,208</i>	<i>Supremo</i>	<i>0,029</i>	<i>MDA</i>	
						<i>15,507</i>	<i>K-S Limite</i>	<i>0,046</i>	<i>0,011</i>	

Os resultados mostraram que houve uma superestimativa do dígito 3 na planilha de dados, segundo o Teste Z. Os demais testes mostraram uma conformidade com a Lei NB. O MDA apresentou uma conformidade aceitável.

1.2.2 Teste do Segundo Dígito

Os Testes do Segundo Dígito dos valores totais de cada proposta estão ilustrados a seguir.

Tabela 122 – Teste do Segundo Dígito dos valores totais Construtora NM Ltda.

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>			<i>MDA</i>
<i>0</i>	89	0,102	0,120	-0,018	1,543	2,239	0,102	0,120	0,018	0,018
<i>1</i>	117	0,135	0,114	0,021	1,861	3,247	0,237	0,234	0,003	0,021
<i>2</i>	94	0,108	0,109	-0,001	0,024	0,005	0,345	0,343	0,002	0,001
<i>3</i>	94	0,108	0,104	0,004	0,347	0,145	0,453	0,447	0,006	0,004
<i>4</i>	83	0,096	0,100	-0,004	0,384	0,175	0,549	0,547	0,002	0,004
<i>5</i>	90	0,104	0,097	0,007	0,597	0,386	0,652	0,644	0,008	0,007
<i>6</i>	70	0,081	0,093	-0,012	1,205	1,448	0,733	0,737	0,004	0,012
<i>7</i>	77	0,089	0,090	-0,001	0,084	0,019	0,822	0,827	0,005	0,001
<i>8</i>	65	0,075	0,088	-0,013	1,314	1,721	0,896	0,915	0,019	0,013
<i>9</i>	90	0,104	0,085	0,019	1,902	3,525	1,000	1,000	0,000	0,019
<i>N</i>	<i>869</i>					<i>12,910</i>	<i>Supremo</i>	<i>0,019</i>	<i>MDA</i>	
						<i>16,919</i>	<i>K-S Limite</i>	<i>0,046</i>	<i>0,010</i>	

Os dados apresentaram uma conformidade com a Lei NB em todos os testes aplicados. Ressalta-se que no Teste Z nenhum dígito superou a fronteira de 1,96 e o MDA mostrou uma conformidade aceitável.

Tabela 123 – Teste do Segundo Dígito dos valores totais Concrepoxi Engenharia Ltda.

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>			
<i>0</i>	110	0,127	0,120	0,007	0,545	0,314	0,127	0,120	0,007	0,007	
<i>1</i>	111	0,128	0,114	0,014	1,220	1,438	0,254	0,234	0,020	0,014	
<i>2</i>	115	0,132	0,109	0,023	2,153	4,342	0,387	0,343	0,044	0,023	
<i>3</i>	67	0,077	0,104	-0,027	2,542	6,046	0,464	0,447	0,017	0,027	
<i>4</i>	81	0,093	0,100	-0,007	0,611	0,401	0,557	0,547	0,010	0,007	
<i>5</i>	76	0,087	0,097	-0,010	0,893	0,816	0,644	0,644	0,000	0,010	
<i>6</i>	82	0,094	0,093	0,001	0,080	0,017	0,739	0,737	0,002	0,001	
<i>7</i>	76	0,087	0,090	-0,003	0,203	0,062	0,826	0,827	0,001	0,003	
<i>8</i>	86	0,099	0,088	0,011	1,081	1,187	0,925	0,915	0,010	0,011	
<i>9</i>	65	0,075	0,085	-0,010	1,018	1,064	1,000	1,000	0,000	0,010	
<i>N</i>	<i>869</i>	χ^2 Real				<i>15,687</i>	<i>Supremo</i>	<i>0,044</i>	<i>MDA</i>		
		χ^2 Limite				<i>16,919</i>	<i>K-S Limite</i>	<i>0,046</i>	<i>0,011</i>		

Os resultados mostraram que houve uma superestimativa do dígito 2 e uma subestimativa do dígito 3 na planilha de dados, segundo o Teste Z. Os demais testes mostraram uma conformidade com a Lei NB. O MDA apresentou uma conformidade marginal.

Tabela 124 – Teste do Segundo Dígito dos valores totais Consórcio FBS/DP Barros

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>			
<i>0</i>	114	0,131	0,120	0,011	0,989	0,953	0,131	0,120	0,011	0,011	
<i>1</i>	80	0,092	0,114	-0,022	1,960	3,590	0,224	0,234	0,010	0,022	
<i>2</i>	94	0,108	0,109	-0,001	0,000	0,003	0,332	0,343	0,011	0,001	
<i>3</i>	97	0,112	0,104	0,008	0,704	0,518	0,444	0,447	0,003	0,008	
<i>4</i>	85	0,098	0,100	-0,002	0,136	0,033	0,542	0,547	0,005	0,002	
<i>5</i>	91	0,105	0,097	0,008	0,735	0,566	0,647	0,644	0,003	0,008	
<i>6</i>	70	0,081	0,093	-0,012	1,185	1,402	0,728	0,737	0,009	0,012	
<i>7</i>	86	0,099	0,090	0,009	0,886	0,814	0,827	0,827	0,000	0,009	
<i>8</i>	60	0,069	0,088	-0,019	1,894	3,481	0,896	0,915	0,019	0,019	
<i>9</i>	90	0,104	0,085	0,019	1,925	3,607	1,000	1,000	0,000	0,019	
<i>N</i>	<i>867</i>	χ^2 Real				<i>14,968</i>	<i>Supremo</i>	<i>0,019</i>	<i>MDA</i>		
		χ^2 Limite				<i>16,919</i>	<i>K-S Limite</i>	<i>0,046</i>	<i>0,011</i>		

Os dados apresentaram uma conformidade com a Lei NB em todos os testes aplicados. Ressalta-se que no Teste Z nenhum dígito superou a fronteira de 1,96 e o MDA mostrou uma conformidade marginal.

Tabela 125 – Teste do Segundo Dígito dos valores totais Consórcio MPE/EPC Construções

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>		
0	105	0,121	0,120	0,001	0,050	0,002	0,121	0,120	0,001	0,001
1	102	0,117	0,114	0,003	0,235	0,074	0,238	0,234	0,004	0,003
2	94	0,108	0,109	-0,001	0,048	0,009	0,346	0,343	0,003	0,001
3	76	0,087	0,104	-0,017	1,563	2,348	0,433	0,447	0,014	0,017
4	87	0,100	0,100	0,000	0,011	0,000	0,533	0,547	0,014	0,000
5	73	0,084	0,097	-0,013	1,258	1,562	0,617	0,644	0,027	0,013
6	96	0,110	0,093	0,017	1,691	2,777	0,727	0,737	0,010	0,017
7	84	0,096	0,090	0,006	0,605	0,401	0,823	0,827	0,004	0,006
8	76	0,087	0,088	-0,001	0,018	0,005	0,910	0,915	0,005	0,001
9	78	0,090	0,085	0,005	0,421	0,212	1,000	1,000	0,000	0,005
<i>N</i>	<i>871</i>			χ^2 Real		<i>7,391</i>	<i>Supremo</i>		<i>0,027</i>	<i>MDA</i>
				χ^2 Limite		<i>16,919</i>	<i>K-S Limite</i>		<i>0,046</i>	<i>0,006</i>

Os resultados da tabela anterior mostraram uma conformidade com a Lei NB em todos os testes aplicados. Ressalta-se que no Teste Z nenhum dígito superou a fronteira de 1,96 e o MDA mostrou uma conformidade aproximada.

1.2.3 Teste dos Dois Primeiros Dígitos

Os Testes dos Dois Primeiros Dígitos dos valores totais de cada proposta estão exibidos seguir.

Tabela 126 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores totais Construtora NM Ltda.

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>	<i>K-S</i>	<i>DMA</i>		
10	23	0,026	0,041	-0,015	2,124	0,055	0,028	4,677	0,026	0,041	0,015	0,015
11	34	0,039	0,038	0,001	0,118	0,051	0,025	0,041	0,066	0,079	0,014	0,001
12	31	0,036	0,035	0,001	0,054	0,048	0,022	0,021	0,101	0,114	0,013	0,001
13	29	0,033	0,032	0,001	0,102	0,044	0,020	0,038	0,135	0,146	0,011	0,001
14	21	0,024	0,030	-0,006	0,903	0,042	0,018	0,975	0,159	0,176	0,017	0,006
15	21	0,024	0,028	-0,004	0,587	0,040	0,016	0,463	0,183	0,204	0,021	0,004

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>
16	12	0,014	0,026	-0,013	2,199	0,038	0,015	5,174	0,197	0,230	0,034	0,013
17	17	0,020	0,025	-0,005	0,888	0,036	0,014	0,969	0,216	0,255	0,039	0,005
18	15	0,017	0,023	-0,006	1,099	0,034	0,013	1,432	0,234	0,279	0,045	0,006
19	29	0,033	0,022	0,011	2,101	0,033	0,012	4,802	0,267	0,301	0,034	0,011
20	19	0,022	0,021	0,001	0,020	0,031	0,011	0,019	0,289	0,322	0,033	0,001
21	27	0,031	0,020	0,011	2,156	0,030	0,010	5,079	0,320	0,342	0,023	0,011
22	21	0,024	0,019	0,005	0,918	0,029	0,010	1,063	0,344	0,362	0,018	0,005
23	20	0,023	0,018	0,005	0,866	0,028	0,009	0,965	0,367	0,380	0,013	0,005
24	12	0,014	0,018	-0,004	0,747	0,027	0,008	0,753	0,381	0,398	0,017	0,004
25	9	0,010	0,017	-0,007	1,390	0,026	0,008	2,274	0,391	0,415	0,024	0,007
26	13	0,015	0,016	-0,001	0,199	0,025	0,007	0,109	0,406	0,431	0,025	0,001
27	18	0,021	0,016	0,005	1,027	0,025	0,007	1,331	0,427	0,447	0,020	0,005
28	11	0,013	0,015	-0,003	0,483	0,024	0,007	0,380	0,440	0,462	0,023	0,003
29	16	0,018	0,015	0,004	0,762	0,023	0,006	0,803	0,458	0,477	0,019	0,004
30	10	0,012	0,014	-0,003	0,537	0,023	0,006	0,456	0,470	0,491	0,022	0,003
31	13	0,015	0,014	0,001	0,151	0,022	0,005	0,086	0,484	0,505	0,021	0,001
32	7	0,008	0,013	-0,005	1,215	0,022	0,005	1,833	0,493	0,519	0,026	0,005
33	10	0,012	0,013	-0,001	0,230	0,021	0,005	0,142	0,504	0,531	0,027	0,001
34	13	0,015	0,013	0,002	0,475	0,021	0,005	0,388	0,519	0,544	0,025	0,002
35	15	0,017	0,012	0,005	1,194	0,020	0,004	1,795	0,536	0,556	0,020	0,005
36	14	0,016	0,012	0,004	0,988	0,020	0,004	1,295	0,552	0,568	0,016	0,004
37	17	0,020	0,012	0,008	2,040	0,019	0,004	4,779	0,572	0,580	0,008	0,008
38	7	0,008	0,011	-0,003	0,740	0,019	0,004	0,802	0,580	0,591	0,011	0,003
39	8	0,009	0,011	-0,002	0,343	0,019	0,003	0,253	0,589	0,602	0,013	0,002
40	8	0,009	0,011	-0,002	0,270	0,018	0,003	0,187	0,598	0,613	0,014	0,002
41	11	0,013	0,010	0,002	0,469	0,018	0,003	0,399	0,611	0,623	0,012	0,002
42	8	0,009	0,010	-0,001	0,128	0,017	0,003	0,087	0,620	0,633	0,013	0,001
43	15	0,017	0,010	0,007	1,987	0,017	0,003	4,609	0,638	0,643	0,006	0,007
44	11	0,013	0,010	0,003	0,697	0,017	0,003	0,748	0,650	0,653	0,003	0,003
45	8	0,009	0,010	0,000	0,103	0,017	0,003	0,010	0,659	0,663	0,003	0,000
46	12	0,014	0,009	0,004	1,193	0,016	0,002	1,858	0,673	0,672	0,001	0,004
47	4	0,005	0,009	-0,005	1,228	0,016	0,002	1,959	0,678	0,681	0,003	0,005
48	11	0,013	0,009	0,004	0,979	0,016	0,002	1,331	0,690	0,690	0,000	0,004
49	6	0,007	0,009	-0,002	0,409	0,016	0,002	0,346	0,697	0,699	0,002	0,002
50	8	0,009	0,009	0,001	0,010	0,015	0,002	0,037	0,707	0,708	0,001	0,001
51	6	0,007	0,008	-0,002	0,307	0,015	0,002	0,241	0,713	0,716	0,003	0,002
52	6	0,007	0,008	-0,001	0,258	0,015	0,002	0,197	0,720	0,724	0,004	0,001
53	11	0,013	0,008	0,005	1,303	0,015	0,002	2,207	0,733	0,732	0,001	0,005
54	6	0,007	0,008	-0,001	0,162	0,014	0,001	0,124	0,740	0,740	0,000	0,001
55	10	0,012	0,008	0,004	1,039	0,014	0,001	1,506	0,751	0,748	0,003	0,004
56	8	0,009	0,008	0,002	0,319	0,014	0,001	0,261	0,761	0,756	0,005	0,002
57	7	0,008	0,008	0,001	-0,025	0,014	0,001	0,029	0,769	0,763	0,005	0,001
58	6	0,007	0,007	-0,001	0,178	0,014	0,001	0,032	0,776	0,771	0,005	0,001
59	5	0,006	0,007	-0,002	0,336	0,014	0,001	0,284	0,781	0,778	0,003	0,002
60	3	0,003	0,007	-0,004	1,100	0,013	0,001	1,681	0,785	0,785	0,001	0,004
61	10	0,012	0,007	0,004	1,362	0,013	0,001	2,432	0,796	0,792	0,004	0,004
62	6	0,007	0,007	0,000	0,016	0,013	0,001	0,000	0,803	0,799	0,004	0,000
63	6	0,007	0,007	0,000	0,023	0,013	0,001	0,001	0,810	0,806	0,004	0,000
64	4	0,005	0,007	-0,002	0,561	0,013	0,001	0,586	0,815	0,813	0,002	0,002

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>		
65	4	0,005	0,007	-0,002	0,527	0,013	0,001	0,539	0,819	0,820	0,000	0,002
66	3	0,003	0,007	-0,003	0,916	0,012	0,001	1,261	0,823	0,826	0,003	0,003
67	1	0,001	0,006	-0,005	1,736	0,012	0,001	3,770	0,824	0,833	0,009	0,005
68	3	0,003	0,006	-0,003	0,859	0,012	0,000	1,143	0,827	0,839	0,011	0,003
69	10	0,012	0,006	0,005	1,752	0,012	0,000	3,845	0,839	0,845	0,006	0,005
70	7	0,008	0,006	0,002	0,497	0,012	0,000	0,507	0,847	0,851	0,004	0,002
71	6	0,007	0,006	0,001	0,097	0,012	0,000	0,099	0,854	0,857	0,003	0,001
72	6	0,007	0,006	0,001	0,129	0,012	0,000	0,121	0,861	0,863	0,003	0,001
73	1	0,001	0,006	-0,005	1,609	0,012	0,000	3,330	0,862	0,869	0,007	0,005
74	6	0,007	0,006	0,001	0,193	0,011	0,000	0,172	0,869	0,875	0,006	0,001
75	8	0,009	0,006	0,003	1,122	0,011	0,000	1,802	0,878	0,881	0,003	0,003
76	3	0,003	0,006	-0,002	0,647	0,011	0,000	0,758	0,881	0,886	0,005	0,002
77	4	0,005	0,006	-0,001	0,168	0,011	0,000	0,155	0,886	0,892	0,006	0,001
78	2	0,002	0,006	-0,003	1,055	0,011	0,000	1,640	0,888	0,898	0,009	0,003
79	5	0,006	0,005	0,000	0,116	0,011	0,000	0,013	0,894	0,903	0,009	0,000
80	5	0,006	0,005	0,000	0,144	0,011	0,000	0,021	0,900	0,908	0,009	0,000
81	3	0,003	0,005	-0,002	0,527	0,011	0,000	0,574	0,903	0,914	0,010	0,002
82	6	0,007	0,005	0,002	0,434	0,011	0,000	0,444	0,910	0,919	0,009	0,002
83	2	0,002	0,005	-0,003	0,953	0,011	0,000	1,405	0,913	0,924	0,012	0,003
84	6	0,007	0,005	0,002	0,490	0,010	0,000	0,527	0,919	0,929	0,010	0,002
85	6	0,007	0,005	0,002	0,518	0,010	0,000	0,570	0,926	0,934	0,008	0,002
86	4	0,005	0,005	0,000	0,174	0,010	0,000	0,030	0,931	0,940	0,009	0,000
87	6	0,007	0,005	0,002	0,573	0,010	0,000	0,660	0,938	0,944	0,007	0,002
88	6	0,007	0,005	0,002	0,600	0,010	0,000	0,706	0,945	0,949	0,005	0,002
89	5	0,006	0,005	0,001	0,138	0,010	0,000	0,145	0,951	0,954	0,004	0,001
90	6	0,007	0,005	0,002	0,653	0,010	0,000	0,803	0,957	0,959	0,002	0,002
91	7	0,008	0,005	0,003	1,172	0,010	0,000	2,004	0,965	0,964	0,002	0,003
92	3	0,003	0,005	-0,001	0,288	0,010	0,000	0,286	0,969	0,968	0,000	0,001
93	0	0,000	0,005	-0,005	1,764	0,010	0,000	4,036	0,969	0,973	0,004	0,005
94	4	0,005	0,005	0,000	0,003	0,010	0,000	0,000	0,974	0,978	0,004	0,000
95	9	0,010	0,005	0,006	2,293	0,010	-0,001	6,448	0,984	0,982	0,002	0,006
96	1	0,001	0,005	-0,003	1,222	0,010	-0,001	2,167	0,985	0,987	0,002	0,003
97	3	0,003	0,004	-0,001	0,189	0,009	-0,001	0,196	0,988	0,991	0,003	0,001
98	4	0,005	0,004	0,000	0,086	0,009	-0,001	0,007	0,993	0,996	0,003	0,000
99	6	0,007	0,004	0,003	0,878	0,009	-0,001	1,284	1,000	1,000	0,000	0,003
<i>N</i>	<i>869</i>				<i>χ² Real</i>			<i>105,817</i>	<i>Supremo</i>	<i>0,045</i>	<i>MDA</i>	
					<i>χ² Limite</i>			<i>112,02</i>	<i>K-S Limite</i>	<i>0,046</i>	<i>0,0031</i>	

Os resultados mostraram uma conformidade para o Teste K-S e para o Teste QQ. O MDA apresentou uma desconformidade e o Teste Z exibiu 7 picos que superaram o limite de 1,96.

Tabela 127 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores totais Concrepoxi Engenharia Ltda.

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>	<i>K-S</i>	<i>DMA</i>		
10	45	0,052	0,041	0,010	1,453	0,055	0,028	2,267	0,052	0,041	0,010	0,010
11	39	0,045	0,038	0,007	1,007	0,051	0,025	1,156	0,097	0,079	0,017	0,007
12	30	0,035	0,035	0,000	0,039	0,048	0,022	0,001	0,131	0,114	0,017	0,000
13	12	0,014	0,032	-0,018	2,973	0,044	0,020	9,117	0,145	0,146	0,001	0,018
14	21	0,024	0,030	-0,006	0,903	0,042	0,018	0,975	0,169	0,176	0,007	0,006
15	29	0,033	0,028	0,005	0,851	0,040	0,016	0,885	0,203	0,204	0,002	0,005
16	24	0,028	0,026	0,001	0,131	0,038	0,015	0,055	0,230	0,230	0,000	0,001
17	18	0,021	0,025	-0,004	0,670	0,036	0,014	0,591	0,251	0,255	0,004	0,004
18	26	0,030	0,023	0,006	1,141	0,034	0,013	1,534	0,281	0,279	0,002	0,006
19	19	0,022	0,022	0,000	0,082	0,033	0,012	0,007	0,303	0,301	0,002	0,000
20	18	0,021	0,021	0,000	0,097	0,031	0,011	0,009	0,323	0,322	0,001	0,000
21	21	0,024	0,020	0,004	0,710	0,030	0,010	0,675	0,348	0,342	0,005	0,004
22	14	0,016	0,019	-0,003	0,561	0,029	0,010	0,459	0,364	0,362	0,002	0,003
23	15	0,017	0,018	-0,001	0,142	0,028	0,009	0,070	0,381	0,380	0,001	0,001
24	10	0,012	0,018	-0,006	1,261	0,027	0,008	1,897	0,392	0,398	0,006	0,006
25	7	0,008	0,017	-0,009	1,914	0,026	0,008	4,112	0,400	0,415	0,015	0,009
26	13	0,015	0,016	-0,001	0,199	0,025	0,007	0,109	0,415	0,431	0,016	0,001
27	12	0,014	0,016	-0,002	0,333	0,025	0,007	0,217	0,429	0,447	0,018	0,002
28	15	0,017	0,015	0,002	0,348	0,024	0,007	0,233	0,446	0,462	0,016	0,002
29	9	0,010	0,015	-0,004	0,928	0,023	0,006	1,125	0,457	0,477	0,020	0,004
30	13	0,015	0,014	0,001	0,036	0,023	0,006	0,032	0,472	0,491	0,020	0,001
31	12	0,014	0,014	0,000	0,005	0,022	0,005	0,000	0,486	0,505	0,020	0,000
32	19	0,022	0,013	0,009	2,034	0,022	0,005	4,698	0,507	0,519	0,011	0,009
33	6	0,007	0,013	-0,006	1,429	0,021	0,005	2,462	0,514	0,531	0,017	0,006
34	9	0,010	0,013	-0,002	0,438	0,021	0,005	0,344	0,525	0,544	0,019	0,002
35	13	0,015	0,012	0,003	0,577	0,020	0,004	0,528	0,540	0,556	0,017	0,003
36	13	0,015	0,012	0,003	0,676	0,020	0,004	0,684	0,555	0,568	0,014	0,003
37	9	0,010	0,012	-0,001	0,179	0,019	0,004	0,113	0,565	0,580	0,015	0,001
38	11	0,013	0,011	0,001	0,224	0,019	0,004	0,146	0,578	0,591	0,013	0,001
39	7	0,008	0,011	-0,003	0,668	0,019	0,003	0,683	0,586	0,602	0,016	0,003
40	5	0,006	0,011	-0,005	1,258	0,018	0,003	2,002	0,591	0,613	0,021	0,005
41	9	0,010	0,010	0,000	0,031	0,018	0,003	0,001	0,602	0,623	0,021	0,000
42	17	0,020	0,010	0,009	2,570	0,017	0,003	7,424	0,621	0,633	0,012	0,009
43	5	0,006	0,010	-0,004	1,084	0,017	0,003	1,558	0,627	0,643	0,016	0,004
44	14	0,016	0,010	0,006	1,732	0,017	0,003	3,591	0,643	0,653	0,010	0,006
45	6	0,007	0,010	-0,003	0,626	0,017	0,003	0,635	0,650	0,663	0,013	0,003
46	8	0,009	0,009	0,000	0,041	0,016	0,002	0,002	0,659	0,672	0,013	0,000
47	9	0,010	0,009	0,001	0,198	0,016	0,002	0,140	0,670	0,681	0,012	0,001
48	11	0,013	0,009	0,004	0,979	0,016	0,002	1,331	0,682	0,690	0,008	0,004
49	9	0,010	0,009	0,002	0,318	0,016	0,002	0,248	0,693	0,699	0,006	0,002
50	9	0,010	0,009	0,002	0,377	0,015	0,002	0,312	0,703	0,708	0,004	0,002
51	10	0,012	0,008	0,003	0,806	0,015	0,002	0,974	0,715	0,716	0,001	0,003

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>
52	5	0,006	0,008	-0,003	0,632	0,015	0,002	0,666	0,720	0,724	0,004	0,003
53	8	0,009	0,008	0,001	0,168	0,015	0,002	0,127	0,730	0,732	0,003	0,001
54	8	0,009	0,008	0,001	0,219	0,014	0,001	0,167	0,739	0,740	0,002	0,001
55	4	0,005	0,008	-0,003	0,886	0,014	0,001	1,153	0,743	0,748	0,005	0,003
56	6	0,007	0,008	-0,001	0,070	0,014	0,001	0,069	0,750	0,756	0,006	0,001
57	6	0,007	0,008	-0,001	0,025	0,014	0,001	0,048	0,757	0,763	0,006	0,001
58	8	0,009	0,007	0,002	0,414	0,014	0,001	0,372	0,766	0,771	0,004	0,002
59	7	0,008	0,007	0,001	0,063	0,014	0,001	0,068	0,774	0,778	0,004	0,001
60	5	0,006	0,007	-0,001	0,297	0,013	0,001	0,246	0,780	0,785	0,005	0,001
61	5	0,006	0,007	-0,001	0,258	0,013	0,001	0,211	0,786	0,792	0,006	0,001
62	6	0,007	0,007	0,000	0,016	0,013	0,001	0,000	0,793	0,799	0,006	0,000
63	9	0,010	0,007	0,004	1,052	0,013	0,001	1,572	0,803	0,806	0,003	0,004
64	8	0,009	0,007	0,002	0,684	0,013	0,001	0,789	0,812	0,813	0,000	0,002
65	6	0,007	0,007	0,000	0,099	0,013	0,001	0,010	0,819	0,820	0,000	0,000
66	4	0,005	0,007	-0,002	0,495	0,012	0,001	0,495	0,824	0,826	0,002	0,002
67	4	0,005	0,006	-0,002	0,463	0,012	0,001	0,453	0,829	0,833	0,004	0,002
68	3	0,003	0,006	-0,003	0,859	0,012	0,000	1,143	0,832	0,839	0,007	0,003
69	4	0,005	0,006	-0,002	0,400	0,012	0,000	0,377	0,837	0,845	0,009	0,002
70	10	0,012	0,006	0,005	1,798	0,012	0,000	4,033	0,848	0,851	0,003	0,005
71	10	0,012	0,006	0,005	1,843	0,012	0,000	4,223	0,860	0,857	0,002	0,005
72	7	0,008	0,006	0,002	0,569	0,012	0,000	0,619	0,868	0,863	0,004	0,002
73	2	0,002	0,006	-0,004	1,166	0,012	0,000	1,914	0,870	0,869	0,001	0,004
74	5	0,006	0,006	0,000	0,029	0,011	0,000	0,001	0,876	0,875	0,001	0,000
75	5	0,006	0,006	0,000	0,001	0,011	0,000	0,000	0,881	0,881	0,001	0,000
76	4	0,005	0,006	-0,001	0,196	0,011	0,000	0,177	0,886	0,886	0,000	0,001
77	10	0,012	0,006	0,006	2,104	0,011	0,000	5,405	0,898	0,892	0,005	0,006
78	5	0,006	0,006	0,000	0,088	0,011	0,000	0,008	0,903	0,898	0,006	0,000
79	4	0,005	0,005	-0,001	0,114	0,011	0,000	0,118	0,908	0,903	0,005	0,001
80	2	0,002	0,005	-0,003	1,013	0,011	0,000	1,541	0,910	0,908	0,002	0,003
81	2	0,002	0,005	-0,003	0,993	0,011	0,000	1,495	0,913	0,914	0,001	0,003
82	9	0,010	0,005	0,005	1,840	0,011	0,000	4,281	0,923	0,919	0,004	0,005
83	2	0,002	0,005	-0,003	0,953	0,011	0,000	1,405	0,925	0,924	0,001	0,003
84	3	0,003	0,005	-0,002	0,458	0,010	0,000	0,481	0,929	0,929	0,001	0,002
85	3	0,003	0,005	-0,002	0,436	0,010	0,000	0,453	0,932	0,934	0,002	0,002
86	7	0,008	0,005	0,003	1,026	0,010	0,000	1,594	0,940	0,940	0,001	0,003
87	2	0,002	0,005	-0,003	0,875	0,010	0,000	1,241	0,942	0,944	0,002	0,003
88	7	0,008	0,005	0,003	1,085	0,010	0,000	1,755	0,951	0,949	0,001	0,003
89	5	0,006	0,005	0,001	0,138	0,010	0,000	0,145	0,956	0,954	0,002	0,001
90	3	0,003	0,005	-0,001	0,329	0,010	0,000	0,328	0,960	0,959	0,001	0,001
91	3	0,003	0,005	-0,001	0,308	0,010	0,000	0,307	0,963	0,964	0,001	0,001
92	8	0,009	0,005	0,005	1,697	0,010	0,000	3,766	0,972	0,968	0,004	0,005
93	8	0,009	0,005	0,005	1,728	0,010	0,000	3,892	0,982	0,973	0,008	0,005
94	3	0,003	0,005	-0,001	0,248	0,010	0,000	0,247	0,985	0,978	0,007	0,001
95	3	0,003	0,005	-0,001	0,228	0,010	-0,001	0,229	0,988	0,982	0,006	0,001
96	3	0,003	0,005	-0,001	0,208	0,010	-0,001	0,212	0,992	0,987	0,005	0,001

Dígito	Cont.	Real	Benford	Diferença	Teste-Z	Upper Bound	Lower Bound	QQ		K-S		DMA	
97	6	0,007	0,004	0,002	0,830	0,009	-0,001	1,171	0,999	0,991	0,008	0,002	
98	0	0,000	0,004	-0,004	1,706	0,009	-0,001	3,832	0,999	0,996	0,003	0,004	
99	1	0,001	0,004	-0,003	1,180	0,009	-0,001	2,057	1,000	1,000	0,000	0,003	
N	869	χ^2 Real							108,295	Supremo		0,021	MDA
		χ^2 Limite							112,02	K-S Limite		0,046	0,0030

Os resultados mostraram uma conformidade para o Teste Z, para o Teste K-S e para o Teste QQ. O MDA apresentou uma desconformidade e o Teste Z exibiu apenas 4 picos que superaram o limite de 1,96.

Tabela 128 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores totais Consórcio FBS/DP Barros

Dígito	Cont.	Real	Benford	Diferença	Teste-Z	Upper Bound	Lower Bound	QQ		K-S		DMA
10	44	0,051	0,041	0,009	1,298	0,055	0,028	1,834	0,051	0,041	0,009	0,009
11	19	0,022	0,038	-0,016	2,362	0,051	0,025	5,781	0,073	0,079	0,007	0,016
12	24	0,028	0,035	-0,007	1,045	0,048	0,022	1,250	0,100	0,114	0,014	0,007
13	35	0,040	0,032	0,008	1,269	0,045	0,020	1,804	0,141	0,146	0,005	0,008
14	24	0,028	0,030	-0,002	0,294	0,042	0,018	0,151	0,168	0,176	0,008	0,002
15	29	0,033	0,028	0,005	0,864	0,040	0,016	0,909	0,202	0,204	0,002	0,005
16	21	0,024	0,026	-0,002	0,282	0,038	0,015	0,146	0,226	0,230	0,004	0,002
17	21	0,024	0,025	-0,001	0,005	0,036	0,014	0,013	0,250	0,255	0,005	0,001
18	21	0,024	0,023	0,001	0,032	0,034	0,013	0,020	0,275	0,279	0,004	0,001
19	14	0,016	0,022	-0,006	1,108	0,033	0,012	1,462	0,291	0,301	0,010	0,006
20	18	0,021	0,021	0,000	0,088	0,031	0,011	0,007	0,311	0,322	0,011	0,000
21	10	0,012	0,020	-0,009	1,694	0,030	0,010	3,225	0,323	0,342	0,019	0,009
22	19	0,022	0,019	0,003	0,435	0,029	0,010	0,306	0,345	0,362	0,017	0,003
23	17	0,020	0,018	0,001	0,120	0,028	0,009	0,059	0,364	0,380	0,016	0,001
24	15	0,017	0,018	0,000	0,095	0,027	0,008	0,009	0,382	0,398	0,016	0,000
25	12	0,014	0,017	-0,003	0,595	0,026	0,008	0,519	0,396	0,415	0,019	0,003
26	12	0,014	0,016	-0,003	0,458	0,025	0,007	0,344	0,409	0,431	0,022	0,003
27	19	0,022	0,016	0,006	1,309	0,025	0,007	2,056	0,431	0,447	0,016	0,006
28	3	0,003	0,015	-0,012	2,693	0,024	0,007	7,894	0,435	0,462	0,028	0,012
29	19	0,022	0,015	0,007	1,617	0,023	0,006	3,045	0,457	0,477	0,020	0,007
30	16	0,018	0,014	0,004	0,904	0,023	0,006	1,081	0,475	0,491	0,016	0,004
31	10	0,012	0,014	-0,002	0,424	0,022	0,005	0,320	0,487	0,505	0,018	0,002
32	12	0,014	0,013	0,000	0,122	0,022	0,005	0,015	0,501	0,519	0,018	0,000
33	8	0,009	0,013	-0,004	0,823	0,021	0,005	0,934	0,510	0,531	0,022	0,004
34	7	0,008	0,013	-0,005	1,040	0,021	0,005	1,404	0,518	0,544	0,026	0,005
35	14	0,016	0,012	0,004	0,894	0,020	0,004	1,085	0,534	0,556	0,022	0,004
36	12	0,014	0,012	0,002	0,371	0,020	0,004	0,275	0,548	0,568	0,020	0,002
37	15	0,017	0,012	0,006	1,415	0,019	0,004	2,449	0,565	0,580	0,015	0,006
38	10	0,012	0,011	0,000	0,071	0,019	0,004	0,005	0,577	0,591	0,014	0,000
39	11	0,013	0,011	0,002	0,315	0,019	0,003	0,226	0,589	0,602	0,013	0,002
40	9	0,010	0,011	0,000	0,098	0,018	0,003	0,010	0,600	0,613	0,013	0,000

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferen ça</i>	<i>Teste- Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>
41	9	0,010	0,010	0,000	0,025	0,018	0,003	0,001	0,610	0,623	0,013	0,000
42	10	0,012	0,010	0,001	0,216	0,017	0,003	0,147	0,622	0,633	0,012	0,001
43	11	0,013	0,010	0,003	0,630	0,017	0,003	0,635	0,634	0,643	0,009	0,003
44	4	0,005	0,010	-0,005	1,369	0,017	0,003	2,353	0,639	0,653	0,014	0,005
45	11	0,013	0,010	0,003	0,777	0,017	0,002	0,897	0,652	0,663	0,011	0,003
46	8	0,009	0,009	0,000	0,035	0,016	0,002	0,001	0,661	0,672	0,011	0,000
47	6	0,007	0,009	-0,002	0,509	0,016	0,002	0,469	0,668	0,681	0,013	0,002
48	4	0,005	0,009	-0,004	1,177	0,016	0,002	1,825	0,672	0,690	0,018	0,004
49	12	0,014	0,009	0,005	1,418	0,016	0,002	2,537	0,686	0,699	0,013	0,005
50	5	0,006	0,009	-0,003	0,720	0,015	0,002	0,809	0,692	0,708	0,016	0,003
51	6	0,007	0,008	-0,002	0,301	0,015	0,002	0,235	0,699	0,716	0,017	0,002
52	9	0,010	0,008	0,002	0,498	0,015	0,002	0,466	0,709	0,724	0,015	0,002
53	8	0,009	0,008	0,001	0,175	0,015	0,002	0,131	0,719	0,732	0,014	0,001
54	11	0,013	0,008	0,005	1,372	0,014	0,001	2,422	0,731	0,740	0,009	0,005
55	5	0,006	0,008	-0,002	0,495	0,014	0,001	0,469	0,737	0,748	0,011	0,002
56	2	0,002	0,008	-0,005	1,619	0,014	0,001	3,265	0,739	0,756	0,017	0,005
57	4	0,005	0,008	-0,003	0,804	0,014	0,001	0,992	0,744	0,763	0,019	0,003
58	7	0,008	0,007	0,001	0,025	0,014	0,001	0,049	0,752	0,771	0,019	0,001
59	12	0,014	0,007	0,007	2,063	0,014	0,001	5,083	0,766	0,778	0,012	0,007
60	12	0,014	0,007	0,007	2,123	0,013	0,001	5,361	0,780	0,785	0,006	0,007
61	8	0,009	0,007	0,002	0,559	0,013	0,001	0,576	0,789	0,792	0,003	0,002
62	6	0,007	0,007	0,000	0,010	0,013	0,001	0,000	0,796	0,799	0,003	0,000
63	8	0,009	0,007	0,002	0,647	0,013	0,001	0,723	0,805	0,806	0,001	0,002
64	7	0,008	0,007	0,001	0,275	0,013	0,001	0,231	0,813	0,813	0,000	0,001
65	4	0,005	0,007	-0,002	0,523	0,013	0,001	0,532	0,818	0,820	0,002	0,002
66	8	0,009	0,007	0,003	0,775	0,012	0,001	0,965	0,827	0,826	0,001	0,003
67	4	0,005	0,006	-0,002	0,458	0,012	0,001	0,447	0,832	0,833	0,001	0,002
68	4	0,005	0,006	-0,002	0,427	0,012	0,000	0,408	0,836	0,839	0,003	0,002
69	10	0,012	0,006	0,005	1,759	0,012	0,000	3,875	0,848	0,845	0,003	0,005
70	3	0,003	0,006	-0,003	0,799	0,012	0,000	1,026	0,851	0,851	0,000	0,003
71	4	0,005	0,006	-0,001	0,335	0,012	0,000	0,304	0,856	0,857	0,002	0,001
72	7	0,008	0,006	0,002	0,575	0,012	0,000	0,628	0,864	0,863	0,001	0,002
73	4	0,005	0,006	-0,001	0,276	0,012	0,000	0,246	0,869	0,869	0,001	0,001
74	7	0,008	0,006	0,002	0,645	0,011	0,000	0,749	0,877	0,875	0,002	0,002
75	4	0,005	0,006	-0,001	0,219	0,011	0,000	0,195	0,881	0,881	0,000	0,001
76	3	0,003	0,006	-0,002	0,643	0,011	0,000	0,751	0,885	0,886	0,002	0,002
77	9	0,010	0,006	0,005	1,657	0,011	0,000	3,530	0,895	0,892	0,003	0,005
78	6	0,007	0,006	0,001	0,322	0,011	0,000	0,302	0,902	0,898	0,004	0,001
79	3	0,003	0,005	-0,002	0,570	0,011	0,000	0,637	0,905	0,903	0,002	0,002
80	3	0,003	0,005	-0,002	0,546	0,011	0,000	0,602	0,909	0,908	0,000	0,002
81	5	0,006	0,005	0,000	0,177	0,011	0,000	0,031	0,915	0,914	0,001	0,000
82	3	0,003	0,005	-0,002	0,499	0,011	0,000	0,536	0,918	0,919	0,001	0,002
83	4	0,005	0,005	-0,001	0,004	0,011	0,000	0,058	0,923	0,924	0,002	0,001
84	6	0,007	0,005	0,002	0,496	0,010	0,000	0,535	0,930	0,929	0,000	0,002
85	7	0,008	0,005	0,003	1,001	0,010	0,000	1,530	0,938	0,934	0,003	0,003
86	4	0,005	0,005	0,000	0,170	0,010	0,000	0,029	0,942	0,940	0,003	0,000
87	5	0,006	0,005	0,001	0,095	0,010	0,000	0,113	0,948	0,944	0,004	0,001
88	3	0,003	0,005	-0,001	0,367	0,010	0,000	0,370	0,952	0,949	0,002	0,001
89	3	0,003	0,005	-0,001	0,346	0,010	0,000	0,346	0,955	0,954	0,001	0,001
90	4	0,005	0,005	0,000	0,079	0,010	0,000	0,006	0,960	0,959	0,001	0,000

Dígito	Cont.	Real	Benford	Diferença	Teste-Z	Upper Bound	Lower Bound	QQ	K-S	DMA		
91	9	0,010	0,005	0,006	2,167	0,010	0,000	5,798	0,970	0,964	0,006	0,006
92	4	0,005	0,005	0,000	0,035	0,010	0,000	0,001	0,975	0,968	0,006	0,000
93	2	0,002	0,005	-0,002	0,763	0,010	0,000	1,020	0,977	0,973	0,004	0,002
94	4	0,005	0,005	0,000	0,008	0,010	0,000	0,000	0,982	0,978	0,004	0,000
95	5	0,006	0,005	0,001	0,281	0,010	-0,001	0,283	0,987	0,982	0,005	0,001
96	0	0,000	0,005	-0,005	1,726	0,010	-0,001	3,902	0,987	0,987	0,001	0,005
97	3	0,003	0,004	-0,001	0,185	0,009	-0,001	0,192	0,991	0,991	0,000	0,001
98	2	0,002	0,004	-0,002	0,678	0,009	-0,001	0,869	0,993	0,996	0,003	0,002
99	6	0,007	0,004	0,003	0,884	0,009	-0,001	1,297	1,000	1,000	0,000	0,003
N	867				χ^2 Real			100,429	Supremo		0,028	MDA
					χ^2 Limite			112,02	K-S Limite		0,046	0,0030

Os resultados mostraram uma conformidade para o Teste Z, para o Teste K-S e para o Teste QQ. O MDA apresentou uma desconformidade e o Teste Z exibiu apenas 5 picos que superaram o limite de 1,96.

Tabela 129 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores totais Consórcio MPE/EPC

Dígito	Cont.	Real	Benford	Diferença	Teste-Z	Upper Bound	Lower Bound	QQ	K-S	DMA		
10	40	0,046	0,041	0,005	0,586	0,055	0,028	0,432	0,046	0,041	0,005	0,005
11	30	0,034	0,038	-0,003	0,429	0,051	0,025	0,258	0,080	0,079	0,001	0,003
12	28	0,032	0,035	-0,003	0,329	0,048	0,022	0,171	0,113	0,114	0,001	0,003
13	23	0,026	0,032	-0,006	0,870	0,044	0,020	0,904	0,139	0,146	0,007	0,006
14	30	0,034	0,030	0,004	0,676	0,042	0,018	0,583	0,173	0,176	0,003	0,004
15	18	0,021	0,028	-0,007	1,214	0,040	0,016	1,685	0,194	0,204	0,010	0,007
16	25	0,029	0,026	0,002	0,332	0,038	0,015	0,186	0,223	0,230	0,008	0,002
17	14	0,016	0,025	-0,009	1,551	0,036	0,014	2,686	0,239	0,255	0,016	0,009
18	17	0,020	0,023	-0,004	0,661	0,034	0,013	0,583	0,258	0,279	0,020	0,004
19	17	0,020	0,022	-0,003	0,437	0,033	0,012	0,298	0,278	0,301	0,023	0,003
20	11	0,013	0,021	-0,009	1,637	0,031	0,011	3,012	0,290	0,322	0,032	0,009
21	18	0,021	0,020	0,000	0,097	0,030	0,010	0,009	0,311	0,342	0,031	0,000
22	17	0,020	0,019	0,000	0,046	0,029	0,010	0,002	0,331	0,362	0,031	0,000
23	11	0,013	0,018	-0,006	1,157	0,028	0,009	1,615	0,343	0,380	0,037	0,006
24	10	0,011	0,018	-0,006	1,269	0,027	0,008	1,918	0,355	0,398	0,043	0,006
25	10	0,011	0,017	-0,006	1,135	0,026	0,008	1,576	0,366	0,415	0,049	0,006
26	15	0,017	0,016	0,001	0,060	0,025	0,007	0,037	0,383	0,431	0,048	0,001
27	12	0,014	0,016	-0,002	0,342	0,025	0,007	0,224	0,397	0,447	0,050	0,002
28	24	0,028	0,015	0,012	2,828	0,024	0,007	8,667	0,425	0,462	0,038	0,012
29	20	0,023	0,015	0,008	1,878	0,023	0,006	4,016	0,448	0,477	0,029	0,008
30	9	0,010	0,014	-0,004	0,830	0,023	0,006	0,934	0,458	0,491	0,033	0,004
31	19	0,022	0,014	0,008	1,886	0,022	0,005	4,069	0,480	0,505	0,025	0,008
32	16	0,018	0,013	0,005	1,139	0,022	0,005	1,633	0,498	0,519	0,020	0,005
33	10	0,011	0,013	-0,001	0,237	0,021	0,005	0,148	0,510	0,531	0,022	0,001
34	15	0,017	0,013	0,005	1,074	0,021	0,005	1,485	0,527	0,544	0,017	0,005
35	14	0,016	0,012	0,004	0,877	0,020	0,004	1,049	0,543	0,556	0,013	0,004

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>
36	17	0,020	0,012	0,008	1,917	0,020	0,004	4,249	0,563	0,568	0,006	0,008
37	20	0,023	0,012	0,011	2,981	0,019	0,004	9,740	0,586	0,580	0,006	0,011
38	7	0,008	0,011	-0,003	0,746	0,019	0,004	0,813	0,594	0,591	0,003	0,003
39	11	0,013	0,011	0,002	0,300	0,018	0,003	0,211	0,606	0,602	0,004	0,002
40	12	0,014	0,011	0,003	0,710	0,018	0,003	0,757	0,620	0,613	0,007	0,003
41	4	0,005	0,010	-0,006	1,537	0,018	0,003	2,871	0,625	0,623	0,001	0,006
42	6	0,007	0,010	-0,003	0,809	0,017	0,003	0,945	0,631	0,633	0,002	0,003
43	7	0,008	0,010	-0,002	0,408	0,017	0,003	0,331	0,639	0,643	0,004	0,002
44	8	0,009	0,010	-0,001	0,000	0,017	0,003	0,030	0,649	0,653	0,005	0,001
45	6	0,007	0,010	-0,003	0,632	0,017	0,003	0,644	0,656	0,663	0,007	0,003
46	15	0,017	0,009	0,008	2,242	0,016	0,002	5,793	0,673	0,672	0,001	0,008
47	6	0,007	0,009	-0,002	0,521	0,016	0,002	0,484	0,680	0,681	0,002	0,002
48	9	0,010	0,009	0,001	0,252	0,016	0,002	0,185	0,690	0,690	0,000	0,001
49	10	0,011	0,009	0,003	0,675	0,016	0,002	0,728	0,701	0,699	0,003	0,003
50	6	0,007	0,009	-0,002	0,364	0,015	0,002	0,297	0,708	0,708	0,001	0,002
51	7	0,008	0,008	0,000	0,128	0,015	0,002	0,016	0,716	0,716	0,000	0,000
52	7	0,008	0,008	0,000	0,077	0,015	0,002	0,006	0,724	0,724	0,000	0,000
53	8	0,009	0,008	0,001	0,162	0,015	0,002	0,122	0,734	0,732	0,001	0,001
54	9	0,010	0,008	0,002	0,594	0,014	0,001	0,611	0,744	0,740	0,004	0,002
55	6	0,007	0,008	-0,001	0,121	0,014	0,001	0,098	0,751	0,748	0,003	0,001
56	10	0,011	0,008	0,004	1,088	0,014	0,001	1,631	0,762	0,756	0,006	0,004
57	7	0,008	0,008	0,000	0,165	0,014	0,001	0,027	0,770	0,763	0,007	0,000
58	3	0,003	0,007	-0,004	1,171	0,014	0,001	1,858	0,774	0,771	0,003	0,004
59	7	0,008	0,007	0,001	0,057	0,014	0,001	0,065	0,782	0,778	0,004	0,001
60	7	0,008	0,007	0,001	0,099	0,013	0,001	0,089	0,790	0,785	0,005	0,001
61	5	0,006	0,007	-0,001	0,263	0,013	0,001	0,215	0,796	0,792	0,003	0,001
62	3	0,003	0,007	-0,004	1,041	0,013	0,001	1,539	0,799	0,799	0,000	0,004
63	5	0,006	0,007	-0,001	0,188	0,013	0,001	0,154	0,805	0,806	0,001	0,001
64	3	0,003	0,007	-0,003	0,980	0,013	0,001	1,399	0,808	0,813	0,005	0,003
65	12	0,014	0,007	0,007	2,390	0,013	0,001	6,709	0,822	0,820	0,002	0,007
66	5	0,006	0,007	-0,001	0,079	0,012	0,001	0,083	0,828	0,826	0,002	0,001
67	5	0,006	0,006	-0,001	0,044	0,012	0,001	0,065	0,834	0,833	0,001	0,001
68	2	0,002	0,006	-0,004	1,290	0,012	0,000	2,247	0,836	0,839	0,003	0,004
69	2	0,002	0,006	-0,004	1,265	0,012	0,000	2,178	0,838	0,845	0,007	0,004
70	7	0,008	0,006	0,002	0,491	0,012	0,000	0,498	0,846	0,851	0,005	0,002
71	9	0,010	0,006	0,004	1,400	0,012	0,000	2,601	0,856	0,857	0,001	0,004
72	5	0,006	0,006	0,000	0,096	0,012	0,000	0,009	0,862	0,863	0,001	0,000
73	2	0,002	0,006	-0,004	1,170	0,012	0,000	1,924	0,865	0,869	0,005	0,004
74	7	0,008	0,006	0,002	0,633	0,011	0,000	0,728	0,873	0,875	0,003	0,002
75	2	0,002	0,006	-0,003	1,125	0,011	0,000	1,809	0,875	0,881	0,006	0,003
76	3	0,003	0,006	-0,002	0,652	0,011	0,000	0,765	0,878	0,886	0,008	0,002
77	12	0,014	0,006	0,008	3,004	0,011	0,000	10,383	0,892	0,892	0,000	0,008
78	4	0,005	0,006	-0,001	0,146	0,011	0,000	0,139	0,897	0,898	0,001	0,001
79	5	0,006	0,005	0,000	0,111	0,011	0,000	0,012	0,902	0,903	0,001	0,000
80	7	0,008	0,005	0,003	0,833	0,011	0,000	1,127	0,910	0,908	0,002	0,003
81	5	0,006	0,005	0,000	0,167	0,011	0,000	0,028	0,916	0,914	0,002	0,000
82	7	0,008	0,005	0,003	0,897	0,011	0,000	1,272	0,924	0,919	0,005	0,003
83	3	0,003	0,005	-0,002	0,485	0,011	0,000	0,517	0,928	0,924	0,003	0,002
84	3	0,003	0,005	-0,002	0,463	0,010	0,000	0,487	0,931	0,929	0,002	0,002

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>MDA</i>
85	3	0,003	0,005	-0,002	0,441	0,010	0,000	0,459	0,935	0,934	0,000	0,002
86	3	0,003	0,005	-0,002	0,419	0,010	0,000	0,431	0,938	0,940	0,002	0,002
87	3	0,003	0,005	-0,002	0,397	0,010	0,000	0,405	0,941	0,944	0,003	0,002
88	2	0,002	0,005	-0,003	0,860	0,010	0,000	1,210	0,944	0,949	0,006	0,003
89	3	0,003	0,005	-0,001	0,354	0,010	0,000	0,356	0,947	0,954	0,007	0,001
90	6	0,007	0,005	0,002	0,647	0,010	0,000	0,793	0,954	0,959	0,005	0,002
91	5	0,006	0,005	0,001	0,180	0,010	0,000	0,181	0,960	0,964	0,004	0,001
92	5	0,006	0,005	0,001	0,203	0,010	0,000	0,203	0,966	0,968	0,003	0,001
93	7	0,008	0,005	0,003	1,223	0,010	0,000	2,157	0,974	0,973	0,000	0,003
94	2	0,002	0,005	-0,002	0,753	0,010	0,000	1,002	0,976	0,978	0,002	0,002
95	2	0,002	0,005	-0,002	0,736	0,010	0,000	0,971	0,978	0,982	0,004	0,002
96	3	0,003	0,005	-0,001	0,213	0,010	-0,001	0,216	0,982	0,987	0,005	0,001
97	5	0,006	0,004	0,001	0,316	0,009	-0,001	0,323	0,987	0,991	0,004	0,001
98	8	0,009	0,004	0,005	1,872	0,009	-0,001	4,506	0,997	0,996	0,001	0,005
99	3	0,003	0,004	-0,001	0,155	0,009	-0,001	0,169	1,000	1,000	0,000	0,001
<i>N</i>	<i>871</i>				<i>χ² Real</i>			<i>121,049</i>	<i>Supremo</i>		<i>0,050</i>	<i>MDA</i>
					<i>χ² Limite</i>			<i>112,02</i>	<i>K-S Limite</i>		<i>0,046</i>	<i>0,0032</i>

Observando-se os resultados da tabela anterior, percebeu-se que os dados apresentaram uma desconformidade em quase todos os testes. Tiveram um bom desempenho somente no Teste Z, com apenas 5 frequências ultrapassando o limite de 1,96.

1.2.4 Modelo Fator de Distorção

Os resultados dos testes foram apresentados nas quatro tabelas seguintes, cada qual referente a uma empresa participante.

Tabela 130 – Modelo Fator de Distorção dos valores totais Construtora NM Ltda.

MODELO FATOR DE DISTORÇÃO VALORES UNITÁRIOS		
Média real	Fator de Distorção	Z Estatístico
39,8908	0,0219	1,0144
Média esperada	Desvio Padrão	
39,0349	0,02161	

Os resultados mostraram que os dados foram superestimados em 2,19% em relação à distribuição de Benford. Tal resultado não foi significativo a um nível de 0,05, pois o Z Estatístico não superou a fronteira de 1,96.

Tabela 131 – Modelo Fator de Distorção dos valores totais Concrepoxi Engenharia Ltda.

MODELO FATOR DE DISTORÇÃO VALORES UNITÁRIOS		
Média real	Fator de Distorção	Z Estatístico
39,4569	0,0108	0,5002
Média esperada	Desvio Padrão	
39,0349	0,02161	

Os resultados mostraram que os dados foram superestimados em 1,08% em relação à distribuição de Benford. Tal resultado não foi significativo a um nível de 0,05, pois o Z Estatístico foi inferior a 1,96.

Tabela 132 – Modelo Fator de Distorção dos valores totais Consórcio FBS/DP Barros

MODELO FATOR DE DISTORÇÃO VALORES UNITÁRIOS		
Média real	Fator de Distorção	Z Estatístico
39,7591	0,0185	0,8592
Média esperada	Desvio Padrão	
39,0350	0,021589	

Os resultados mostraram que os dados foram superestimados em 1,85% em relação à distribuição de Benford. Tal resultado foi não significativo a um nível de 0,05, pois o Z Estatístico não superou a fronteira de 1,96.

Tabela 133 – Modelo Fator de Distorção dos valores totais Consórcio MPE/EPC

MODELO FATOR DE DISTORÇÃO VALORES UNITÁRIOS		
Média real	Fator de Distorção	Z Estatístico
39,7328	0,0179	0,8272
Média esperada	Desvio Padrão	
39,0349	0,02161	

Os resultados mostraram que os dados foram superestimados em 1,79% em relação à distribuição de Benford. Tal resultado não foi significativo a um nível de 0,05, pois o Z Estatístico foi inferior a 1,96.

Ante o exposto, pode-se afirmar que as distorções calculadas dos dados das quatro empresas em relação à Lei de Benford não foram significativas em um nível de 0,05 para os valores totais. Além disso, não se notou uma correspondência entre os resultados do Modelo Fator de Distorção e dos Testes Primários aplicados.

2. Alargamento e Recuperação de Pistas do Galeão

Esse certame se refere à contratação de empresa para a execução de serviços e obras de engenharia para alargamento do sistema de pistas 10/28 e recuperação da pavimentação do sistema de pátios e pistas do Aeroporto Internacional do Rio De Janeiro/Galeão – Antônio Carlos Jobim. A obra foi estimada em R\$ 87.560.323,40.

A modalidade de licitação foi concorrência; o tipo de licitação foi o menor preço; o regime de contratação foi empreitada por preços unitários; e o critério de julgamento foi o menor preço global.

Em função da pequena quantidade de dados da planilha orçamentária (menos de 200 itens), foram realizados apenas o Teste do Primeiro Dígito e o Modelo Fator de Distorção.

Foram analisadas 11 propostas de preços mais o orçamento da Infraero (referência da Administração Pública), sob o enfoque dos preços unitários e totais, dando um total de 24 Testes Primários e 24 Testes do Modelo Fator de Distorção aplicados.

Primeiro serão exibidos os testes aplicados aos valores unitários e depois os testes aplicados aos valores totais.

2.1. Valores Unitários

2.1.1 Teste do Primeiro Dígito

Os Testes do Primeiro Dígito dos valores unitários de cada proposta estão ilustrados a seguir.

Tabela 134 – Teste do Primeiro Dígito dos valores unitários Infraero

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>			
1	46	0,261	0,301	-0,040	1,064	0,919	0,261	0,301	0,040	0,040	
2	39	0,222	0,176	0,046	1,489	2,079	0,483	0,477	0,006	0,046	
3	19	0,108	0,125	-0,017	0,570	0,409	0,591	0,602	0,011	0,017	
4	9	0,051	0,097	-0,046	1,929	3,817	0,642	0,699	0,057	0,046	
5	13	0,074	0,079	-0,005	0,113	0,059	0,716	0,778	0,062	0,005	
6	26	0,148	0,067	0,081	4,133	17,119	0,864	0,845	0,019	0,081	
7	7	0,040	0,058	-0,018	0,873	1,008	0,903	0,903	0,000	0,018	
8	13	0,074	0,051	0,023	1,207	1,804	0,977	0,954	0,023	0,023	
9	4	0,023	0,046	-0,023	1,294	2,072	1,000	1,000	0,000	0,023	
N	176					χ^2 Real	29,285	<i>Supremo</i>	0,062	<i>MDA</i>	
						χ^2 Limite	15,507	<i>K-S Limite</i>	0,103	0,033	

Os resultados mostraram que houve uma superestimativa do dígito 6 em relação à frequência esperada. Além disso, os dados passaram apenas no Teste K-S. Apresentaram uma desconformidade nos demais testes. Ressalta-se que esses dados se referem ao orçamento de referência da Administração Pública.

Tabela 135 – Teste do Primeiro Dígito Consórcio AMC-EPC

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>			
1	36	0,220	0,301	-0,081	2,190	3,618	0,220	0,301	0,081	0,081	
2	32	0,195	0,176	0,019	0,541	0,341	0,415	0,477	0,062	0,019	
3	25	0,152	0,125	0,027	0,944	0,988	0,567	0,602	0,035	0,027	
4	13	0,079	0,097	-0,018	0,635	0,532	0,646	0,699	0,053	0,018	
5	10	0,061	0,079	-0,018	0,711	0,674	0,707	0,778	0,071	0,018	
6	27	0,165	0,067	0,098	4,845	23,333	0,872	0,845	0,027	0,098	
7	14	0,085	0,058	0,027	1,332	2,118	0,957	0,903	0,054	0,027	
8	3	0,018	0,051	-0,033	1,726	3,440	0,976	0,954	0,022	0,033	
9	4	0,024	0,046	-0,022	1,135	1,665	1,000	1,000	0,000	0,022	
N	164					χ^2 Real	36,708	<i>Supremo</i>	0,081	<i>MDA</i>	
						χ^2 Limite	15,507	<i>K-S Limite</i>	0,106	0,038	

Observou-se que houve uma superestimativa do dígito 6, assim como ocorreu no orçamento de referência, e uma subestimativa do dígito 1. Esses dados também passaram somente no Teste K-S, assim como no caso da Infraero, mas tiveram um desempenho pior nos testes. Ressalta-se que essa empresa foi a primeira colocada do certame, ou seja, apresentou a proposta com o menor preço.

Tabela 136 – Teste do Primeiro Dígito dos valores unitários S/A Paulista Construções e Comércio

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>		
1	42	0,243	0,301	-0,058	1,587	1,949	0,243	0,301	0,058	0,058
2	32	0,185	0,176	0,009	0,210	0,079	0,428	0,477	0,049	0,009
3	13	0,075	0,125	-0,050	1,868	3,440	0,503	0,602	0,099	0,050
4	24	0,139	0,097	0,042	1,726	3,106	0,642	0,699	0,057	0,042
5	19	0,110	0,079	0,031	1,362	2,081	0,751	0,778	0,027	0,031
6	27	0,156	0,067	0,089	4,534	20,485	0,908	0,845	0,063	0,089
7	6	0,035	0,058	-0,023	1,149	1,622	0,942	0,903	0,039	0,023
8	7	0,040	0,051	-0,011	0,457	0,377	0,983	0,954	0,029	0,011
9	3	0,017	0,046	-0,029	1,618	3,089	1,000	1,000	0,000	0,029
N	173			χ^2 Real		36,226	<i>Supremo</i>	0,099		MDA
				χ^2 Limite		15,507	<i>K-S Limite</i>	0,103		0,038

Para esses dados, também se notou que houve uma superestimativa do dígito 6, assim como ocorreu no orçamento de referência. Esses dados também passaram somente no Teste K-S, assim como no caso da Infraero, mas tiveram um desempenho pior nos testes.

Tabela 137 – Teste do Primeiro Dígito dos valores unitários Sanerio Engenharia Ltda.

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>		
1	62	0,356	0,301	0,055	1,508	1,769	0,356	0,301	0,055	0,055
2	27	0,155	0,176	-0,021	0,622	0,429	0,511	0,477	0,034	0,021
3	15	0,086	0,125	-0,039	1,433	2,095	0,598	0,602	0,004	0,039
4	18	0,103	0,097	0,006	0,159	0,075	0,701	0,699	0,002	0,006
5	19	0,109	0,079	0,030	1,336	2,008	0,810	0,778	0,032	0,030
6	15	0,086	0,067	0,019	0,862	0,958	0,897	0,845	0,052	0,019
7	12	0,069	0,058	0,011	0,457	0,361	0,966	0,903	0,063	0,011
8	3	0,017	0,051	-0,034	1,852	3,888	0,983	0,954	0,029	0,034
9	3	0,017	0,046	-0,029	1,630	3,128	1,000	1,000	0,000	0,029
N	174			χ^2 Real		14,711	<i>Supremo</i>	0,063		MDA
				χ^2 Limite		15,507	<i>K-S Limite</i>	0,103		0,027

Já essa empresa não teve nenhum dígito detectado no Teste Z. Além disso, passou no Teste QQ e K-S, mas mostrou desconformidade no MDA.

Tabela 138 – Teste do Primeiro Dígito dos valores unitários Consórcio Pavibrás-Marins

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>			<i>MDA</i>	
1	46	0,263	0,301	-0,038	1,018	0,846	0,263	0,301	0,038	0,038	
2	35	0,200	0,176	0,024	0,734	0,573	0,463	0,477	0,014	0,024	
3	31	0,177	0,125	0,052	1,971	3,806	0,640	0,602	0,038	0,052	
4	16	0,091	0,097	-0,006	0,121	0,056	0,731	0,699	0,032	0,006	
5	12	0,069	0,079	-0,010	0,371	0,241	0,800	0,778	0,022	0,010	
6	10	0,057	0,067	-0,010	0,370	0,254	0,857	0,845	0,012	0,010	
7	16	0,091	0,058	0,033	1,730	3,372	0,949	0,903	0,046	0,033	
8	3	0,017	0,051	-0,034	1,864	3,933	0,966	0,954	0,012	0,034	
9	6	0,034	0,046	-0,012	0,559	0,522	1,000	1,000	0,000	0,012	
<i>N</i>	<i>175</i>	χ^2 Real				<i>13,603</i>	<i>Supremo</i>			<i>0,046</i>	<i>MDA</i>
		χ^2 Limite				<i>15,507</i>	<i>K-S Limite</i>			<i>0,103</i>	<i>0,024</i>

Os dados mostraram que, no Teste Z, apenas o dígito 3 foi superestimado em relação à frequência esperada da Lei NB. Além disso, os valores passaram no Teste QQ e K-S, mas mostraram desconformidade no MDA.

Tabela 139 – Teste do Primeiro Dígito dos valores unitários Consórcio Consbem/MPE

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>			<i>MDA</i>	
1	48	0,274	0,301	-0,027	0,688	0,415	0,274	0,301	0,027	0,027	
2	37	0,211	0,176	0,035	1,131	1,248	0,486	0,477	0,009	0,035	
3	29	0,166	0,125	0,041	1,514	2,321	0,651	0,602	0,049	0,041	
4	8	0,046	0,097	-0,051	2,165	4,745	0,697	0,699	0,002	0,051	
5	24	0,137	0,079	0,058	2,711	7,489	0,834	0,778	0,056	0,058	
6	9	0,051	0,067	-0,016	0,673	0,633	0,886	0,845	0,041	0,016	
7	12	0,069	0,058	0,011	0,437	0,337	0,954	0,903	0,051	0,011	
8	7	0,040	0,051	-0,011	0,490	0,415	0,994	0,954	0,040	0,011	
9	1	0,006	0,046	-0,040	2,364	6,174	1,000	1,000	0,000	0,040	
<i>N</i>	<i>175</i>	χ^2 Real				<i>23,778</i>	<i>Supremo</i>			<i>0,056</i>	<i>MDA</i>
		χ^2 Limite				<i>15,507</i>	<i>K-S Limite</i>			<i>0,103</i>	<i>0,032</i>

Os dados mostraram que, no Teste Z, o dígito 5 foi superestimado e os dígitos 4 e 9 foram subestimados em relação à frequência esperada da Lei NB. Além disso, a empresa passou apenas no Teste K-S, mostrando desconformidade nos demais testes.

Tabela 140 – Teste do Primeiro Dígito dos valores unitários Construtora Cowan S/A

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>			
1	47	0,267	0,301	-0,034	0,900	0,674	0,267	0,301	0,034	0,034	
2	45	0,256	0,176	0,080	2,677	6,349	0,523	0,477	0,046	0,080	
3	19	0,108	0,125	-0,017	0,570	0,409	0,631	0,602	0,029	0,017	
4	13	0,074	0,097	-0,023	0,910	0,971	0,705	0,699	0,006	0,023	
5	7	0,040	0,079	-0,039	1,790	3,428	0,744	0,778	0,034	0,039	
6	25	0,142	0,067	0,075	3,831	14,794	0,886	0,845	0,041	0,075	
7	13	0,074	0,058	0,016	0,739	0,764	0,960	0,903	0,057	0,016	
8	4	0,023	0,051	-0,028	1,534	2,759	0,983	0,954	0,029	0,028	
9	3	0,017	0,046	-0,029	1,654	3,208	1,000	1,000	0,000	0,029	
N	176					χ^2 Real	33,356	<i>Supremo</i>	0,057	<i>MDA</i>	
						χ^2 Limite	15,507	<i>K-S Limite</i>	0,103	0,038	

Os dados mostraram que, no Teste Z, os dígitos 2 e 6 foram superestimados em relação à frequência esperada da Lei NB. Além disso, a empresa passou apenas no Teste K-S, mostrando desconformidade nos demais testes.

Tabela 141 – Teste do Primeiro Dígito dos valores unitários Consórcio Rodoserv/CVS/Arvek

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>			
1	49	0,282	0,301	-0,019	0,475	0,217	0,282	0,301	0,019	0,019	
2	39	0,224	0,176	0,048	1,568	2,291	0,506	0,477	0,029	0,048	
3	11	0,063	0,125	-0,062	2,350	5,313	0,569	0,602	0,033	0,062	
4	18	0,103	0,097	0,006	0,159	0,075	0,672	0,699	0,027	0,006	
5	29	0,167	0,079	0,088	4,147	16,927	0,839	0,778	0,061	0,088	
6	8	0,046	0,067	-0,021	0,958	1,148	0,885	0,845	0,040	0,021	
7	14	0,080	0,058	0,022	1,105	1,513	0,966	0,903	0,063	0,022	
8	5	0,029	0,051	-0,022	1,163	1,691	0,994	0,954	0,040	0,022	
9	1	0,006	0,046	-0,040	2,354	6,129	1,000	1,000	0,000	0,040	
N	174					χ^2 Real	35,305	<i>Supremo</i>	0,063	<i>MDA</i>	
						χ^2 Limite	15,507	<i>K-S Limite</i>	0,103	0,037	

No Teste Z, o dígito 5 foi superestimado e os dígitos 3 e 9 foram subestimados em relação à frequência esperada da Lei NB. Além disso, a empresa passou apenas no Teste K-S, mostrando desconformidade nos demais testes.

Tabela 142 – Teste do Primeiro Dígito dos valores unitários Consórcio CBEMI/Tucumann/CENBRA

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>	
<i>1</i>	45	0,257	0,301	-0,044	1,182	1,118	0,257	0,301	0,044
<i>2</i>	43	0,246	0,176	0,070	2,322	4,832	0,503	0,477	0,026
<i>3</i>	13	0,074	0,125	-0,051	1,914	3,601	0,577	0,602	0,025
<i>4</i>	9	0,051	0,097	-0,046	1,909	3,747	0,629	0,699	0,070
<i>5</i>	18	0,103	0,079	0,024	1,030	1,261	0,731	0,778	0,047
<i>6</i>	22	0,126	0,067	0,059	2,955	9,004	0,857	0,845	0,012
<i>7</i>	17	0,097	0,058	0,039	2,054	4,623	0,954	0,903	0,051
<i>8</i>	4	0,023	0,051	-0,028	1,520	2,718	0,977	0,954	0,023
<i>9</i>	4	0,023	0,046	-0,023	1,281	2,038	1,000	1,000	0,000
<i>N</i>	<i>174</i>			χ^2 Real		32,942	<i>Supremo</i>	0,070	<i>MDA</i>
				χ^2 Limite		15,507	<i>K-S Limite</i>	0,103	0,043

No Teste Z, os dígitos 2, 6 e 7 foram superestimados em relação à frequência esperada da Lei NB. Além disso, a empresa também passou apenas no Teste K-S, mostrando desconformidade nos demais testes.

Tabela 143 – Teste do Primeiro Dígito dos valores unitários Consórcio ATDM

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>	
<i>1</i>	44	0,250	0,301	-0,051	1,393	1,521	0,250	0,301	0,051
<i>2</i>	39	0,222	0,176	0,046	1,489	2,079	0,472	0,477	0,005
<i>3</i>	24	0,136	0,125	0,011	0,342	0,182	0,608	0,602	0,006
<i>4</i>	6	0,034	0,097	-0,063	2,693	7,181	0,642	0,699	0,057
<i>5</i>	11	0,063	0,079	-0,017	0,672	0,607	0,705	0,778	0,073
<i>6</i>	30	0,170	0,067	0,103	5,339	28,115	0,875	0,845	0,030
<i>7</i>	14	0,080	0,058	0,022	1,062	1,409	0,955	0,903	0,052
<i>8</i>	5	0,028	0,051	-0,023	1,191	1,761	0,983	0,954	0,029
<i>9</i>	3	0,017	0,046	-0,029	1,654	3,208	1,000	1,000	0,000
<i>N</i>	<i>176</i>			χ^2 Real		46,061	<i>Supremo</i>	0,073	<i>MDA</i>
				χ^2 Limite		15,507	<i>K-S Limite</i>	0,103	0,040

No Teste Z, o dígito 6 foi superestimado e o dígito 4 foi subestimado em relação à frequência esperada da Lei NB. Além disso, a empresa também passou apenas no Teste K-S, mostrando desconformidade nos demais testes.

Tabela 144 – Teste do Primeiro Dígito dos valores unitários São Marcos Terraplenagem e Construção Ltda.

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>		
<i>1</i>	46	0,261	0,301	-0,040	1,064	0,919	0,261	0,301	0,040	0,040
<i>2</i>	39	0,222	0,176	0,046	1,489	2,079	0,483	0,477	0,006	0,046
<i>3</i>	19	0,108	0,125	-0,017	0,570	0,409	0,591	0,602	0,011	0,017
<i>4</i>	9	0,051	0,097	-0,046	1,929	3,817	0,642	0,699	0,057	0,046
<i>5</i>	13	0,074	0,079	-0,005	0,113	0,059	0,716	0,778	0,062	0,005
<i>6</i>	28	0,159	0,067	0,092	4,736	22,278	0,875	0,845	0,030	0,092
<i>7</i>	5	0,028	0,058	-0,030	1,518	2,657	0,903	0,903	0,000	0,030
<i>8</i>	13	0,074	0,051	0,023	1,207	1,804	0,977	0,954	0,023	0,023
<i>9</i>	4	0,023	0,046	-0,023	1,294	2,072	1,000	1,000	0,000	0,023
<i>N</i>	<i>176</i>			χ^2 Real		<i>36,093</i>	<i>Supremo</i>	<i>0,062</i>		<i>MDA</i>
				χ^2 Limite		<i>15,507</i>	<i>K-S Limite</i>	<i>0,103</i>		<i>0,036</i>

No Teste Z, o dígito 6 foi superestimado, assim como ocorreu com os dados da Infraero. Além disso, a empresa também passou apenas no Teste K-S, mostrando desconformidade nos demais testes.

Tabela 145 – Teste do Primeiro Dígito dos valores unitários Consórcio SHF Galeão

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>		
<i>1</i>	46	0,261	0,301	-0,040	1,064	0,919	0,261	0,301	0,040	0,040
<i>2</i>	39	0,222	0,176	0,046	1,489	2,079	0,483	0,477	0,006	0,046
<i>3</i>	19	0,108	0,125	-0,017	0,570	0,409	0,591	0,602	0,011	0,017
<i>4</i>	9	0,051	0,097	-0,046	1,929	3,817	0,642	0,699	0,057	0,046
<i>5</i>	13	0,074	0,079	-0,005	0,113	0,059	0,716	0,778	0,062	0,005
<i>6</i>	26	0,148	0,067	0,081	4,133	17,119	0,864	0,845	0,019	0,081
<i>7</i>	7	0,040	0,058	-0,018	0,873	1,008	0,903	0,903	0,000	0,018
<i>8</i>	13	0,074	0,051	0,023	1,207	1,804	0,977	0,954	0,023	0,023
<i>9</i>	4	0,023	0,046	-0,023	1,294	2,072	1,000	1,000	0,000	0,023
<i>N</i>	<i>176</i>			χ^2 Real		<i>29,285</i>	<i>Supremo</i>	<i>0,062</i>		<i>MDA</i>
				χ^2 Limite		<i>15,507</i>	<i>K-S Limite</i>	<i>0,103</i>		<i>0,033</i>

No Teste Z, o dígito 6 foi superestimado, assim como ocorreu com os dados da Infraero. Além disso, a empresa também passou apenas no Teste K-S, mostrando desconformidade nos demais testes.

2.1.2 Modelo Fator de Distorção

Os resultados dos testes foram apresentados nas tabelas seguintes, cada qual referente a uma empresa participante.

Tabela 146 – Modelo Fator de Distorção dos valores unitários Infraero

MODELO FATOR DE DISTORÇÃO VALORES UNITÁRIOS		
Média real	Fator de Distorção	Z Estatístico
36,3429	-0,06178	-1,0951
Média esperada	Desvio Padrão	
38,736	0,0564	

A distorção encontrada não foi significativa para um nível de significância de 0,05.

Tabela 147 – Modelo Fator de Distorção dos valores unitários Consórcio AMC-EPC

MODELO FATOR DE DISTORÇÃO VALORES UNITÁRIOS		
Média real	Fator de Distorção	Z Estatístico
37,0688	-0,0429	-0,7545
Média esperada	Desvio Padrão	
38,736	0,0564	

A distorção encontrada não foi significativa para um nível de significância de 0,05.

Tabela 148 – Modelo Fator de Distorção dos valores unitários S/A Paulista Construções e Comércio

MODELO FATOR DE DISTORÇÃO VALORES UNITÁRIOS		
Média real	Fator de Distorção	Z Estatístico
39,9307	0,03122	0,5425
Média esperada	Desvio Padrão	
38,736	0,0564	

A distorção encontrada não foi significativa para um nível de significância de 0,05.

Tabela 149 – Modelo Fator de Distorção dos valores unitários Sanerio Engenharia Ltda.

MODELO FATOR DE DISTORÇÃO VALORES UNITÁRIOS		
Média real	Fator de Distorção	Z Estatístico
33,411	-0,137	-2,437
Média esperada	Desvio Padrão	
38,736	0,0564	

A distorção encontrada para esses dados foi significativa, mostrando que os dados foram subestimados em 13,7%.

Tabela 150 – Modelo Fator de Distorção dos valores unitários Consórcio Pavibrás Marins

MODELO FATOR DE DISTORÇÃO VALORES UNITÁRIOS		
Média real	Fator de Distorção	Z Estatístico
35,097	-0,0939	-1,6652
Média esperada	Desvio Padrão	
38,736	0,0564	

A distorção encontrada não foi significativa para um nível de significância de 0,05.

Tabela 151 – Modelo Fator de Distorção dos valores unitários Consórcio Consbem/MPE

MODELO FATOR DE DISTORÇÃO VALORES UNITÁRIOS		
Média real	Fator de Distorção	Z Estatístico
33,8739	-0,12552	-2,2249
Média esperada	Desvio Padrão	
38,736	0,0564	

A distorção encontrada para esses dados foi significativa, mostrando que os dados foram subestimados em 12,55%.

Tabela 152 – Modelo Fator de Distorção dos valores unitários Construtora Cowan

MODELO FATOR DE DISTORÇÃO VALORES UNITÁRIOS		
Média real	Fator de Distorção	Z Estatístico
34,0048	-0,12214	-2,1650
Média esperada	Desvio Padrão	
38,736	0,0564	

A distorção encontrada para esses dados foi significativa, mostrando que os dados foram subestimados em 12,21%.

Tabela 153 – Modelo Fator de Distorção dos valores unitários Consórcio Rodoserv/CVS/ARVEK

MODELO FATOR DE DISTORÇÃO VALORES UNITÁRIOS		
Média real	Fator de Distorção	Z Estatístico
34,798	-0,1017	-1,802
Média esperada	Desvio Padrão	
38,736	0,0564	

A distorção encontrada não foi significativa para um nível de significância de 0,05.

Tabela 154 – Modelo Fator de Distorção dos valores unitários Consórcio CBEMI/Tucumann/Cembra

MODELO FATOR DE DISTORÇÃO VALORES UNITÁRIOS		
Média real	Fator de Distorção	Z Estatístico
36,6716	-0,0533	-0,9447
Média esperada	Desvio Padrão	
38,736	0,0564	

A distorção encontrada não foi significativa para um nível de significância de 0,05.

Tabela 155 – Modelo Fator de Distorção dos valores unitários Consórcio ATDM

MODELO FATOR DE DISTORÇÃO VALORES UNITÁRIOS		
Média real	Fator de Distorção	Z Estatístico
36,7133	-0,0522	-0,9256
Média esperada	Desvio Padrão	
38,736	0,0564	

A distorção encontrada não foi significativa para um nível de significância de 0,05.

Tabela 156 – Modelo Fator de Distorção dos valores unitários São Marcos Terraplenagem e Construção Ltda.

MODELO FATOR DE DISTORÇÃO VALORES UNITÁRIOS		
Média real	Fator de Distorção	Z Estatístico
36,3041	-0,0628	-1,1129
Média esperada	Desvio Padrão	
38,736	0,0564	

A distorção encontrada não foi significativa para um nível de significância de 0,05.

Tabela 157 – Modelo Fator de Distorção dos valores unitários Consórcio SHF-Galeão

MODELO FATOR DE DISTORÇÃO VALORES UNITÁRIOS		
Média real	Fator de Distorção	Z Estatístico
36,328	-0,062	-1,102
Média esperada	Desvio Padrão	
38,736	0,0564	

A distorção encontrada não foi significativa para um nível de significância de 0,05.

2.2. Valores Totais

2.2.1 Teste do Primeiro Dígito

Os Testes do Primeiro Dígito dos valores totais de cada proposta estão ilustrados a seguir.

Tabela 158 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais Infraero

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>			
1	49	0,274	0,301	-0,027	0,714	0,442	0,274	0,301	0,027	0,027	
2	34	0,190	0,176	0,014	0,392	0,198	0,464	0,477	0,013	0,014	
3	27	0,151	0,125	0,026	0,932	0,956	0,615	0,602	0,013	0,026	
4	15	0,084	0,097	-0,013	0,470	0,322	0,698	0,699	0,001	0,013	
5	8	0,045	0,079	-0,034	1,563	2,667	0,743	0,778	0,035	0,034	
6	12	0,067	0,067	0,000	0,002	0,000	0,810	0,845	0,035	0,000	
7	15	0,084	0,058	0,026	1,317	2,054	0,894	0,903	0,009	0,026	
8	9	0,050	0,051	-0,001	0,044	0,002	0,944	0,954	0,010	0,001	
9	10	0,056	0,046	0,010	0,452	0,379	1,000	1,000	0,000	0,010	
N	179	χ^2 Real				7,019	Supremo	0,035	MDA		
		χ^2 Limite				15,507	K-S Limite	0,102	0,017		

À exceção do MDA, observou-se uma conformidade com a Lei NB nos testes. No Teste Z nenhum dígito ultrapassou o limite de 1,96.

Tabela 159 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais Consórcio AMC-EPC

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>			
1	52	0,291	0,301	-0,010	0,225	0,066	0,291	0,301	0,010	0,010	
2	30	0,168	0,176	-0,008	0,197	0,072	0,458	0,477	0,019	0,008	
3	31	0,173	0,125	0,048	1,836	3,325	0,631	0,602	0,029	0,048	
4	12	0,067	0,097	-0,030	1,228	1,656	0,698	0,699	0,001	0,030	
5	13	0,073	0,079	-0,006	0,178	0,092	0,771	0,778	0,007	0,006	
6	13	0,073	0,067	0,006	0,152	0,085	0,844	0,845	0,001	0,006	
7	12	0,067	0,058	0,009	0,357	0,252	0,911	0,903	0,008	0,009	
8	10	0,056	0,051	0,005	0,126	0,083	0,966	0,954	0,012	0,005	
9	6	0,034	0,046	-0,012	0,619	0,606	1,000	1,000	0,000	0,012	
N	179	χ^2 Real				6,237	Supremo	0,029	MDA		
		χ^2 Limite				15,507	K-S Limite	0,102	0,015		

Os dados passaram em todos os testes, mas apresentaram uma conformidade marginal no MDA.

Tabela 160 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais S/A Paulista Construções e Comércio

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>			
<i>1</i>	48	0,268	0,301	-0,033	0,877	0,641	0,268	0,301	0,033	0,033	
<i>2</i>	29	0,162	0,176	-0,014	0,393	0,199	0,430	0,477	0,047	0,014	
<i>3</i>	30	0,168	0,125	0,043	1,610	2,598	0,598	0,602	0,004	0,043	
<i>4</i>	16	0,089	0,097	-0,008	0,218	0,107	0,687	0,699	0,012	0,008	
<i>5</i>	13	0,073	0,079	-0,006	0,178	0,092	0,760	0,778	0,018	0,006	
<i>6</i>	11	0,061	0,067	-0,006	0,147	0,082	0,821	0,845	0,024	0,006	
<i>7</i>	16	0,089	0,058	0,031	1,637	3,040	0,911	0,903	0,008	0,031	
<i>8</i>	10	0,056	0,051	0,005	0,126	0,083	0,966	0,954	0,012	0,005	
<i>9</i>	6	0,034	0,046	-0,012	0,619	0,606	1,000	1,000	0,000	0,012	
<i>N</i>	<i>179</i>						<i>7,450</i>	<i>Supremo</i>	<i>0,047</i>	<i>MDA</i>	
							<i>15,507</i>	<i>K-S Limite</i>	<i>0,102</i>	<i>0,018</i>	

À exceção do MDA, observou-se uma conformidade com a Lei NB nos testes. No Teste Z nenhum dígito ultrapassou o limite de 1,96.

Tabela 161 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais Sanerio Engenharia Ltda.

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>			
<i>1</i>	49	0,274	0,301	-0,027	0,714	0,442	0,274	0,301	0,027	0,027	
<i>2</i>	34	0,190	0,176	0,014	0,392	0,198	0,464	0,477	0,013	0,014	
<i>3</i>	25	0,140	0,125	0,015	0,480	0,308	0,603	0,602	0,001	0,015	
<i>4</i>	11	0,061	0,097	-0,036	1,481	2,332	0,665	0,699	0,034	0,036	
<i>5</i>	16	0,089	0,079	0,010	0,377	0,244	0,754	0,778	0,024	0,010	
<i>6</i>	18	0,101	0,067	0,034	1,646	3,009	0,855	0,845	0,010	0,034	
<i>7</i>	8	0,045	0,058	-0,013	0,602	0,547	0,899	0,903	0,004	0,013	
<i>8</i>	12	0,067	0,051	0,016	0,806	0,903	0,966	0,954	0,012	0,016	
<i>9</i>	6	0,034	0,046	-0,012	0,619	0,606	1,000	1,000	0,000	0,012	
<i>N</i>	<i>179</i>						<i>8,588</i>	<i>Supremo</i>	<i>0,034</i>	<i>MDA</i>	
							<i>15,507</i>	<i>K-S Limite</i>	<i>0,102</i>	<i>0,020</i>	

À exceção do MDA, observou-se uma conformidade com a Lei NB nos testes. No Teste Z nenhum dígito ultrapassou o limite de 1,96.

Tabela 162 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais Consórcio Pavibrás-Marins

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>		<i>MDA</i>		
1	52	0,291	0,301	-0,010	0,225	0,066	0,291	0,301	0,010	0,010	
2	32	0,179	0,176	0,003	-0,001	0,008	0,469	0,477	0,008	0,003	
3	29	0,162	0,125	0,037	1,384	1,962	0,631	0,602	0,029	0,037	
4	9	0,050	0,097	-0,047	1,986	4,028	0,682	0,699	0,017	0,047	
5	15	0,084	0,079	0,005	0,099	0,052	0,765	0,778	0,013	0,005	
6	15	0,084	0,067	0,017	0,749	0,754	0,849	0,845	0,004	0,017	
7	13	0,073	0,058	0,015	0,677	0,660	0,922	0,903	0,019	0,015	
8	8	0,045	0,051	-0,006	0,214	0,140	0,966	0,954	0,012	0,006	
9	6	0,034	0,046	-0,012	0,619	0,606	1,000	1,000	0,000	0,012	
<i>N</i>	<i>175</i>	χ^2 Real					<i>8,275</i>	<i>Supremo</i>		<i>0,029</i>	<i>MDA</i>
		χ^2 Limite					<i>15,507</i>	<i>K-S Limite</i>		<i>0,102</i>	<i>0,017</i>

À exceção do MDA, observou-se uma conformidade com a Lei NB nos testes. No Teste Z apenas o dígito 4 ultrapassou o limite de 1,96.

Tabela 163 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais Consórcio Consbem/MPE

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>		<i>MDA</i>		
1	50	0,279	0,301	-0,022	0,551	0,279	0,279	0,301	0,022	0,022	
2	31	0,173	0,176	-0,003	0,001	0,008	0,453	0,477	0,024	0,003	
3	28	0,156	0,125	0,031	1,158	1,414	0,609	0,602	0,007	0,031	
4	12	0,067	0,097	-0,030	1,228	1,656	0,676	0,699	0,023	0,030	
5	13	0,073	0,079	-0,006	0,178	0,092	0,749	0,778	0,029	0,006	
6	12	0,067	0,067	0,000	-0,147	0,000	0,816	0,845	0,029	0,000	
7	17	0,095	0,058	0,037	1,956	4,219	0,911	0,903	0,008	0,037	
8	6	0,034	0,051	-0,017	0,893	1,072	0,944	0,954	0,010	0,017	
9	10	0,056	0,046	0,010	0,452	0,379	1,000	1,000	0,000	0,010	
<i>N</i>	<i>179</i>	χ^2 Real					<i>9,120</i>	<i>Supremo</i>		<i>0,029</i>	<i>MDA</i>
		χ^2 Limite					<i>15,507</i>	<i>K-S Limite</i>		<i>0,102</i>	<i>0,017</i>

À exceção do MDA, observou-se uma conformidade com a Lei NB nos testes. No Teste Z nenhum dígito ultrapassou o limite de 1,96.

Tabela 164 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais Construtora Cowan S/A

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>			
1	46	0,257	0,301	-0,044	1,202	1,152	0,257	0,301	0,044	0,044	
2	32	0,179	0,176	0,003	-0,001	0,008	0,436	0,477	0,041	0,003	
3	30	0,168	0,125	0,043	1,610	2,598	0,603	0,602	0,001	0,043	
4	17	0,095	0,097	-0,002	-0,035	0,008	0,698	0,699	0,001	0,002	
5	11	0,061	0,079	-0,018	0,732	0,698	0,760	0,778	0,018	0,018	
6	10	0,056	0,067	-0,011	0,446	0,331	0,816	0,845	0,029	0,011	
7	14	0,078	0,058	0,020	0,997	1,261	0,894	0,903	0,009	0,020	
8	7	0,039	0,051	-0,012	0,553	0,497	0,933	0,954	0,021	0,012	
9	12	0,067	0,046	0,021	1,165	1,722	1,000	1,000	0,000	0,021	
N	179	χ^2 Real				8,275	Supremo	0,044	MDA		
		χ^2 Limite				15,507	K-S Limite	0,102	0,019		

À exceção do MDA, observou-se uma conformidade com a Lei NB nos testes. No Teste Z nenhum dígito ultrapassou o limite de 1,96.

Tabela 165 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais Consórcio Rodoserv/CVS/Arvek

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>			
1	49	0,274	0,301	-0,027	0,714	0,442	0,274	0,301	0,027	0,027	
2	35	0,196	0,176	0,020	0,588	0,388	0,469	0,477	0,008	0,020	
3	26	0,145	0,125	0,020	0,706	0,587	0,615	0,602	0,013	0,020	
4	11	0,061	0,097	-0,036	1,481	2,332	0,676	0,699	0,023	0,036	
5	12	0,067	0,079	-0,012	0,455	0,324	0,743	0,778	0,035	0,012	
6	13	0,073	0,067	0,006	0,152	0,085	0,816	0,845	0,029	0,006	
7	13	0,073	0,058	0,015	0,677	0,660	0,888	0,903	0,015	0,015	
8	9	0,050	0,051	-0,001	-0,126	0,002	0,939	0,954	0,015	0,001	
9	11	0,061	0,046	0,015	0,809	0,929	1,000	1,000	0,000	0,015	
N	179	χ^2 Real				5,749	Supremo	0,035	MDA		
		χ^2 Limite				15,507	K-S Limite	0,102	0,015		

Os dados passaram em todos os testes, mas apresentaram uma conformidade marginal no MDA.

Tabela 166 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais Consórcio CBEMI/Tucumann/CENBRA

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>		
<i>1</i>	44	0,246	0,301	-0,055	1,528	1,811	0,246	0,301	0,055	0,055
<i>2</i>	33	0,184	0,176	0,008	0,195	0,071	0,430	0,477	0,047	0,008
<i>3</i>	30	0,168	0,125	0,043	1,610	2,598	0,598	0,602	0,004	0,043
<i>4</i>	10	0,056	0,097	-0,041	1,733	3,122	0,654	0,699	0,045	0,041
<i>5</i>	12	0,067	0,079	-0,012	0,455	0,324	0,721	0,778	0,057	0,012
<i>6</i>	13	0,073	0,067	0,006	0,152	0,085	0,793	0,845	0,052	0,006
<i>7</i>	17	0,095	0,058	0,037	1,956	4,219	0,888	0,903	0,015	0,037
<i>8</i>	9	0,050	0,051	-0,001	-0,126	0,002	0,939	0,954	0,015	0,001
<i>9</i>	11	0,061	0,046	0,015	0,809	0,929	1,000	1,000	0,000	0,015
<i>N</i>	<i>179</i>			χ^2 <i>Real</i>		<i>13,162</i>	<i>Supremo</i>	<i>0,057</i>		<i>MDA</i>
				χ^2 <i>Limite</i>		<i>15,507</i>	<i>K-S Limite</i>	<i>0,102</i>		<i>0,015</i>

Os dados passaram em todos os testes, mas apresentaram uma conformidade marginal no MDA.

Tabela 167 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais Consórcio ATDM

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>		
<i>1</i>	50	0,279	0,301	-0,022	0,551	0,279	0,279	0,301	0,022	0,022
<i>2</i>	30	0,168	0,176	-0,008	0,197	0,072	0,447	0,477	0,030	0,008
<i>3</i>	27	0,151	0,125	0,026	0,932	0,956	0,598	0,602	0,004	0,026
<i>4</i>	16	0,089	0,097	-0,008	0,218	0,107	0,687	0,699	0,012	0,008
<i>5</i>	9	0,050	0,079	-0,029	1,286	1,869	0,737	0,778	0,041	0,029
<i>6</i>	11	0,061	0,067	-0,006	0,147	0,082	0,799	0,845	0,046	0,006
<i>7</i>	15	0,084	0,058	0,026	1,317	2,054	0,883	0,903	0,020	0,026
<i>8</i>	11	0,061	0,051	0,010	0,466	0,383	0,944	0,954	0,010	0,010
<i>9</i>	10	0,056	0,046	0,010	0,452	0,379	1,000	1,000	0,000	0,010
<i>N</i>	<i>179</i>			χ^2 <i>Real</i>		<i>6,182</i>	<i>Supremo</i>	<i>0,046</i>		<i>MDA</i>
				χ^2 <i>Limite</i>		<i>15,507</i>	<i>K-S Limite</i>	<i>0,102</i>		<i>0,016</i>

À exceção do MDA, observou-se uma conformidade com a Lei NB nos testes. No Teste Z nenhum dígito ultrapassou o limite de 1,96.

Tabela 168 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais São Marcos Terraplenagem e Construção Ltda.

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>			
1	49	0,274	0,301	-0,027	0,714	0,442	0,274	0,301	0,027	0,027	
2	35	0,196	0,176	0,020	0,588	0,388	0,469	0,477	0,008	0,020	
3	29	0,162	0,125	0,037	1,384	1,962	0,631	0,602	0,029	0,037	
4	12	0,067	0,097	-0,030	1,228	1,656	0,698	0,699	0,001	0,030	
5	8	0,045	0,079	-0,034	1,563	2,667	0,743	0,778	0,035	0,034	
6	14	0,078	0,067	0,011	0,451	0,336	0,821	0,845	0,024	0,011	
7	13	0,073	0,058	0,015	0,677	0,660	0,894	0,903	0,009	0,015	
8	9	0,050	0,051	-0,001	-0,126	0,002	0,944	0,954	0,010	0,001	
9	10	0,056	0,046	0,010	0,452	0,379	1,000	1,000	0,000	0,010	
N	176						8,491	Supremo	0,035	MDA	
							15,507	K-S Limite	0,102	0,020	

À exceção do MDA, observou-se uma conformidade com a Lei NB nos testes. No Teste Z nenhum dígito ultrapassou o limite de 1,96.

Tabela 169 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais Consórcio SHF Galeão

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>			
1	50	0,279	0,301	-0,022	0,551	0,279	0,279	0,301	0,022	0,022	
2	33	0,184	0,176	0,008	0,195	0,071	0,464	0,477	0,013	0,008	
3	27	0,151	0,125	0,026	0,932	0,956	0,615	0,602	0,013	0,026	
4	15	0,084	0,097	-0,013	0,470	0,322	0,698	0,699	0,001	0,013	
5	8	0,045	0,079	-0,034	1,563	2,667	0,743	0,778	0,035	0,034	
6	12	0,067	0,067	0,000	-0,147	0,000	0,810	0,845	0,035	0,000	
7	15	0,084	0,058	0,026	1,317	2,054	0,894	0,903	0,009	0,026	
8	9	0,050	0,051	-0,001	-0,126	0,002	0,944	0,954	0,010	0,001	
9	10	0,056	0,046	0,010	0,452	0,379	1,000	1,000	0,000	0,010	
N	176						6,729	Supremo	0,035	MDA	
							15,507	K-S Limite	0,102	0,016	

À exceção do MDA, observou-se uma conformidade com a Lei NB nos testes. No Teste Z nenhum dígito ultrapassou o limite de 1,96.

2.2.2 Modelo Fator de Distorção

Os resultados dos testes foram apresentados nas tabelas seguintes, cada qual referente a uma empresa participante.

Tabela 170 – Modelo Fator de Distorção dos valores totais Infraero

MODELO FATOR DE DISTORÇÃO VALORES TOTAIS		
Média real	Fator de Distorção	Z Estatístico
40,095	0,0324	0,6798
Média esperada	Desvio Padrão	
38,836	0,0477	

A distorção encontrada não foi significativa para um nível de significância de 0,05.

Tabela 171 – Modelo Fator de Distorção dos valores totais Consórcio AMC-EPC

MODELO FATOR DE DISTORÇÃO VALORES TOTAIS		
Média real	Fator de Distorção	Z Estatístico
39,117	0,0072	0,1516
Média esperada	Desvio Padrão	
38,836	0,0477	

A distorção encontrada não foi significativa para um nível de significância de 0,05.

Tabela 172 – Modelo Fator de Distorção dos valores totais S/A Paulista Construções e Comércio

MODELO FATOR DE DISTORÇÃO VALORES TOTAIS		
Média real	Fator de Distorção	Z Estatístico
40,3539	0,0391	0,8195
Média esperada	Desvio Padrão	
38,836	0,0477	

A distorção encontrada não foi significativa para um nível de significância de 0,05.

Tabela 173 – Modelo Fator de Distorção dos valores totais Sanerio Engenharia Ltda.

MODELO FATOR DE DISTORÇÃO VALORES TOTAIS		
Média real	Fator de Distorção	Z Estatístico
40,082	0,0321	0,6729
Média esperada	Desvio Padrão	
38,836	0,0477	

A distorção encontrada não foi significativa para um nível de significância de 0,05.

Tabela 174 – Modelo Fator de Distorção dos valores totais Consórcio Pavibrás Marins

MODELO FATOR DE DISTORÇÃO VALORES TOTAIS		
Média real	Fator de Distorção	Z Estatístico
38,982	0,0038	0,0791
Média esperada	Desvio Padrão	
38,836	0,0477	

A distorção encontrada não foi significativa para um nível de significância de 0,05.

Tabela 175 – Modelo Fator de Distorção dos valores totais Consórcio Consbem/MPE

MODELO FATOR DE DISTORÇÃO VALORES TOTAIS		
Média real	Fator de Distorção	Z Estatístico
40,3604	0,0393	0,8229
Média esperada	Desvio Padrão	
38,836	0,0477	

A distorção encontrada não foi significativa para um nível de significância de 0,05.

Tabela 176 – Modelo Fator de Distorção dos valores totais Construtora Cowan

MODELO FATOR DE DISTORÇÃO VALORES TOTAIS		
Média real	Fator de Distorção	Z Estatístico
40,732	0,04770	1,0236
Média esperada	Desvio Padrão	
38,836	0,0477	

A distorção encontrada não foi significativa para um nível de significância de 0,05.

Tabela 177 – Modelo Fator de Distorção dos valores totais Consórcio Rodoserv/CVS/ARVEK

MODELO FATOR DE DISTORÇÃO VALORES TOTAIS		
Média real	Fator de Distorção	Z Estatístico
40,853	0,052	1,089
Média esperada	Desvio Padrão	
38,836	0,0477	

A distorção encontrada não foi significativa para um nível de significância de 0,05.

Tabela 178 – Modelo Fator de Distorção dos valores totais Consórcio CBEMI/Tucumann/Cembra

MODELO FATOR DE DISTORÇÃO VALORES TOTAIS		
Média real	Fator de Distorção	Z Estatístico
39,5222	-0,0177	0,3706
Média esperada	Desvio Padrão	
38,836	0,0477	

A distorção encontrada não foi significativa para um nível de significância de 0,05.

Tabela 179 – Modelo Fator de Distorção dos valores totais Consórcio ATDM

MODELO FATOR DE DISTORÇÃO VALORES TOTAIS		
Média real	Fator de Distorção	Z Estatístico
40,8585	0,0520	1,0918
Média esperada	Desvio Padrão	
38,836	0,0477	

A distorção encontrada não foi significativa para um nível de significância de 0,05.

Tabela 180 – Modelo Fator de Distorção dos valores totais São Marcos Terraplenagem e Construção Ltda.

MODELO FATOR DE DISTORÇÃO VALORES TOTAIS		
Média real	Fator de Distorção	Z Estatístico
39,9841	0,0296	0,6199
Média esperada	Desvio Padrão	
38,836	0,0477	

A distorção encontrada não foi significativa para um nível de significância de 0,05.

Tabela 181 – Modelo Fator de Distorção dos valores totais Consórcio SHF-Galeão

MODELO FATOR DE DISTORÇÃO VALORES TOTAIS		
Média real	Fator de Distorção	Z Estatístico
40,2407	0,0362	0,7584
Média esperada	Desvio Padrão	
38,836	0,0477	

A distorção encontrada não foi significativa para um nível de significância de 0,05.

APÊNDICE 4 – OUTROS TESTES

1. IMPLANTAÇÃO DO TRANSCARIOCA CORREDOR T5 BRT

O Corredor Transcarioca representa a primeira ligação transversal de transporte coletivo de grande capacidade, com característica integrada aos eixos de transporte radiais, tendo sido concebido como um corredor fechado seguindo o conceito tronco-alimentação, que deverá ser implantado ao longo de vias com elevado volume de viagens por ônibus, ligando a Barra da Tijuca ao Galeão, dividido em dois trechos, Barra-Penha (etapa 1) e Penha-Galeão(etapa 2). Sua extensão é de aproximadamente 38 km, trafegando pelas principais artérias dos bairros contemplados. O Corredor terá poder estruturante sobre todo o sistema de transportes urbanos de sua área de influência e sua entrada em operação suscitará na área de influência o remanejamento das linhas de ônibus existentes. As linhas com itinerários redundantes serão otimizadas e as linhas alimentadoras ou complementares serão valorizadas. O objetivo é construir um sistema integrado racional. A Transcarioca vai cortar bairros importantes do subúrbio carioca, desde a Barra da Tijuca até o aeroporto Internacional Tom Jobim, na Ilha do Governador. Este será o primeiro corredor de alta capacidade a cortar transversalmente a cidade, interligando Barra da Tijuca, Curicica, Ilha do Governador, Taquara, Tanque, Praça Seca, Campinho, Madureira, Vaz Lobo, Vicente de Carvalho, Vila da Penha, Penha, Olaria e Ramos. Cerca de 440 mil passageiros serão beneficiados diariamente, além de contar com um transporte equipado com ar-condicionado e capacidade para transportar 160 passageiros.

A análise a seguir se refere às obras de implantação do Transcarioca - corredor T5 - corredor exclusivo de BRT entre a Barra da Tijuca e Penha.

A empresa vencedora do certame foi o Consórcio Transcarioca BRT (Delta Construções e Andrade Gutierrez) a qual assinou contrato com o município do Rio de Janeiro, responsável pela obra.

A planilha analisada corresponde ao orçamento base da Administração.

1.1. Valores Unitários

1.1.1 Teste do Primeiro Dígito

Tabela 182 – Teste do Primeiro Dígito dos valores unitários – orçamento base Transcarioca

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>		
<i>1</i>	254	0,323	0,301	0,022	1,315	1,282	0,323	0,301	0,022	0,022
<i>2</i>	136	0,173	0,176	-0,003	0,172	0,039	0,496	0,477	0,019	0,003
<i>3</i>	97	0,123	0,125	-0,002	0,081	0,016	0,620	0,602	0,018	0,002
<i>4</i>	75	0,095	0,097	-0,002	0,089	0,020	0,715	0,699	0,016	0,002
<i>5</i>	51	0,065	0,079	-0,014	1,401	1,982	0,780	0,778	0,002	0,014
<i>6</i>	50	0,064	0,067	-0,003	0,308	0,135	0,844	0,845	0,001	0,003
<i>7</i>	52	0,066	0,058	0,008	0,902	0,902	0,910	0,903	0,007	0,008
<i>8</i>	41	0,052	0,051	0,001	0,067	0,021	0,962	0,954	0,008	0,001
<i>9</i>	30	0,038	0,046	-0,008	0,963	1,048	1,000	1,000	0,000	0,008
<i>N</i>	<i>786</i>			χ^2 Real		<i>5,445</i>	<i>Supremo</i>	<i>0,022</i>		<i>MDA</i>
				χ^2 Limite		<i>15,507</i>	<i>K-S Limite</i>	<i>0,049</i>		<i>0,007</i>

Os dados mostraram um bom desempenho em todos os testes, conforme se observa nos resultados apresentadas na tabela anterior.

No MDA, a distribuição apresentou uma conformidade aceitável.

No Teste Z, nenhum dígito superou a fronteira de 1,96.

1.1.2 Teste do Segundo Dígito

Tabela 183 – Teste do Segundo Dígito dos valores unitários – orçamento base Transcarioca

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>		
<i>0</i>	98	0,151	0,120	0,031	2,403	5,339	0,151	0,120	0,031	0,031
<i>1</i>	64	0,099	0,114	-0,015	1,145	1,291	0,250	0,234	0,016	0,015
<i>2</i>	77	0,119	0,109	0,010	0,754	0,595	0,369	0,343	0,026	0,010
<i>3</i>	71	0,110	0,104	0,006	0,414	0,205	0,479	0,447	0,032	0,006
<i>4</i>	58	0,090	0,100	-0,010	0,812	0,694	0,569	0,547	0,022	0,010
<i>5</i>	70	0,108	0,097	0,011	0,895	0,835	0,677	0,644	0,033	0,011
<i>6</i>	47	0,073	0,093	-0,020	1,715	2,883	0,750	0,737	0,013	0,020
<i>7</i>	56	0,087	0,090	-0,003	0,238	0,085	0,836	0,827	0,009	0,003

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>	
8	51	0,079	0,088	-0,009	0,754	0,619	0,915	0,000	
9	55	0,085	0,085	0,000	0,001	0,000	1,000	0,000	
<i>N</i>	<i>647</i>	χ^2 Real				<i>12,546</i>	<i>Supremo</i>	<i>0,033</i>	<i>MDA</i>
		χ^2 Limite				<i>16,919</i>	<i>K-S Limite</i>	<i>0,053</i>	<i>0,0117</i>

A distribuição mostrou conformidade com a Lei NB em todos os testes estatísticos aplicados.

Contudo, o dígito 0 extrapolou a fronteira do Teste Z (2,403) por ter sido excessivamente frequente na planilha.

Já no MDA os dados mostraram uma conformidade marginal.

1.1.3 Teste dos Dois Primeiros Dígitos

Tabela 184 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores unitários – orçamento base Transcarioca

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>		
10	45	0,070	0,041	0,028	3,497	0,058	0,025	12,394	0,070	0,041	0,028	0,028
11	18	0,028	0,038	-0,010	1,227	0,053	0,022	1,701	0,097	0,079	0,018	0,010
12	25	0,039	0,035	0,004	0,431	0,050	0,020	0,280	0,136	0,114	0,022	0,004
13	33	0,051	0,032	0,019	2,601	0,047	0,018	7,120	0,187	0,146	0,041	0,019
14	14	0,022	0,030	-0,008	1,127	0,044	0,016	1,496	0,209	0,176	0,033	0,008
15	26	0,040	0,028	0,012	1,754	0,042	0,015	3,411	0,249	0,204	0,045	0,012
16	12	0,019	0,026	-0,008	1,113	0,039	0,013	1,488	0,267	0,230	0,037	0,008
17	14	0,022	0,025	-0,003	0,394	0,038	0,012	0,264	0,289	0,255	0,034	0,003
18	20	0,031	0,023	0,007	1,118	0,036	0,011	1,521	0,320	0,279	0,041	0,007
19	26	0,040	0,022	0,018	2,954	0,034	0,010	9,315	0,360	0,301	0,059	0,018
20	16	0,025	0,021	0,004	0,489	0,033	0,009	0,383	0,385	0,322	0,063	0,004
21	16	0,025	0,020	0,005	0,679	0,032	0,009	0,656	0,410	0,342	0,067	0,005
22	18	0,028	0,019	0,009	1,431	0,031	0,008	2,430	0,437	0,362	0,076	0,009
23	11	0,017	0,018	-0,001	0,134	0,030	0,007	0,077	0,454	0,380	0,074	0,001
24	11	0,017	0,018	-0,001	0,140	0,029	0,007	0,019	0,471	0,398	0,073	0,001
25	14	0,022	0,017	0,005	0,753	0,028	0,006	0,805	0,493	0,415	0,078	0,005
26	10	0,015	0,016	-0,001	0,032	0,027	0,006	0,034	0,509	0,431	0,077	0,001
27	11	0,017	0,016	0,001	0,089	0,026	0,005	0,060	0,526	0,447	0,078	0,001
28	6	0,009	0,015	-0,006	1,078	0,025	0,005	1,511	0,535	0,462	0,072	0,006
29	6	0,009	0,015	-0,005	0,988	0,025	0,005	1,305	0,544	0,477	0,067	0,005
30	12	0,019	0,014	0,004	0,759	0,024	0,004	0,843	0,563	0,491	0,071	0,004
31	5	0,008	0,014	-0,006	1,153	0,024	0,004	1,723	0,570	0,505	0,065	0,006
32	14	0,022	0,013	0,008	1,662	0,023	0,004	3,315	0,592	0,519	0,073	0,008

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>
33	5	0,008	0,013	-0,005	1,004	0,022	0,003	1,369	0,600	0,531	0,068	0,005
34	6	0,009	0,013	-0,003	0,580	0,022	0,003	0,565	0,609	0,544	0,065	0,003
35	8	0,012	0,012	0,000	0,030	0,021	0,003	0,001	0,621	0,556	0,065	0,000
36	6	0,009	0,012	-0,003	0,435	0,021	0,003	0,375	0,631	0,568	0,062	0,003
37	6	0,009	0,012	-0,002	0,365	0,021	0,003	0,298	0,640	0,580	0,060	0,002
38	7	0,011	0,011	0,000	0,111	0,020	0,002	0,012	0,651	0,591	0,060	0,000
39	5	0,008	0,011	-0,003	0,608	0,020	0,002	0,628	0,658	0,602	0,056	0,003
40	7	0,011	0,011	0,000	0,024	0,019	0,002	0,001	0,669	0,613	0,056	0,000
41	12	0,019	0,010	0,008	1,827	0,019	0,002	4,038	0,688	0,623	0,065	0,008
42	0	0,000	0,010	-0,010	2,389	0,019	0,002	6,612	0,688	0,633	0,054	0,010
43	4	0,006	0,010	-0,004	0,775	0,018	0,002	0,937	0,694	0,643	0,051	0,004
44	5	0,008	0,010	-0,002	0,326	0,018	0,001	0,274	0,702	0,653	0,048	0,002
45	8	0,012	0,010	0,003	0,535	0,018	0,001	0,539	0,714	0,663	0,051	0,003
46	7	0,011	0,009	0,001	0,187	0,018	0,001	0,152	0,725	0,672	0,053	0,001
47	7	0,011	0,009	0,002	0,241	0,017	0,001	0,199	0,736	0,681	0,054	0,002
48	5	0,008	0,009	-0,001	0,123	0,017	0,001	0,109	0,743	0,690	0,053	0,001
49	5	0,008	0,009	-0,001	0,075	0,017	0,001	0,081	0,751	0,699	0,052	0,001
50	3	0,005	0,009	-0,004	0,879	0,016	0,001	1,182	0,756	0,708	0,048	0,004
51	3	0,005	0,008	-0,004	0,841	0,016	0,001	1,106	0,760	0,716	0,044	0,004
52	5	0,008	0,008	-0,001	0,153	0,016	0,001	0,023	0,768	0,724	0,044	0,001
53	4	0,006	0,008	-0,002	0,330	0,016	0,000	0,299	0,774	0,732	0,042	0,002
54	3	0,005	0,008	-0,003	0,732	0,016	0,000	0,901	0,779	0,740	0,039	0,003
55	5	0,008	0,008	0,000	0,028	0,015	0,000	0,001	0,787	0,748	0,039	0,000
56	5	0,008	0,008	0,000	0,012	0,015	0,000	0,000	0,794	0,756	0,039	0,000
57	3	0,005	0,008	-0,003	0,630	0,015	0,000	0,729	0,799	0,763	0,036	0,003
58	3	0,005	0,007	-0,003	0,597	0,015	0,000	0,677	0,804	0,771	0,033	0,003
59	5	0,008	0,007	0,000	0,128	0,015	0,000	0,016	0,811	0,778	0,033	0,000
60	4	0,006	0,007	-0,001	0,067	0,014	0,000	0,089	0,818	0,785	0,032	0,001
61	4	0,006	0,007	-0,001	0,032	0,014	0,000	0,071	0,824	0,792	0,031	0,001
62	3	0,005	0,007	-0,002	0,471	0,014	0,000	0,498	0,828	0,799	0,029	0,002
63	2	0,003	0,007	-0,004	0,918	0,014	0,000	1,329	0,832	0,806	0,025	0,004
64	9	0,014	0,007	0,007	1,992	0,014	0,000	4,949	0,845	0,813	0,033	0,007
65	1	0,002	0,007	-0,005	1,352	0,014	0,000	2,523	0,847	0,820	0,027	0,005
66	2	0,003	0,007	-0,003	0,842	0,014	0,000	1,172	0,850	0,826	0,024	0,003
67	4	0,006	0,006	0,000	0,080	0,013	0,000	0,006	0,856	0,833	0,024	0,000
68	3	0,005	0,006	-0,002	0,298	0,013	-0,001	0,296	0,861	0,839	0,022	0,002
69	5	0,008	0,006	0,001	0,228	0,013	-0,001	0,226	0,869	0,845	0,024	0,001
70	6	0,009	0,006	0,003	0,761	0,013	-0,001	1,018	0,878	0,851	0,027	0,003
71	3	0,005	0,006	-0,001	0,218	0,013	-0,001	0,220	0,883	0,857	0,025	0,001
72	6	0,009	0,006	0,003	0,828	0,013	-0,001	1,164	0,892	0,863	0,028	0,003
73	3	0,005	0,006	-0,001	0,166	0,013	-0,001	0,177	0,896	0,869	0,027	0,001
74	8	0,012	0,006	0,007	1,925	0,012	-0,001	4,740	0,909	0,875	0,034	0,007
75	4	0,006	0,006	0,000	0,145	0,012	-0,001	0,021	0,915	0,881	0,034	0,000
76	1	0,002	0,006	-0,004	1,137	0,012	-0,001	1,945	0,917	0,886	0,030	0,004
77	3	0,005	0,006	-0,001	0,066	0,012	-0,001	0,108	0,921	0,892	0,029	0,001
78	3	0,005	0,006	-0,001	0,042	0,012	-0,001	0,094	0,926	0,898	0,028	0,001
79	1	0,002	0,005	-0,004	1,085	0,012	-0,001	1,817	0,927	0,903	0,024	0,004

Dígito	Cont.	Real	Benford	Diferença	Teste-Z	Upper Bound	Lower Bound	QQ		K-S		DMA	
80	3	0,005	0,005	-0,001	0,263	0,012	-0,001	0,069	0,932	0,908	0,024	0,001	
81	2	0,003	0,005	-0,002	0,512	0,012	-0,001	0,608	0,935	0,914	0,021	0,002	
82	4	0,006	0,005	0,001	0,051	0,012	-0,001	0,104	0,941	0,919	0,022	0,001	
83	6	0,009	0,005	0,004	1,167	0,012	-0,001	2,063	0,951	0,924	0,026	0,004	
84	2	0,003	0,005	-0,002	0,454	0,011	-0,001	0,528	0,954	0,929	0,024	0,002	
85	2	0,003	0,005	-0,002	0,435	0,011	-0,001	0,504	0,957	0,934	0,022	0,002	
86	1	0,002	0,005	-0,003	0,973	0,011	-0,001	1,556	0,958	0,940	0,019	0,003	
87	6	0,009	0,005	0,004	1,280	0,011	-0,001	2,422	0,968	0,944	0,023	0,004	
88	1	0,002	0,005	-0,003	0,942	0,011	-0,001	1,490	0,969	0,949	0,020	0,003	
89	2	0,003	0,005	-0,002	0,362	0,011	-0,001	0,414	0,972	0,954	0,018	0,002	
90	2	0,003	0,005	-0,002	0,344	0,011	-0,001	0,393	0,975	0,959	0,016	0,002	
91	1	0,002	0,005	-0,003	0,899	0,011	-0,001	1,397	0,977	0,964	0,013	0,003	
92	2	0,003	0,005	-0,002	0,309	0,011	-0,001	0,355	0,980	0,968	0,011	0,002	
93	3	0,005	0,005	0,000	0,003	0,011	-0,001	0,000	0,985	0,973	0,011	0,000	
94	0	0,000	0,005	-0,005	1,438	0,011	-0,001	2,973	0,985	0,978	0,007	0,005	
95	2	0,003	0,005	-0,001	0,258	0,011	-0,001	0,302	0,988	0,982	0,005	0,001	
96	3	0,005	0,005	0,000	0,052	0,010	-0,001	0,003	0,992	0,987	0,006	0,000	
97	2	0,003	0,004	-0,001	0,225	0,010	-0,001	0,270	0,995	0,991	0,004	0,001	
98	3	0,005	0,004	0,000	0,087	0,010	-0,001	0,008	1,000	0,996	0,004	0,000	
99	0	0,000	0,004	-0,004	1,386	0,010	-0,001	2,824	1,000	1,000	0,000	0,004	
N	647					χ^2 Real			114,021	Supremo	0,038	MDA	
						χ^2 Limite			112,02	K-S Limite	0,053	0,0038	

Os dígitos 10, 13, 19, 42, 64 não passaram no Teste Z. Todavia, como foram apenas cinco picos, pode-se considerar, segundo Nigrini (2012) que os dados em tela tiveram, em geral, um bom desempenho.

Contudo, a distribuição mostrou desconformidade no Teste Qui-Quadrado e no DMA. Passou apenas no Teste K-S.

1.1.4 Teste de Soma

Tabela 185 – Teste de Soma para os valores unitários – orçamento base Transcarioca

Dígito	Soma	Real	Benford	Diferença	Dígito	Soma	Real	Benford	Diferença
10	20.597,84	0,030	0,011	0,019	55	6.741,93	0,010	0,011	-0,001
11	7.600,35	0,011	0,011	0,000	56	281,88	0,000	0,011	-0,011
12	21.151,29	0,030	0,011	0,019	57	173,00	0,000	0,011	-0,011
13	7.909,02	0,011	0,011	0,000	58	64.545,83	0,093	0,011	0,082

<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
14	5.360,28	0,008	0,011	-0,003	59	836,75	0,001	0,011	-0,010
15	23.282,49	0,033	0,011	0,022	60	241,49	0,000	0,011	-0,011
16	4.527,47	0,006	0,011	-0,005	61	6.343,33	0,009	0,011	-0,002
17	21.730,85	0,031	0,011	0,020	62	748,78	0,001	0,011	-0,010
18	26.225,95	0,038	0,011	0,027	63	126,87	0,000	0,011	-0,011
19	25.691,01	0,037	0,011	0,026	64	2.320,22	0,003	0,011	-0,008
20	22.608,15	0,032	0,011	0,021	65	65,02	0,000	0,011	-0,011
21	22.884,95	0,033	0,011	0,022	66	1.329,99	0,002	0,011	-0,009
22	26.388,50	0,038	0,011	0,027	67	269,24	0,000	0,011	-0,011
23	5.739,55	0,008	0,011	-0,003	68	205,86	0,000	0,011	-0,011
24	6.223,75	0,009	0,011	-0,002	69	969,41	0,001	0,011	-0,010
25	4.204,47	0,006	0,011	-0,005	70	1.689,02	0,002	0,011	-0,009
26	27.460,40	0,039	0,011	0,028	71	7.321,17	0,010	0,011	-0,001
27	31.952,74	0,046	0,011	0,035	72	1.739,15	0,002	0,011	-0,009
28	689,57	0,001	0,011	-0,010	73	220,64	0,000	0,011	-0,011
29	3.331,06	0,005	0,011	-0,006	74	8.689,63	0,012	0,011	0,001
30	4.202,02	0,006	0,011	-0,005	75	979,42	0,001	0,011	-0,010
31	437,15	0,001	0,011	-0,010	76	762,35	0,001	0,011	-0,010
32	2.193,24	0,003	0,011	-0,008	77	233,37	0,000	0,011	-0,011
33	1.067,64	0,002	0,011	-0,009	78	1.643,94	0,002	0,011	-0,009
34	7.354,30	0,011	0,011	0,000	79	79,37	0,000	0,011	-0,011
35	5.114,92	0,007	0,011	-0,004	80	964,64	0,001	0,011	-0,010
36	874,31	0,001	0,011	-0,010	81	895,67	0,001	0,011	-0,010
37	1.586,71	0,002	0,011	-0,009	82	1.816,60	0,003	0,011	-0,008
38	1.653,97	0,002	0,011	-0,009	83	1.248,45	0,002	0,011	-0,009
39	909,26	0,001	0,011	-0,010	84	1.690,36	0,002	0,011	-0,009
40	5.051,38	0,007	0,011	-0,004	85	939,04	0,001	0,011	-0,010
41	42.748,08	0,061	0,011	0,050	86	863,16	0,001	0,011	-0,010
42	0,00	0,000	0,011	-0,011	87	524,30	0,001	0,011	-0,010
43	562,06	0,001	0,011	-0,010	88	881,80	0,001	0,011	-0,010
44	1.023,24	0,001	0,011	-0,010	89	9.013,84	0,013	0,011	0,002
45	46.249,17	0,066	0,011	0,055	90	993,88	0,001	0,011	-0,010
46	6.232,01	0,009	0,011	-0,002	91	910,52	0,001	0,011	-0,010
47	755,28	0,001	0,011	-0,010	92	184,02	0,000	0,011	-0,011
48	675,43	0,001	0,011	-0,010	93	1.127,12	0,002	0,011	-0,009
49	50.469,62	0,072	0,011	0,061	94	0,00	0,000	0,011	-0,011
50	602,64	0,001	0,011	-0,010	95	190,90	0,000	0,011	-0,011
51	618,21	0,001	0,011	-0,010	96	1.160,71	0,002	0,011	-0,009
52	6.893,40	0,010	0,011	-0,001	97	1.068,42	0,002	0,011	-0,009

<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
53	215,64	0,000	0,011	-0,011	98	1.186,65	0,002	0,011	-0,009
54	60.189,46	0,086	0,011	0,075	99	0,00	0,000	0,011	-0,011
SOMA TOTAL					697.456,57				

O Teste Z dos Dois Primeiros Dígitos apontou os valores 10, 13, 19, 64 como excessivos e o dígito 42 como insuficiente.

O Teste de Soma indicou os valores 10, 12, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 26, 27, 41, 45, 49, 54, 58 como tendo proporções bastante altas em suas somas.

Em uma auditoria, para avaliar os preços dos serviços, seria recomendável primeiro se investigarem os dígitos 10 e 19, os quais foram apontados em ambos os testes.

1.2. Valores Totais

1.2.1 Teste do Primeiro Dígito

Tabela 186 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais – orçamento base Transcarioca

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>		
1	245	0,305	0,301	0,004	0,192	0,037	0,305	0,301	0,004	0,004
2	134	0,167	0,176	-0,009	0,649	0,398	0,471	0,477	0,006	0,009
3	91	0,113	0,125	-0,012	0,960	0,898	0,585	0,602	0,017	0,012
4	70	0,087	0,097	-0,010	0,892	0,818	0,672	0,699	0,027	0,010
5	65	0,081	0,079	0,002	0,129	0,035	0,752	0,778	0,026	0,002
6	46	0,057	0,067	-0,010	1,039	1,149	0,810	0,845	0,035	0,010
7	53	0,066	0,058	0,008	0,885	0,870	0,876	0,903	0,027	0,008
8	55	0,068	0,051	0,017	2,164	4,777	0,944	0,954	0,010	0,017
9	45	0,056	0,046	0,010	1,265	1,737	1,000	1,000	0,000	0,010
<i>N</i>	804	χ^2 Real		10,719		<i>Supremo</i>	0,009	<i>MDA</i>		
		χ^2 Limite		15,507		<i>K-S Limite</i>	0,048	0,007		

Os resultados exibidos na tabela anterior mostraram que a distribuição é aderente à Lei NB, assim como ocorreu com os primeiros dígitos dos valores unitários.

Contudo, o dígito 8 superou o limite de 1,96 do Teste Z, tendo sido excessivamente frequente na planilha orçamentária.

No MDA, o resultado encontra-se na faixa de conformidade aceitável dos valores de referência.

1.2.2 Teste do Segundo Dígito

Tabela 187 – Teste do Segundo Dígito dos valores totais – orçamento base Transcarioca

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>		
<i>0</i>	84	0,104	0,120	-0,016	1,300	1,614	0,104	0,120	0,016	0,016
<i>1</i>	92	0,114	0,114	0,000	-0,017	0,001	0,219	0,234	0,015	0,000
<i>2</i>	103	0,128	0,109	0,019	1,682	2,694	0,347	0,343	0,004	0,019
<i>3</i>	80	0,100	0,104	-0,004	0,360	0,156	0,447	0,447	0,000	0,004
<i>4</i>	73	0,091	0,100	-0,009	0,811	0,681	0,537	0,547	0,010	0,009
<i>5</i>	68	0,085	0,097	-0,012	1,131	1,279	0,622	0,644	0,022	0,012
<i>6</i>	93	0,116	0,093	0,023	2,153	4,444	0,738	0,737	0,001	0,023
<i>7</i>	83	0,103	0,090	0,013	1,250	1,565	0,841	0,827	0,014	0,013
<i>8</i>	65	0,081	0,088	-0,007	0,654	0,468	0,922	0,915	0,007	0,007
<i>9</i>	63	0,078	0,085	-0,007	0,612	0,417	1,000	1,000	0,000	0,007
<i>N</i>	<i>804</i>		χ^2 <i>Real</i>			<i>13,319</i>	<i>Supremo</i>		<i>0,022</i>	<i>MDA</i>
			χ^2 <i>Limite</i>			<i>16,919</i>	<i>K-S Limite</i>		<i>0,048</i>	<i>0,011</i>

Os resultados exibidos na tabela anterior mostraram uma conformidade dos dados com a Lei NB em todos os testes.

Contudo, o Teste Z mostrou um excesso de ocorrências do dígito 6 no orçamento da obra.

O MDA apontou uma conformidade marginal dos dados com a distribuição de Benford.

1.2.3 Teste dos Dois Primeiros Dígitos

Tabela 188 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores totais – orçamento base Transcarioca

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>
10	28	0,035	0,041	-0,007	0,846	0,056	0,027	0,838	0,035	0,041	0,007	0,007
11	34	0,042	0,038	0,004	0,577	0,052	0,024	0,431	0,077	0,079	0,002	0,004
12	33	0,041	0,035	0,006	0,876	0,048	0,021	0,913	0,118	0,114	0,004	0,006
13	25	0,031	0,032	-0,001	0,075	0,045	0,019	0,030	0,149	0,146	0,003	0,001
14	27	0,034	0,030	0,004	0,498	0,042	0,018	0,351	0,183	0,176	0,007	0,004
15	17	0,021	0,028	-0,007	1,076	0,040	0,016	1,360	0,204	0,204	0,000	0,007
16	30	0,037	0,026	0,011	1,835	0,038	0,015	3,685	0,241	0,230	0,011	0,011
17	26	0,032	0,025	0,008	1,256	0,036	0,013	1,829	0,274	0,255	0,018	0,008
18	17	0,021	0,023	-0,002	0,321	0,035	0,012	0,187	0,295	0,279	0,016	0,002
19	8	0,010	0,022	-0,012	2,249	0,033	0,011	5,484	0,305	0,301	0,004	0,012
20	18	0,022	0,021	0,001	0,114	0,032	0,011	0,055	0,327	0,322	0,005	0,001
21	12	0,015	0,020	-0,005	0,938	0,031	0,010	1,109	0,342	0,342	0,000	0,005
22	18	0,022	0,019	0,003	0,507	0,029	0,009	0,396	0,364	0,362	0,003	0,003
23	17	0,021	0,018	0,003	0,429	0,028	0,009	0,308	0,386	0,380	0,005	0,003
24	8	0,010	0,018	-0,008	1,538	0,027	0,008	2,744	0,396	0,398	0,002	0,008
25	13	0,016	0,017	-0,001	0,053	0,027	0,007	0,035	0,412	0,415	0,003	0,001
26	13	0,016	0,016	0,000	0,049	0,026	0,007	0,002	0,428	0,431	0,004	0,000
27	11	0,014	0,016	-0,002	0,339	0,025	0,007	0,227	0,442	0,447	0,006	0,002
28	10	0,012	0,015	-0,003	0,505	0,024	0,006	0,414	0,454	0,462	0,008	0,003
29	14	0,017	0,015	0,003	0,487	0,024	0,006	0,395	0,471	0,477	0,006	0,003
30	7	0,009	0,014	-0,006	1,176	0,023	0,005	1,729	0,480	0,491	0,011	0,006
31	12	0,015	0,014	0,001	0,125	0,022	0,005	0,075	0,495	0,505	0,010	0,001
32	14	0,017	0,013	0,004	0,846	0,022	0,005	0,986	0,512	0,519	0,006	0,004
33	8	0,010	0,013	-0,003	0,600	0,021	0,005	0,564	0,522	0,531	0,009	0,003
34	2	0,002	0,013	-0,010	2,411	0,021	0,004	6,517	0,525	0,544	0,019	0,010
35	6	0,007	0,012	-0,005	1,070	0,020	0,004	1,496	0,532	0,556	0,024	0,005
36	14	0,017	0,012	0,006	1,279	0,020	0,004	2,054	0,550	0,568	0,018	0,006
37	9	0,011	0,012	0,000	0,103	0,020	0,004	0,010	0,561	0,580	0,019	0,000
38	8	0,010	0,011	-0,001	0,190	0,019	0,003	0,126	0,571	0,591	0,020	0,001
39	11	0,014	0,011	0,003	0,561	0,019	0,003	0,528	0,585	0,602	0,017	0,003
40	8	0,010	0,011	-0,001	0,042	0,018	0,003	0,045	0,595	0,613	0,018	0,001
41	8	0,010	0,010	-0,001	0,144	0,018	0,003	0,020	0,604	0,623	0,019	0,001
42	4	0,005	0,010	-0,005	1,303	0,018	0,003	2,164	0,609	0,633	0,024	0,005
43	8	0,010	0,010	0,000	0,010	0,017	0,002	0,000	0,619	0,643	0,024	0,000
44	5	0,006	0,010	-0,004	0,842	0,017	0,002	1,033	0,626	0,653	0,028	0,004
45	7	0,009	0,010	-0,001	0,063	0,017	0,002	0,059	0,634	0,663	0,028	0,001
46	7	0,009	0,009	-0,001	0,003	0,017	0,002	0,035	0,643	0,672	0,029	0,001
47	5	0,006	0,009	-0,003	0,686	0,016	0,002	0,752	0,649	0,681	0,032	0,003
48	7	0,009	0,009	0,000	0,075	0,016	0,002	0,006	0,658	0,690	0,032	0,000
49	11	0,014	0,009	0,005	1,303	0,016	0,002	2,207	0,672	0,699	0,027	0,005
50	9	0,011	0,009	0,003	0,606	0,016	0,002	0,629	0,683	0,708	0,025	0,003

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>
51	5	0,006	0,008	-0,002	0,494	0,015	0,001	0,467	0,689	0,716	0,027	0,002
52	12	0,015	0,008	0,007	1,888	0,015	0,001	4,302	0,704	0,724	0,020	0,007
53	7	0,009	0,008	0,001	0,186	0,015	0,001	0,034	0,713	0,732	0,020	0,001
54	8	0,010	0,008	0,002	0,434	0,015	0,001	0,396	0,723	0,740	0,018	0,002
55	5	0,006	0,008	-0,002	0,317	0,015	0,001	0,265	0,729	0,748	0,019	0,002
56	8	0,010	0,008	0,002	0,533	0,014	0,001	0,536	0,739	0,756	0,017	0,002
57	7	0,009	0,008	0,001	0,174	0,014	0,001	0,142	0,748	0,763	0,016	0,001
58	1	0,001	0,007	-0,006	1,836	0,014	0,001	4,136	0,749	0,771	0,022	0,006
59	3	0,004	0,007	-0,004	0,981	0,014	0,001	1,402	0,752	0,778	0,026	0,004
60	2	0,002	0,007	-0,005	1,367	0,014	0,001	2,465	0,755	0,785	0,030	0,005
61	4	0,005	0,007	-0,002	0,496	0,013	0,001	0,496	0,760	0,792	0,032	0,002
62	6	0,007	0,007	0,001	0,175	0,013	0,001	0,031	0,767	0,799	0,032	0,001
63	5	0,006	0,007	-0,001	0,000	0,013	0,001	0,045	0,774	0,806	0,033	0,001
64	5	0,006	0,007	-0,001	0,178	0,013	0,000	0,032	0,780	0,813	0,033	0,001
65	6	0,007	0,007	0,001	0,073	0,013	0,000	0,084	0,787	0,820	0,032	0,001
66	2	0,002	0,007	-0,004	1,204	0,013	0,000	2,013	0,790	0,826	0,036	0,004
67	8	0,010	0,006	0,004	1,026	0,013	0,000	1,545	0,800	0,833	0,033	0,004
68	5	0,006	0,006	0,000	0,043	0,012	0,000	0,002	0,806	0,839	0,033	0,000
69	3	0,004	0,006	-0,003	0,682	0,012	0,000	0,816	0,810	0,845	0,035	0,003
70	4	0,005	0,006	-0,001	0,204	0,012	0,000	0,183	0,815	0,851	0,037	0,001
71	6	0,007	0,006	0,001	0,280	0,012	0,000	0,255	0,822	0,857	0,035	0,001
72	4	0,005	0,006	-0,001	0,145	0,012	0,000	0,138	0,827	0,863	0,036	0,001
73	5	0,006	0,006	0,000	0,115	0,012	0,000	0,013	0,833	0,869	0,036	0,000
74	6	0,007	0,006	0,002	0,377	0,012	0,000	0,368	0,841	0,875	0,034	0,002
75	5	0,006	0,006	0,000	0,175	0,012	0,000	0,030	0,847	0,881	0,034	0,000
76	6	0,007	0,006	0,002	0,439	0,011	0,000	0,452	0,854	0,886	0,032	0,002
77	4	0,005	0,006	-0,001	0,003	0,011	0,000	0,057	0,859	0,892	0,033	0,001
78	11	0,014	0,006	0,008	2,877	0,011	0,000	9,651	0,873	0,898	0,024	0,008
79	2	0,002	0,005	-0,003	0,905	0,011	0,000	1,303	0,876	0,903	0,027	0,003
80	6	0,007	0,005	0,002	0,560	0,011	0,000	0,637	0,883	0,908	0,025	0,002
81	6	0,007	0,005	0,002	0,589	0,011	0,000	0,687	0,891	0,914	0,023	0,002
82	6	0,007	0,005	0,002	0,618	0,011	0,000	0,738	0,898	0,919	0,021	0,002
83	3	0,004	0,005	-0,001	0,334	0,011	0,000	0,334	0,902	0,924	0,023	0,001
84	7	0,009	0,005	0,004	1,168	0,011	0,000	1,990	0,910	0,929	0,019	0,004
85	5	0,006	0,005	0,001	0,206	0,011	0,000	0,205	0,917	0,934	0,018	0,001
86	8	0,010	0,005	0,005	1,728	0,011	0,000	3,891	0,927	0,940	0,013	0,005
87	8	0,010	0,005	0,005	1,761	0,010	-0,001	4,028	0,937	0,944	0,008	0,005
88	2	0,002	0,005	-0,002	0,730	0,010	-0,001	0,959	0,939	0,949	0,010	0,002
89	4	0,005	0,005	0,000	0,050	0,010	-0,001	0,002	0,944	0,954	0,010	0,000
90	2	0,002	0,005	-0,002	0,693	0,010	-0,001	0,895	0,947	0,959	0,013	0,002
91	5	0,006	0,005	0,001	0,351	0,010	-0,001	0,367	0,953	0,964	0,011	0,001
92	6	0,007	0,005	0,003	0,890	0,010	-0,001	1,312	0,960	0,968	0,008	0,003
93	2	0,002	0,005	-0,002	0,640	0,010	-0,001	0,806	0,963	0,973	0,010	0,002
94	5	0,006	0,005	0,002	0,420	0,010	-0,001	0,461	0,969	0,978	0,009	0,002
95	4	0,005	0,005	0,000	0,180	0,010	-0,001	0,032	0,974	0,982	0,008	0,000
96	5	0,006	0,005	0,002	0,465	0,010	-0,001	0,528	0,980	0,987	0,007	0,002
97	5	0,006	0,004	0,002	0,487	0,010	-0,001	0,562	0,986	0,991	0,005	0,002

Dígito	Cont.	Real	Benford	Diferença	Teste-Z	Upper Bound	Lower Bound	QQ		K-S		DMA
98	4	0,005	0,004	0,001	0,242	0,010	-0,001	0,058	0,991	0,996	0,004	0,001
99	7	0,009	0,004	0,004	1,600	0,010	-0,001	3,472	1,000	1,000	0,000	0,004
N	804	χ^2 Real					95,450		Supremo	0,037		MDA
		χ^2 Limite					112,02		K-S Limite	0,048		0,0029

Os testes, à exceção do MDA mostraram uma conformidade com a Lei NB.

Contudo, o MDA, que apresentou uma desconformidade, é o teste mais indicado por Nigrini (2012) para mensurar a conformidade, uma vez que seu cálculo independe da quantidade de dados da distribuição.

Os dígitos 19, 34 e 78 não passaram no Teste Z. Todavia, como foram apenas três picos, pode-se considerar, segundo Nigrini (2012) que os dados em tela tiveram, em geral, um bom desempenho.

1.2.4 Teste de Soma

Tabela 189 – Teste de Soma dos valores totais – orçamento base Transcarioca

Dígito	Soma	Real	Benford	Diferença	Dígito	Soma	Real	Benford	Diferença
10	17.402.945,68	0,024	0,011	0,013	55	725.895,06	0,001	0,011	-0,010
11	40.685.948,59	0,056	0,011	0,045	56	58.070.441,17	0,079	0,011	0,068
12	29.646.622,33	0,041	0,011	0,030	57	2.367.466,32	0,003	0,011	-0,008
13	9.639.543,00	0,013	0,011	0,002	58	5.864,00	0,000	0,011	-0,011
14	19.104.752,35	0,026	0,011	0,015	59	718.205,00	0,001	0,011	-0,010
15	3.644.547,71	0,005	0,011	-0,006	60	66.174,72	0,000	0,011	-0,011
16	18.822.976,17	0,026	0,011	0,015	61	74.710,68	0,000	0,011	-0,011
17	22.821.410,83	0,031	0,011	0,020	62	7.035.825,47	0,010	0,011	-0,001
18	6.462.776,21	0,009	0,011	-0,002	63	766.832,91	0,001	0,011	-0,010
19	6.354.836,84	0,009	0,011	-0,002	64	7.780.343,88	0,011	0,011	0,000
20	7.346.393,36	0,010	0,011	-0,001	65	1.518.390,14	0,002	0,011	-0,009
21	7.608.052,85	0,010	0,011	-0,001	66	72.836,74	0,000	0,011	-0,011
22	28.330.541,58	0,039	0,011	0,028	67	1.500.189,90	0,002	0,011	-0,009
23	6.925.536,80	0,009	0,011	-0,002	68	757.404,10	0,001	0,011	-0,010
24	302.349,67	0,000	0,011	-0,011	69	776.020,28	0,001	0,011	-0,010
25	6.448.617,11	0,009	0,011	-0,002	70	7.201.837,85	0,010	0,011	-0,001
26	8.501.978,52	0,012	0,011	0,001	71	1.583.709,03	0,002	0,011	-0,009
27	1.181.318,15	0,002	0,011	-0,009	72	745.086,49	0,001	0,011	-0,010

<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
28	929.548,19	0,001	0,011	-0,010	73	1.558.756,09	0,002	0,011	-0,009
29	63.642.070,03	0,087	0,011	0,076	74	8.389.368,59	0,011	0,011	0,000
30	12.292.587,94	0,017	0,011	0,006	75	919.855,16	0,001	0,011	-0,010
31	1.087.321,48	0,001	0,011	-0,010	76	945.462,73	0,001	0,011	-0,010
32	14.332.117,79	0,020	0,011	0,009	77	7.874.861,60	0,011	0,011	0,000
33	7.209.900,94	0,010	0,011	-0,001	78	17.563.233,08	0,024	0,011	0,013
34	3.765,54	0,000	0,011	-0,011	79	7.909.967,40	0,011	0,011	0,000
35	792.125,89	0,001	0,011	-0,010	80	905.327,69	0,001	0,011	-0,010
36	5.553.125,78	0,008	0,011	-0,003	81	1.738.903,89	0,002	0,011	-0,009
37	12.034.445,48	0,016	0,011	0,005	82	1.081.811,79	0,001	0,011	-0,010
38	43.093.305,97	0,059	0,011	0,048	83	8.563.369,80	0,012	0,011	0,001
39	4.933.474,07	0,007	0,011	-0,004	84	3.482.053,05	0,005	0,011	-0,006
40	178.539,46	0,000	0,011	-0,011	85	1.804.472,00	0,002	0,011	-0,009
41	923.336,67	0,001	0,011	-0,010	86	88.760.231,76	0,122	0,011	0,111
42	93.596,96	0,000	0,011	-0,011	87	19.475.912,39	0,027	0,011	0,016
43	5.319.430,14	0,007	0,011	-0,004	88	97.019,75	0,000	0,011	-0,011
44	496.025,57	0,001	0,011	-0,010	89	913.247,24	0,001	0,011	-0,010
45	641.024,16	0,001	0,011	-0,010	90	992.580,73	0,001	0,011	-0,010
46	6.104.633,24	0,008	0,011	-0,003	91	1.857.004,64	0,003	0,011	-0,008
47	1.053.057,24	0,001	0,011	-0,010	92	1.962.784,69	0,003	0,011	-0,008
48	5.410.016,58	0,007	0,011	-0,004	93	1.868.300,44	0,003	0,011	-0,008
49	7.113.066,13	0,010	0,011	-0,001	94	1.242.353,79	0,002	0,011	-0,009
50	5.791.318,34	0,008	0,011	-0,003	95	2.096.641,93	0,003	0,011	-0,008
51	67.440,31	0,000	0,011	-0,011	96	212.218,04	0,000	0,011	-0,011
52	1.803.259,78	0,002	0,011	-0,009	97	2.152.013,04	0,003	0,011	-0,008
53	1.773.503,13	0,002	0,011	-0,009	98	1.087.243,31	0,001	0,011	-0,010
54	7.259.175,48	0,010	0,011	-0,001	99	2.113.668,46	0,003	0,011	-0,008
SOMA TOTAL					697.456,57				

O Teste Z dos Dois Primeiros Dígitos apontou o valor 78 como excessivo e os dígitos 19 e 34 como insuficientes.

O Teste de Soma indicou os valores 10, 11, 12, 14, 17, 22, 29, 38, 56, 78, 86 e 87 como tendo proporções bastante altas em suas somas.

Em uma auditoria para avaliar os preços dos serviços, seria recomendável primeiro se investigar o dígito 78, os qual foi apontado como superestimado em ambos os testes.

1.3. Conclusão

Ante o exposto, percebeu-se uma conformidade com a Lei NB nos Testes do Primeiro e do Segundo Dígito, tanto para os valores unitários, quanto para os valores totais.

Para o Teste dos Dois Primeiros Dígitos, se considerarmos os resultados do Teste MDA, houve desconformidade em ambos os casos. Contudo, para os valores totais, o desempenho nos demais testes estatísticos foi superior ao desempenho dos valores unitários.

2. CONSTRUÇÃO DA ARENA MULTIUSO, NOVO VERDÃO

A construção da Arena Multiuso tem como objetivo principal preparar Cuiabá para atender e receber os jogos do Mundial de 2014 e da Copa das Confederações de 2013, além de prover a cidade de Cuiabá de um Complexo Esportivo completo.

A Arena atenderá a eventos não só esportivos, como está previsto, mas também a eventos mundiais e nacionais de diversos segmentos, assim como religiosos, musicais, culturais. Essa Arena ganhou o prêmio de Melhor Projeto de Arquitetura Corporativa do VII Grande Prêmio de Arquitetura garantindo sustentabilidade e integração com o meio ambiente de forma eficiente. A Arena também está buscando a Certificação LEED, um sistema de certificação de edificações que verifica e atesta a qualidade ambiental de um empreendimento.

A obra foi estimada em R\$ 395.516.540,17 e contratada por R\$ 342.060.007,96. A modalidade de licitação foi a concorrência, o tipo de licitação foi o menor preço e o regime de execução, empreitada por preço unitário.

2.1. Valores Unitários

2.1.1 Teste do Primeiro Dígito

Tabela 190 – Teste do Primeiro Dígito dos valores unitários – orçamento contratado Verdão Cuiabá

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>		
<i>1</i>	380	0,308	0,301	0,007	0,519	0,212	0,308	0,301	0,007	0,007
<i>2</i>	193	0,157	0,176	-0,019	1,758	2,656	0,465	0,477	0,012	0,019
<i>3</i>	173	0,140	0,125	0,015	1,582	2,312	0,605	0,602	0,003	0,015
<i>4</i>	117	0,095	0,097	-0,002	0,202	0,057	0,700	0,699	0,001	0,002
<i>5</i>	93	0,075	0,079	-0,004	0,412	0,199	0,775	0,778	0,003	0,004
<i>6</i>	95	0,077	0,067	0,010	1,354	1,858	0,852	0,845	0,007	0,010
<i>7</i>	65	0,053	0,058	-0,005	0,733	0,593	0,905	0,903	0,002	0,005
<i>8</i>	63	0,051	0,051	0,000	0,015	0,000	0,956	0,954	0,002	0,000
<i>9</i>	54	0,044	0,046	-0,002	0,302	0,130	1,000	1,000	0,000	0,002
<i>N</i>	<i>1233</i>					<i>8,017</i>	<i>Supremo</i>	<i>0,012</i>		<i>MDA</i>
						<i>15,507</i>	<i>K-S Limite</i>	<i>0,039</i>		<i>0,007</i>

Os dados mostraram um bom desempenho em todos os testes, conforme se observou nos resultados apresentadas na tabela anterior.

No MDA, a distribuição apresentou uma conformidade aceitável.

No Teste Z, nenhum dígito superou a fronteira de 1,96.

2.1.2 Teste do Segundo Dígito

Tabela 191 – Teste do Segundo Dígito dos valores unitários – orçamento contratado Verdão Cuiabá

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2		<i>K-S</i>		<i>MDA</i>
0	138	0,128	0,120	0,008	0,798	0,628	0,128	0,120	0,008	0,008
1	103	0,096	0,114	-0,018	1,828	3,119	0,224	0,234	0,010	0,018
2	138	0,128	0,109	0,019	1,989	3,701	0,353	0,343	0,010	0,019
3	116	0,108	0,104	0,004	0,370	0,158	0,460	0,447	0,013	0,004
4	95	0,088	0,100	-0,012	1,220	1,453	0,549	0,547	0,002	0,012
5	119	0,111	0,097	0,014	1,466	2,079	0,660	0,644	0,016	0,014
6	91	0,085	0,093	-0,008	0,890	0,806	0,744	0,737	0,007	0,008
7	97	0,090	0,090	0,000	0,027	0,001	0,834	0,827	0,007	0,000
8	92	0,086	0,088	-0,002	0,226	0,071	0,920	0,915	0,005	0,002
9	86	0,080	0,085	-0,005	0,533	0,316	1,000	1,000	0,000	0,005
N	1075			χ^2 Real		12,332	Supremo	0,016	MDA	
				χ^2 Limite		16,919	K-S Limite	0,041	0,009	

A distribuição mostrou conformidade com a Lei NB em todos os testes estatísticos aplicados.

Contudo, o dígito 2 extrapolou a fronteira do Teste Z (1,989) por ter sido excessivamente frequente na planilha.

Já no MDA os dados mostraram uma conformidade aceitável.

2.1.3 Teste dos Dois Primeiros Dígitos

Tabela 192 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores unitários – orçamento contratado Verdão Cuiabá

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>	<i>K-S</i>	<i>DMA</i>		
10	63	0,059	0,041	0,017	2,756	0,054	0,029	7,694	0,059	0,041	0,017	0,017
11	42	0,039	0,038	0,001	0,140	0,050	0,026	0,047	0,098	0,079	0,018	0,001
12	35	0,033	0,035	-0,002	0,311	0,046	0,023	0,150	0,130	0,114	0,016	0,002
13	30	0,028	0,032	-0,004	0,708	0,043	0,021	0,611	0,158	0,146	0,012	0,004
14	36	0,033	0,030	0,004	0,588	0,041	0,019	0,446	0,192	0,176	0,016	0,004
15	42	0,039	0,028	0,011	2,101	0,038	0,018	4,675	0,231	0,204	0,027	0,011
16	28	0,026	0,026	0,000	0,058	0,036	0,016	0,003	0,257	0,230	0,026	0,000
17	34	0,032	0,025	0,007	1,336	0,035	0,015	2,005	0,288	0,255	0,033	0,007
18	30	0,028	0,023	0,004	0,858	0,033	0,014	0,897	0,316	0,279	0,038	0,004
19	29	0,027	0,022	0,005	0,941	0,032	0,013	1,066	0,343	0,301	0,042	0,005
20	15	0,014	0,021	-0,007	1,541	0,030	0,012	2,656	0,357	0,322	0,035	0,007
21	19	0,018	0,020	-0,003	0,481	0,029	0,011	0,340	0,375	0,342	0,032	0,003
22	24	0,022	0,019	0,003	0,609	0,028	0,011	0,508	0,397	0,362	0,035	0,003
23	23	0,021	0,018	0,003	0,596	0,027	0,010	0,493	0,419	0,380	0,038	0,003
24	12	0,011	0,018	-0,007	1,516	0,026	0,009	2,614	0,430	0,398	0,032	0,007
25	20	0,019	0,017	0,002	0,280	0,025	0,009	0,156	0,448	0,415	0,033	0,002
26	19	0,018	0,016	0,001	0,211	0,024	0,008	0,108	0,466	0,431	0,035	0,001
27	13	0,012	0,016	-0,004	0,851	0,024	0,008	0,932	0,478	0,447	0,031	0,004
28	15	0,014	0,015	-0,001	0,220	0,023	0,007	0,117	0,492	0,462	0,030	0,001
29	14	0,013	0,015	-0,002	0,336	0,022	0,007	0,211	0,505	0,477	0,028	0,002
30	14	0,013	0,014	-0,001	0,208	0,022	0,007	0,112	0,518	0,491	0,027	0,001
31	7	0,007	0,014	-0,007	1,915	0,021	0,006	4,128	0,525	0,505	0,020	0,007
32	17	0,016	0,013	0,002	0,567	0,021	0,006	0,483	0,540	0,519	0,022	0,002
33	24	0,022	0,013	0,009	2,578	0,020	0,006	7,265	0,563	0,531	0,031	0,009
34	16	0,015	0,013	0,002	0,538	0,020	0,005	0,450	0,578	0,544	0,034	0,002
35	15	0,014	0,012	0,002	0,374	0,019	0,005	0,260	0,592	0,556	0,035	0,002
36	11	0,010	0,012	-0,002	0,363	0,019	0,005	0,251	0,602	0,568	0,034	0,002
37	18	0,017	0,012	0,005	1,439	0,018	0,005	2,474	0,619	0,580	0,039	0,005
38	9	0,008	0,011	-0,003	0,759	0,018	0,005	0,806	0,627	0,591	0,036	0,003
39	12	0,011	0,011	0,000	0,053	0,018	0,004	0,003	0,638	0,602	0,036	0,000
40	12	0,011	0,011	0,000	0,140	0,017	0,004	0,019	0,649	0,613	0,037	0,000
41	9	0,008	0,010	-0,002	0,525	0,017	0,004	0,450	0,658	0,623	0,034	0,002
42	26	0,024	0,010	0,014	4,402	0,017	0,004	20,521	0,682	0,633	0,048	0,014
43	10	0,009	0,010	-0,001	0,071	0,016	0,004	0,050	0,691	0,643	0,048	0,001
44	9	0,008	0,010	-0,001	0,308	0,016	0,003	0,212	0,700	0,653	0,046	0,001
45	11	0,010	0,010	0,001	0,075	0,016	0,003	0,053	0,710	0,663	0,047	0,001
46	3	0,003	0,009	-0,007	2,074	0,016	0,003	4,937	0,713	0,672	0,040	0,007
47	7	0,007	0,009	-0,003	0,746	0,015	0,003	0,814	0,719	0,681	0,038	0,003
48	11	0,010	0,009	0,001	0,283	0,015	0,003	0,196	0,729	0,690	0,039	0,001
49	7	0,007	0,009	-0,002	0,632	0,015	0,003	0,627	0,736	0,699	0,037	0,002
50	11	0,010	0,009	0,002	0,414	0,015	0,003	0,333	0,746	0,708	0,038	0,002
51	7	0,007	0,008	-0,002	0,522	0,014	0,003	0,471	0,753	0,716	0,037	0,002
52	6	0,006	0,008	-0,003	0,806	0,014	0,002	0,941	0,758	0,724	0,034	0,003
53	11	0,010	0,008	0,002	0,603	0,014	0,002	0,592	0,768	0,732	0,036	0,002
54	6	0,006	0,008	-0,002	0,709	0,014	0,002	0,769	0,774	0,740	0,034	0,002

Dígito	Cont.	Real	Benford	Diferença	Teste-Z	Upper Bound	Lower Bound	QQ	K-S	DMA		
55	10	0,009	0,008	0,001	0,377	0,014	0,002	0,300	0,783	0,748	0,035	0,001
56	12	0,011	0,008	0,003	1,130	0,013	0,002	1,690	0,794	0,756	0,039	0,003
57	10	0,009	0,008	0,002	0,486	0,013	0,002	0,435	0,804	0,763	0,040	0,002
58	9	0,008	0,007	0,001	0,184	0,013	0,002	0,130	0,812	0,771	0,041	0,001
59	3	0,003	0,007	-0,005	1,557	0,013	0,002	2,994	0,815	0,778	0,037	0,005
60	4	0,004	0,007	-0,003	1,162	0,013	0,002	1,790	0,819	0,785	0,033	0,003
61	11	0,010	0,007	0,003	1,059	0,013	0,002	1,530	0,829	0,792	0,036	0,003
62	6	0,006	0,007	-0,001	0,356	0,012	0,002	0,289	0,834	0,799	0,035	0,001
63	8	0,007	0,007	0,001	0,055	0,012	0,001	0,057	0,842	0,806	0,036	0,001
64	11	0,010	0,007	0,003	1,216	0,012	0,001	1,955	0,852	0,813	0,039	0,003
65	6	0,006	0,007	-0,001	0,236	0,012	0,001	0,178	0,858	0,820	0,038	0,001
66	3	0,003	0,007	-0,004	1,333	0,012	0,001	2,303	0,860	0,826	0,034	0,004
67	3	0,003	0,006	-0,004	1,303	0,012	0,001	2,218	0,863	0,833	0,031	0,004
68	4	0,004	0,006	-0,003	0,890	0,012	0,001	1,163	0,867	0,839	0,028	0,003
69	11	0,010	0,006	0,004	1,464	0,011	0,001	2,730	0,877	0,845	0,032	0,004
70	13	0,012	0,006	0,006	2,291	0,011	0,001	6,142	0,889	0,851	0,038	0,006
71	5	0,005	0,006	-0,001	0,404	0,011	0,001	0,358	0,894	0,857	0,037	0,001
72	4	0,004	0,006	-0,002	0,767	0,011	0,001	0,924	0,898	0,863	0,034	0,002
73	3	0,003	0,006	-0,003	1,135	0,011	0,001	1,769	0,900	0,869	0,031	0,003
74	3	0,003	0,006	-0,003	1,108	0,011	0,001	1,703	0,903	0,875	0,028	0,003
75	9	0,008	0,006	0,003	0,934	0,011	0,001	1,283	0,912	0,881	0,031	0,003
76	1	0,001	0,006	-0,005	1,869	0,011	0,001	4,267	0,913	0,886	0,026	0,005
77	5	0,005	0,006	-0,001	0,214	0,011	0,001	0,174	0,917	0,892	0,025	0,001
78	3	0,003	0,006	-0,003	1,006	0,010	0,001	1,461	0,920	0,898	0,022	0,003
79	4	0,004	0,005	-0,002	0,568	0,010	0,001	0,597	0,924	0,903	0,021	0,002
80	2	0,002	0,005	-0,004	1,374	0,010	0,001	2,489	0,926	0,908	0,017	0,004
81	3	0,003	0,005	-0,003	0,934	0,010	0,001	1,300	0,928	0,914	0,015	0,003
82	9	0,008	0,005	0,003	1,197	0,010	0,000	1,972	0,937	0,919	0,018	0,003
83	7	0,007	0,005	0,001	0,385	0,010	0,000	0,355	0,943	0,924	0,019	0,001
84	2	0,002	0,005	-0,003	1,290	0,010	0,000	2,249	0,945	0,929	0,016	0,003
85	4	0,004	0,005	-0,001	0,412	0,010	0,000	0,391	0,949	0,934	0,014	0,001
86	7	0,007	0,005	0,001	0,476	0,010	0,000	0,476	0,955	0,940	0,016	0,001
87	6	0,006	0,005	0,001	0,071	0,010	0,000	0,083	0,961	0,944	0,016	0,001
88	6	0,006	0,005	0,001	0,098	0,010	0,000	0,100	0,967	0,949	0,017	0,001
89	4	0,004	0,005	-0,001	0,314	0,009	0,000	0,284	0,970	0,954	0,016	0,001
90	4	0,004	0,005	-0,001	0,291	0,009	0,000	0,260	0,974	0,959	0,015	0,001
91	0	0,000	0,005	-0,005	2,042	0,009	0,000	5,102	0,974	0,964	0,010	0,005
92	11	0,010	0,005	0,006	2,433	0,009	0,000	7,021	0,984	0,968	0,016	0,006
93	0	0,000	0,005	-0,005	2,015	0,009	0,000	4,993	0,984	0,973	0,011	0,005
94	0	0,000	0,005	-0,005	2,002	0,009	0,000	4,940	0,984	0,978	0,006	0,005
95	2	0,002	0,005	-0,003	1,083	0,009	0,000	1,707	0,986	0,982	0,004	0,003
96	7	0,007	0,005	0,002	0,757	0,009	0,000	0,966	0,993	0,987	0,006	0,002
97	1	0,001	0,004	-0,004	1,506	0,009	0,000	2,997	0,993	0,991	0,002	0,004
98	5	0,005	0,004	0,000	0,120	0,009	0,000	0,014	0,998	0,996	0,003	0,000
99	2	0,002	0,004	-0,003	1,014	0,009	0,000	1,545	1,000	1,000	0,000	0,003
N	1075			χ^2 Real				150,632	Supremo	0,048	MDA	
				χ^2 Limite				112,02	K-S Limite	0,041	0,0031	

Os dígitos 10, 15, 33, 42, 46, 70, 91, 92, 93 e 94 não passaram no Teste Z.

Além disso, a distribuição mostrou desconformidade em todos os demais testes.

2.1.4 Teste de Soma

Tabela 193 – Teste de Soma para os valores unitários – orçamento contratado
Verdão Cuiabá

<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
10	17.402.945,68	0,024	0,011	0,013	55	725.895,06	0,001	0,011	-0,010
11	40.685.948,59	0,056	0,011	0,045	56	58.070.441,17	0,079	0,011	0,068
12	29.646.622,33	0,041	0,011	0,030	57	2.367.466,32	0,003	0,011	-0,008
13	9.639.543,00	0,013	0,011	0,002	58	5.864,00	0,000	0,011	-0,011
14	19.104.752,35	0,026	0,011	0,015	59	718.205,00	0,001	0,011	-0,010
15	3.644.547,71	0,005	0,011	-0,006	60	66.174,72	0,000	0,011	-0,011
16	18.822.976,17	0,026	0,011	0,015	61	74.710,68	0,000	0,011	-0,011
17	22.821.410,83	0,031	0,011	0,020	62	7.035.825,47	0,010	0,011	-0,001
18	6.462.776,21	0,009	0,011	-0,002	63	766.832,91	0,001	0,011	-0,010
19	6.354.836,84	0,009	0,011	-0,002	64	7.780.343,88	0,011	0,011	0,000
20	7.346.393,36	0,010	0,011	-0,001	65	1.518.390,14	0,002	0,011	-0,009
21	7.608.052,85	0,010	0,011	-0,001	66	72.836,74	0,000	0,011	-0,011
22	28.330.541,58	0,039	0,011	0,028	67	1.500.189,90	0,002	0,011	-0,009
23	6.925.536,80	0,009	0,011	-0,002	68	757.404,10	0,001	0,011	-0,010
24	302.349,67	0,000	0,011	-0,011	69	776.020,28	0,001	0,011	-0,010
25	6.448.617,11	0,009	0,011	-0,002	70	7.201.837,85	0,010	0,011	-0,001
26	8.501.978,52	0,012	0,011	0,001	71	1.583.709,03	0,002	0,011	-0,009
27	1.181.318,15	0,002	0,011	-0,009	72	745.086,49	0,001	0,011	-0,010
28	929.548,19	0,001	0,011	-0,010	73	1.558.756,09	0,002	0,011	-0,009
29	63.642.070,03	0,087	0,011	0,076	74	8.389.368,59	0,011	0,011	0,000
30	12.292.587,94	0,017	0,011	0,006	75	919.855,16	0,001	0,011	-0,010
31	1.087.321,48	0,001	0,011	-0,010	76	945.462,73	0,001	0,011	-0,010
32	14.332.117,79	0,020	0,011	0,009	77	7.874.861,60	0,011	0,011	0,000
33	7.209.900,94	0,010	0,011	-0,001	78	17.563.233,08	0,024	0,011	0,013
34	3.765,54	0,000	0,011	-0,011	79	7.909.967,40	0,011	0,011	0,000
35	792.125,89	0,001	0,011	-0,010	80	905.327,69	0,001	0,011	-0,010
36	5.553.125,78	0,008	0,011	-0,003	81	1.738.903,89	0,002	0,011	-0,009
37	12.034.445,48	0,016	0,011	0,005	82	1.081.811,79	0,001	0,011	-0,010
38	43.093.305,97	0,059	0,011	0,048	83	8.563.369,80	0,012	0,011	0,001
39	4.933.474,07	0,007	0,011	-0,004	84	3.482.053,05	0,005	0,011	-0,006

<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
40	178.539,46	0,000	0,011	-0,011	85	1.804.472,00	0,002	0,011	-0,009
41	923.336,67	0,001	0,011	-0,010	86	88.760.231,76	0,122	0,011	0,111
42	93.596,96	0,000	0,011	-0,011	87	19.475.912,39	0,027	0,011	0,016
43	5.319.430,14	0,007	0,011	-0,004	88	97.019,75	0,000	0,011	-0,011
44	496.025,57	0,001	0,011	-0,010	89	913.247,24	0,001	0,011	-0,010
45	641.024,16	0,001	0,011	-0,010	90	992.580,73	0,001	0,011	-0,010
46	6.104.633,24	0,008	0,011	-0,003	91	1.857.004,64	0,003	0,011	-0,008
47	1.053.057,24	0,001	0,011	-0,010	92	1.962.784,69	0,003	0,011	-0,008
48	5.410.016,58	0,007	0,011	-0,004	93	1.868.300,44	0,003	0,011	-0,008
49	7.113.066,13	0,010	0,011	-0,001	94	1.242.353,79	0,002	0,011	-0,009
50	5.791.318,34	0,008	0,011	-0,003	95	2.096.641,93	0,003	0,011	-0,008
51	67.440,31	0,000	0,011	-0,011	96	212.218,04	0,000	0,011	-0,011
52	1.803.259,78	0,002	0,011	-0,009	97	2.152.013,04	0,003	0,011	-0,008
53	1.773.503,13	0,002	0,011	-0,009	98	1.087.243,31	0,001	0,011	-0,010
54	7.259.175,48	0,010	0,011	-0,001	99	2.113.668,46	0,003	0,011	-0,008
SOMA TOTAL					730.498.256,86				

O Teste Z dos Dois Primeiros Dígitos apontou os valores 10, 15, 33, 42, 70 e 92 como excessivos e os dígitos 46, 91, 93 e 94 como insuficientes.

O Teste de Soma indicou os valores 10, 11, 12, 14, 16, 17, 22, 29, 78, 86 e 87 como tendo proporções bastante altas em suas somas.

Em uma auditoria para avaliar os preços dos serviços, seria recomendável primeiro se investigar o dígito 10, o qual foi apontado em ambos os testes.

2.2. Valores Totais

2.2.1 Teste do Primeiro Dígito

Tabela 194 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais – orçamento contratado Verdão Cuiabá

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>		
1	360	0,290	0,301	-0,011	0,807	0,491	0,290	0,301	0,011	0,011
2	224	0,180	0,176	0,004	0,379	0,143	0,471	0,477	0,006	0,004
3	159	0,128	0,125	0,003	0,290	0,097	0,599	0,602	0,003	0,003

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>		
4	118	0,095	0,097	-0,002	0,180	0,047	0,694	0,699	0,005	0,002
5	117	0,094	0,079	0,015	1,943	3,667	0,788	0,778	0,010	0,015
6	80	0,064	0,067	-0,003	0,301	0,119	0,853	0,845	0,008	0,003
7	77	0,062	0,058	0,004	0,549	0,350	0,915	0,903	0,012	0,004
8	56	0,045	0,051	-0,006	0,876	0,840	0,960	0,954	0,006	0,006
9	50	0,040	0,046	-0,006	0,892	0,880	1,000	1,000	0,000	0,006
<i>N</i>	<i>1241</i>	χ^2 <i>Real</i>				6,633	<i>Supremo</i>	0,012	<i>MDA</i>	
		χ^2 <i>Limite</i>				15,507	<i>K-S Limite</i>	0,039	0,006	

Os resultados exibidos na tabela anterior mostraram que a distribuição é aderente à Lei NB, assim como ocorreu com os primeiros dígitos dos valores unitários.

No MDA, o resultado encontrou-se na faixa de conformidade aproximada dos valores de referência.

2.2.2 Teste do Segundo Dígito

Tabela 195 – Teste do Segundo Dígito dos valores totais – orçamento contratado Verdão Cuiabá

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>		
0	168	0,135	0,120	0,015	1,623	2,445	0,135	0,120	0,015	0,015
1	155	0,125	0,114	0,011	1,163	1,293	0,260	0,234	0,026	0,011
2	145	0,117	0,109	0,008	0,841	0,700	0,377	0,343	0,034	0,008
3	131	0,106	0,104	0,002	0,134	0,029	0,483	0,447	0,036	0,002
4	124	0,100	0,100	0,000	0,009	0,000	0,583	0,547	0,036	0,000
5	124	0,100	0,097	0,003	0,300	0,109	0,683	0,644	0,039	0,003
6	101	0,081	0,093	-0,012	1,360	1,800	0,764	0,737	0,027	0,012
7	90	0,073	0,090	-0,017	2,102	4,212	0,836	0,827	0,009	0,017
8	92	0,074	0,088	-0,014	1,674	2,711	0,911	0,915	0,004	0,014
9	111	0,089	0,085	0,004	0,510	0,288	1,000	1,000	0,000	0,004
<i>N</i>	<i>1241</i>	χ^2 <i>Real</i>				13,588	<i>Supremo</i>	0,039	<i>MDA</i>	
		χ^2 <i>Limite</i>				16,919	<i>K-S Limite</i>	0,039	0,009	

Os resultados exibidos na tabela anterior mostraram uma conformidade dos dados com a Lei NB em todos os testes.

Contudo, o Teste Z mostrou uma insuficiência de ocorrências do dígito 7 no orçamento da obra.

O MDA apontou uma conformidade aceitável dos dados com a distribuição de Benford.

2.2.3 Teste dos Dois Primeiros Dígitos

Tabela 196 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores totais – orçamento contratado Verdão Cuiabá

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>
10	67	0,054	0,041	0,013	2,156	0,053	0,030	4,757	0,054	0,041	0,013	0,013
11	45	0,036	0,038	-0,002	0,208	0,049	0,027	0,077	0,090	0,079	0,011	0,002
12	38	0,031	0,035	-0,004	0,719	0,045	0,024	0,612	0,121	0,114	0,007	0,004
13	35	0,028	0,032	-0,004	0,714	0,042	0,022	0,611	0,149	0,146	0,003	0,004
14	43	0,035	0,030	0,005	0,885	0,040	0,020	0,910	0,184	0,176	0,008	0,005
15	31	0,025	0,028	-0,003	0,565	0,038	0,018	0,412	0,209	0,204	0,005	0,003
16	27	0,022	0,026	-0,005	0,917	0,036	0,017	0,985	0,230	0,230	0,000	0,005
17	21	0,017	0,025	-0,008	1,698	0,034	0,016	3,121	0,247	0,255	0,008	0,008
18	19	0,015	0,023	-0,008	1,807	0,032	0,015	3,528	0,263	0,279	0,016	0,008
19	34	0,027	0,022	0,005	1,126	0,031	0,014	1,461	0,290	0,301	0,011	0,005
20	26	0,021	0,021	0,000	0,058	0,030	0,013	0,003	0,311	0,322	0,011	0,000
21	26	0,021	0,020	0,001	0,086	0,028	0,012	0,034	0,332	0,342	0,010	0,001
22	26	0,021	0,019	0,002	0,318	0,027	0,011	0,174	0,353	0,362	0,009	0,002
23	23	0,019	0,018	0,000	0,013	0,026	0,011	0,000	0,371	0,380	0,009	0,000
24	31	0,025	0,018	0,007	1,828	0,025	0,010	3,680	0,396	0,398	0,001	0,007
25	24	0,019	0,017	0,002	0,518	0,025	0,009	0,387	0,416	0,415	0,001	0,002
26	15	0,012	0,016	-0,004	1,082	0,024	0,009	1,402	0,428	0,431	0,003	0,004
27	20	0,016	0,016	0,000	0,091	0,023	0,008	0,008	0,444	0,447	0,003	0,000
28	10	0,008	0,015	-0,007	1,949	0,022	0,008	4,200	0,452	0,462	0,010	0,007
29	23	0,019	0,015	0,004	0,997	0,022	0,008	1,224	0,471	0,477	0,007	0,004
30	16	0,013	0,014	-0,001	0,281	0,021	0,007	0,158	0,483	0,491	0,008	0,001
31	25	0,020	0,014	0,006	1,799	0,021	0,007	3,637	0,504	0,505	0,002	0,006
32	23	0,019	0,013	0,005	1,462	0,020	0,007	2,482	0,522	0,519	0,004	0,005
33	20	0,016	0,013	0,003	0,856	0,020	0,006	0,950	0,538	0,531	0,007	0,003
34	9	0,007	0,013	-0,005	1,559	0,019	0,006	2,808	0,546	0,544	0,001	0,005
35	18	0,015	0,012	0,002	0,598	0,019	0,006	0,523	0,560	0,556	0,004	0,002
36	14	0,011	0,012	-0,001	0,070	0,018	0,005	0,040	0,571	0,568	0,003	0,001
37	11	0,009	0,012	-0,003	0,762	0,018	0,005	0,792	0,580	0,580	0,000	0,003
38	10	0,008	0,011	-0,003	0,941	0,018	0,005	1,143	0,588	0,591	0,003	0,003
39	13	0,010	0,011	-0,001	0,040	0,017	0,005	0,031	0,599	0,602	0,003	0,001
40	14	0,011	0,011	0,001	0,053	0,017	0,005	0,036	0,610	0,613	0,003	0,001
41	12	0,010	0,010	-0,001	0,136	0,017	0,004	0,075	0,620	0,623	0,004	0,001
42	15	0,012	0,010	0,002	0,513	0,016	0,004	0,424	0,632	0,633	0,002	0,002
43	13	0,010	0,010	0,000	0,031	0,016	0,004	0,030	0,642	0,643	0,001	0,000
44	8	0,006	0,010	-0,003	1,043	0,016	0,004	1,396	0,649	0,653	0,005	0,003
45	16	0,013	0,010	0,003	1,067	0,015	0,004	1,457	0,662	0,663	0,001	0,003
46	8	0,006	0,009	-0,003	0,912	0,015	0,004	1,113	0,668	0,672	0,004	0,003
47	8	0,006	0,009	-0,003	0,849	0,015	0,003	0,987	0,674	0,681	0,007	0,003

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>	<i>DMA</i>	
48	15	0,012	0,009	0,003	1,021	0,015	0,003	1,360	0,687	0,690	0,004	0,003
49	9	0,007	0,009	-0,002	0,423	0,014	0,003	0,328	0,694	0,699	0,005	0,002
50	14	0,011	0,009	0,003	0,869	0,014	0,003	1,037	0,705	0,708	0,002	0,003
51	20	0,016	0,008	0,008	2,805	0,014	0,003	8,686	0,721	0,716	0,005	0,008
52	20	0,016	0,008	0,008	2,894	0,014	0,003	9,229	0,737	0,724	0,013	0,008
53	10	0,008	0,008	0,000	0,024	0,014	0,003	0,001	0,745	0,732	0,013	0,000
54	7	0,006	0,008	-0,002	0,763	0,013	0,003	0,844	0,751	0,740	0,011	0,002
55	12	0,010	0,008	0,002	0,576	0,013	0,003	0,539	0,761	0,748	0,012	0,002
56	9	0,007	0,008	0,000	0,013	0,013	0,002	0,030	0,768	0,756	0,012	0,000
57	10	0,008	0,008	0,001	0,041	0,013	0,002	0,042	0,776	0,763	0,013	0,001
58	6	0,005	0,007	-0,003	0,897	0,013	0,002	1,121	0,781	0,771	0,010	0,003
59	9	0,007	0,007	0,000	0,019	0,012	0,002	0,000	0,788	0,778	0,010	0,000
60	11	0,009	0,007	0,002	0,535	0,012	0,002	0,491	0,797	0,785	0,012	0,002
61	5	0,004	0,007	-0,003	1,106	0,012	0,002	1,616	0,801	0,792	0,009	0,003
62	5	0,004	0,007	-0,003	1,067	0,012	0,002	1,523	0,805	0,799	0,006	0,003
63	9	0,007	0,007	0,000	0,004	0,012	0,002	0,031	0,812	0,806	0,006	0,000
64	10	0,008	0,007	0,001	0,397	0,012	0,002	0,323	0,820	0,813	0,007	0,001
65	7	0,006	0,007	-0,001	0,255	0,012	0,002	0,183	0,826	0,820	0,006	0,001
66	11	0,009	0,007	0,002	0,844	0,011	0,002	1,034	0,835	0,826	0,009	0,002
67	4	0,003	0,006	-0,003	1,237	0,011	0,002	1,989	0,838	0,833	0,006	0,003
68	11	0,009	0,006	0,003	0,941	0,011	0,002	1,247	0,847	0,839	0,008	0,003
69	7	0,006	0,006	-0,001	0,092	0,011	0,001	0,073	0,853	0,845	0,007	0,001
70	9	0,007	0,006	0,001	0,310	0,011	0,001	0,240	0,860	0,851	0,009	0,001
71	14	0,011	0,006	0,005	2,178	0,011	0,001	5,540	0,871	0,857	0,014	0,005
72	3	0,002	0,006	-0,004	1,447	0,011	0,001	2,645	0,873	0,863	0,010	0,004
73	12	0,010	0,006	0,004	1,543	0,011	0,001	2,970	0,883	0,869	0,014	0,004
74	11	0,009	0,006	0,003	1,218	0,010	0,001	1,960	0,892	0,875	0,017	0,003
75	7	0,006	0,006	0,000	0,052	0,010	0,001	0,003	0,898	0,881	0,017	0,000
76	4	0,003	0,006	-0,002	0,962	0,010	0,001	1,316	0,901	0,886	0,014	0,002
77	3	0,002	0,006	-0,003	1,314	0,010	0,001	2,249	0,903	0,892	0,011	0,003
78	7	0,006	0,006	0,000	0,051	0,010	0,001	0,003	0,909	0,898	0,011	0,000
79	7	0,006	0,005	0,000	0,085	0,010	0,001	0,007	0,915	0,903	0,011	0,000
80	5	0,004	0,005	-0,001	0,463	0,010	0,001	0,429	0,919	0,908	0,010	0,001
81	5	0,004	0,005	-0,001	0,434	0,010	0,001	0,393	0,923	0,914	0,009	0,001
82	9	0,007	0,005	0,002	0,772	0,010	0,001	0,932	0,930	0,919	0,011	0,002
83	5	0,004	0,005	-0,001	0,377	0,010	0,001	0,328	0,934	0,924	0,010	0,001
84	2	0,002	0,005	-0,004	1,540	0,010	0,001	3,005	0,936	0,929	0,006	0,004
85	4	0,003	0,005	-0,002	0,720	0,009	0,001	0,842	0,939	0,934	0,004	0,002
86	1	0,001	0,005	-0,004	1,900	0,009	0,001	4,391	0,940	0,940	0,000	0,004
87	9	0,007	0,005	0,002	0,945	0,009	0,001	1,310	0,947	0,944	0,002	0,002
88	11	0,009	0,005	0,004	1,791	0,009	0,001	3,959	0,956	0,949	0,006	0,004
89	5	0,004	0,005	-0,001	0,213	0,009	0,001	0,173	0,960	0,954	0,005	0,001
90	6	0,005	0,005	0,000	0,018	0,009	0,001	0,000	0,965	0,959	0,006	0,000
91	3	0,002	0,005	-0,002	0,987	0,009	0,001	1,418	0,967	0,964	0,003	0,002
92	6	0,005	0,005	0,000	0,072	0,009	0,000	0,005	0,972	0,968	0,003	0,000
93	4	0,003	0,005	-0,001	0,528	0,009	0,000	0,540	0,975	0,973	0,002	0,001
94	3	0,002	0,005	-0,002	0,925	0,009	0,000	1,281	0,977	0,978	0,000	0,002
95	5	0,004	0,005	-0,001	0,061	0,009	0,000	0,073	0,981	0,982	0,001	0,001
96	12	0,010	0,005	0,005	2,508	0,009	0,000	7,368	0,991	0,987	0,004	0,005
97	4	0,003	0,004	-0,001	0,438	0,009	0,000	0,422	0,994	0,991	0,003	0,001

Dígito	Cont.	Real	Benford	Diferença	Teste-Z	Upper Bound	Lower Bound	QQ	K-S	DMA		
98	3	0,002	0,004	-0,002	0,845	0,008	0,000	1,117	0,997	0,996	0,001	0,002
99	4	0,003	0,004	-0,001	0,395	0,008	0,000	0,371	1,000	1,000	0,000	0,001
N	1241		χ^2 Real			122,686		Supremo	0,017	MDA		
			χ^2 Limite			112,02		K-S Limite	0,039	0,0027		

Os testes de análise conjunta dos dados, à exceção do K-S, mostraram uma desconformidade com a Lei NB.

Contudo, no Teste Z, apenas os dígitos 10, 51, 52, 71 e 96 apresentaram desconformidade. Como foram apenas cinco picos, pode-se considerar, segundo Nigrini (2012) que os dados em tela tiveram, em geral, um bom desempenho nesse teste.

2.2.4 Teste de Soma

Tabela 197 – Teste de Soma dos valores totais – orçamento contratado Verdão Cuiabá

Dígito	Soma	Real	Benford	Diferença	Dígito	Soma	Real	Benford	Diferença
10	8.062.597,12	0,024	0,011	0,013	55	315.865,47	0,001	0,011	-0,010
11	6.454.250,48	0,019	0,011	0,008	56	6.937.837,40	0,020	0,011	0,009
12	2.727.873,47	0,008	0,011	-0,003	57	2.067.585,51	0,006	0,011	-0,005
13	3.365.947,40	0,010	0,011	-0,001	58	1.305.318,46	0,004	0,011	-0,007
14	5.781.638,23	0,017	0,011	0,006	59	1.871.747,38	0,005	0,011	-0,006
15	2.753.363,03	0,008	0,011	-0,003	60	884.735,00	0,003	0,011	-0,008
16	2.561.190,73	0,007	0,011	-0,004	61	6.859.702,49	0,020	0,011	0,009
17	3.022.365,06	0,009	0,011	-0,002	62	1.324.329,48	0,004	0,011	-0,007
18	4.468.268,29	0,013	0,011	0,002	63	456.226,77	0,001	0,011	-0,010
19	6.498.687,71	0,019	0,011	0,008	64	1.564.460,23	0,005	0,011	-0,006
20	7.551.208,78	0,022	0,011	0,011	65	6.722.775,77	0,020	0,011	0,009
21	26.805.910,02	0,078	0,011	0,067	66	2.091.302,50	0,006	0,011	-0,005
22	4.132.189,07	0,012	0,011	0,001	67	81.624,84	0,000	0,011	-0,011
23	3.798.552,21	0,011	0,011	0,000	68	8.684.861,20	0,025	0,011	0,014
24	6.880.012,64	0,020	0,011	0,009	69	918.138,31	0,003	0,011	-0,008
25	796.110,81	0,002	0,011	-0,009	70	72.148.167,16	0,211	0,011	0,200
26	5.713.175,91	0,017	0,011	0,006	71	272.250,67	0,001	0,011	-0,010
27	1.341.535,55	0,004	0,011	-0,007	72	805.520,31	0,002	0,011	-0,009
28	971.767,81	0,003	0,011	-0,008	73	1.796.731,44	0,005	0,011	-0,006

<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
29	33.010.316,91	0,097	0,011	0,086	74	876.524,05	0,003	0,011	-0,008
30	7.713.286,20	0,023	0,011	0,012	75	1.532.332,09	0,004	0,011	-0,007
31	7.867.509,73	0,023	0,011	0,012	76	7.686.077,94	0,022	0,011	0,011
32	2.477.775,42	0,007	0,011	-0,004	77	163.425,53	0,000	0,011	-0,011
33	2.577.972,49	0,008	0,011	-0,003	78	898.927,37	0,003	0,011	-0,008
34	3.641.441,30	0,011	0,011	0,000	79	248.795,46	0,001	0,011	-0,010
35	1.295.672,48	0,004	0,011	-0,007	80	1.052.622,02	0,003	0,011	-0,008
36	1.985.202,89	0,006	0,011	-0,005	81	8.438.579,03	0,025	0,011	0,014
37	539.006,80	0,002	0,011	-0,009	82	370.457,72	0,001	0,011	-0,010
38	1.247.316,43	0,004	0,011	-0,007	83	101.897,19	0,000	0,011	-0,011
39	1.759.032,57	0,005	0,011	-0,006	84	92.881,92	0,000	0,011	-0,011
40	874.232,33	0,003	0,011	-0,008	85	179.934,89	0,001	0,011	-0,010
41	5.108.279,36	0,015	0,011	0,004	86	864,75	0,000	0,011	-0,011
42	1.622.715,22	0,005	0,011	-0,006	87	306.903,41	0,001	0,011	-0,010
43	1.534.861,87	0,004	0,011	-0,007	88	383.106,21	0,001	0,011	-0,010
44	989.324,17	0,003	0,011	-0,008	89	36.729,77	0,000	0,011	-0,011
45	1.789.487,73	0,005	0,011	-0,006	90	217.791,82	0,001	0,011	-0,010
46	702.873,86	0,002	0,011	-0,009	91	27.505,50	0,000	0,011	-0,011
47	251.738,25	0,001	0,011	-0,010	92	296.097,56	0,001	0,011	-0,010
48	759.952,05	0,002	0,011	-0,009	93	946.561,99	0,003	0,011	-0,008
49	9.965.220,56	0,029	0,011	0,018	94	197.617,07	0,001	0,011	-0,010
50	794.180,20	0,002	0,011	-0,009	95	30.498,29	0,000	0,011	-0,011
51	2.403.353,73	0,007	0,011	-0,004	96	705.607,51	0,002	0,011	-0,009
52	2.131.121,45	0,006	0,011	-0,005	97	1.089.997,38	0,003	0,011	-0,008
53	1.822.184,36	0,005	0,011	-0,006	98	29.584,07	0,000	0,011	-0,011
54	180.219,71	0,001	0,011	-0,010	99	308.585,32	0,001	0,011	-0,010
SOMA TOTAL					342.060.008,61				

O Teste Z dos Dois Primeiros Dígitos apontou os valores 10, 51, 52, 71 e 96 como excessivos.

O Teste de Soma indicou os valores 10, 11, 14, 21, 29, 30, 31, 49, 68, 70 e 81 como tendo proporções bastante altas em suas somas.

Em uma auditoria para avaliar os preços dos serviços, seria recomendável primeiro se investigar o dígito 10, o qual foi apontado como superestimado em ambos os testes.

2.3. Conclusão

Ante o exposto, percebeu-se uma conformidade com a Lei NB nos Testes do Primeiro e do Segundo Dígito, tanto para os valores unitários, quanto para os valores totais.

Para o Teste dos Dois Primeiros Dígitos, se considerarmos os resultado do Teste MDA, houve desconformidade em ambos os casos. Contudo, para os valores totais, o desempenho nos demais testes estatísticos foi superior ao desempenho dos valores unitários.

3. IMPLANTAÇÃO DO TMP DO PORTO DE RECIFE

A obra em tela se destina à contratação de empresa de Engenharia Especializada para execução das obras e serviços de “Adequação e Reforma do Armazém 7 do Porto do Recife com Instalação do Terminal Marítimo de Passageiros – 2a Etapa”. O valor total do contrato foi estimado em R\$ 26.290.540,77. A modalidade de licitação foi concorrência, o tipo foi o menor preço e o regime adotado foi empreitada por preço unitário.

A obra se justifica pela necessidade do Porto do Recife dispor de instalação adequada e apropriada para atendimento aos passageiros oriundos e destinados ao transporte aquaviário. Também visa ao atendimento dos órgãos intervenientes na atividade portuária (ANVISA, SRF, DPF, etc.) dispendo da infraestrutura necessária aos procedimentos legais de saúde pública, aduaneiros, imigrações, etc. A obra considera também a necessidade de atendimento à movimentação de navios e passageiros, em especial com a inclusão de Pernambuco como uma das sedes da realização do evento da COPA FIFA – 2014, que significará aumento do já crescente movimento de turistas na região da capital pernambucana. A Copa FIFA 2014 demandará condições de chegada e acolhida das pessoas à essa região sede da Copa 2014, inclusive de acomodação hoteleira complementar. Para tanto e em cumprimento às normas e legislação pertinentes, a Cidade do Recife e região precisam se adequar aos melhores meios de atendimento com a reforma e adequação do Armazém 07 para instalação e funcionamento do Terminal Marítimo de Passageiros. Restará ainda, a continuidade do desenvolvimento do turismo regional através desse equipamento moderno e adequado, proporcionando desenvolvimento da economia e a geração de emprego e renda para a população.

Foram obtidos apenas o orçamento base e o orçamento fornecido pela empresa contratada, Concrepoxi Engenharia Ltda, para análise deste trabalho.

A análise a seguir será comparativa, evidenciando qual das planilhas mais se aproximou da distribuição de Benford.

3.1. Valores Unitários

3.1.1 Teste do Primeiro Dígito

A análise dos primeiros dígitos dos valores unitários de cada planilha orçamentária será exibida a seguir.

Tabela 198 – Teste do Primeiro Dígito dos valores unitários – orçamento base Terminal Marítimo de Recife

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>			<i>MDA</i>	
1	126	0,278	0,301	-0,023	1,039	0,831	0,278	0,301	0,023	0,023	
2	71	0,156	0,176	-0,020	1,036	0,992	0,434	0,477	0,043	0,020	
3	69	0,152	0,125	0,027	1,667	2,644	0,586	0,602	0,016	0,027	
4	50	0,110	0,097	0,013	0,866	0,807	0,696	0,699	0,003	0,013	
5	29	0,064	0,079	-0,015	1,108	1,314	0,760	0,778	0,018	0,015	
6	37	0,081	0,067	0,014	1,142	1,424	0,841	0,845	0,004	0,014	
7	34	0,075	0,058	0,017	1,439	2,233	0,916	0,903	0,013	0,017	
8	19	0,042	0,051	-0,009	0,780	0,745	0,958	0,954	0,004	0,009	
9	19	0,042	0,046	-0,004	0,310	0,170	1,000	1,000	0,000	0,004	
<i>N</i>	454						11,161	<i>Supremo</i>	0,043	<i>MDA</i>	
							15,507	<i>K-S Limite</i>	0,064	0,0159	

Os dados mostraram um bom desempenho no Teste Qui-Quadrado e no Teste K-S, conforme se observa nos resultados apresentados na tabela anterior.

No Teste Z, o desempenho também foi bom, já que nenhum dígito superou a fronteira de 1,96.

Já no MDA, a distribuição apresentou uma não conformidade.

Tabela 199 – Teste do Primeiro Dígito dos valores unitários: Terminal Marítimo de Recife - Concrepoxi

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>	
1	126	0,278	0,301	-0,023	1,009	0,786	0,278	0,301	0,023
2	70	0,155	0,176	-0,021	1,139	1,187	0,433	0,477	0,044
3	72	0,159	0,125	0,034	2,113	4,175	0,592	0,602	0,010
4	49	0,108	0,097	0,011	0,724	0,582	0,700	0,699	0,001
5	30	0,066	0,079	-0,013	0,921	0,936	0,766	0,778	0,012
6	37	0,082	0,067	0,015	1,156	1,457	0,848	0,845	0,003
7	32	0,071	0,058	0,013	1,050	1,248	0,918	0,903	0,015
8	20	0,044	0,051	-0,007	0,556	0,417	0,962	0,954	0,008
9	17	0,038	0,046	-0,008	0,749	0,707	1,000	1,000	0,000
N	453				χ^2 Real	11,494	Supremo	0,044	MDA
					χ^2 Limite	15,507	K-S Limite	0,064	0,0161

Os dados mostraram um bom desempenho no Teste Qui-Quadrado e no Teste K-S, conforme se observa nos resultados apresentados na tabela anterior.

O Teste Z mostrou um excesso de repetições do dígito 3, o qual superou a fronteira de 1,96.

Já no MDA, a distribuição apresentou uma não conformidade.

Em geral, os resultados dos testes se aproximaram dos resultados obtidos para o orçamento base. Contudo, orçamento da Administração, observando-se os valores calculados, obteve um desempenho superior ao da Concrepoxi.

3.1.2 Teste do Segundo Dígito

A análise dos segundos dígitos dos valores unitários de cada planilha orçamentária será exibida a seguir.

Tabela 200 – Teste do Segundo Dígito dos valores unitários – orçamento base Terminal Marítimo de Recife

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>			
<i>0</i>	40	0,095	0,120	-0,025	1,487	2,146	0,095	0,120	0,025	0,025	
<i>1</i>	51	0,121	0,114	0,007	0,402	0,203	0,217	0,234	0,017	0,007	
<i>2</i>	54	0,129	0,109	0,020	1,209	1,476	0,345	0,343	0,002	0,020	
<i>3</i>	45	0,107	0,104	0,003	0,131	0,040	0,452	0,447	0,005	0,003	
<i>4</i>	47	0,112	0,100	0,012	0,732	0,595	0,564	0,547	0,017	0,012	
<i>5</i>	44	0,105	0,097	0,008	0,455	0,261	0,669	0,644	0,025	0,008	
<i>6</i>	34	0,081	0,093	-0,012	0,766	0,655	0,750	0,737	0,013	0,012	
<i>7</i>	36	0,086	0,090	-0,004	0,222	0,086	0,836	0,827	0,009	0,004	
<i>8</i>	28	0,067	0,088	-0,021	1,457	2,172	0,902	0,915	0,013	0,021	
<i>9</i>	41	0,098	0,085	0,013	0,840	0,787	1,000	1,000	0,000	0,013	
<i>N</i>	<i>420</i>						<i>χ^2 Real</i>	<i>Supremo</i>	<i>0,025</i>	<i>MDA</i>	
							<i>χ^2 Limite</i>	<i>K-S Limite</i>	<i>0,066</i>	<i>0,0125</i>	

Assim como ocorreu no Teste do Primeiro Dígito, os dados mostraram um bom desempenho no Teste Qui-Quadrado e no Teste K-S, conforme se observou nos resultados apresentados na tabela anterior.

No Teste Z, o desempenho também foi bom, já que nenhum dígito superou a fronteira de 1,96.

Já no MDA, a distribuição apresentou uma não conformidade.

Tabela 201 – Teste do Segundo Dígito dos valores unitários: Terminal Marítimo de Recife - Concrepoxi

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>			
<i>0</i>	46	0,110	0,120	-0,010	0,533	0,326	0,110	0,120	0,010	0,010	
<i>1</i>	44	0,106	0,114	-0,008	0,468	0,263	0,216	0,234	0,018	0,008	
<i>2</i>	55	0,132	0,109	0,023	1,422	2,005	0,348	0,343	0,005	0,023	
<i>3</i>	47	0,113	0,104	0,009	0,502	0,304	0,460	0,447	0,013	0,009	
<i>4</i>	52	0,125	0,100	0,025	1,600	2,544	0,585	0,547	0,038	0,025	
<i>5</i>	41	0,098	0,097	0,001	0,008	0,008	0,683	0,644	0,039	0,001	
<i>6</i>	32	0,077	0,093	-0,016	1,059	1,186	0,760	0,737	0,023	0,016	
<i>7</i>	32	0,077	0,090	-0,013	0,861	0,815	0,837	0,827	0,010	0,013	
<i>8</i>	33	0,079	0,088	-0,009	0,552	0,372	0,916	0,915	0,001	0,009	
<i>9</i>	35	0,084	0,085	-0,001	0,078	0,006	1,000	1,000	0,000	0,001	
<i>N</i>	<i>417</i>						<i>χ^2 Real</i>	<i>Supremo</i>	<i>0,039</i>	<i>MDA</i>	
							<i>χ^2 Limite</i>	<i>K-S Limite</i>	<i>0,067</i>	<i>0,0115</i>	

Assim como ocorreu no Teste do Primeiro Dígito, os dados mostraram um bom desempenho no Teste Qui-Quadrado e no Teste K-S, conforme se observou nos resultados apresentados na tabela anterior.

No Teste Z, o desempenho também foi bom, já que nenhum dígito superou a fronteira de 1,96.

Já no MDA, a distribuição apresentou uma conformidade marginal.

Em geral, os resultados dos testes se aproximaram dos resultados obtidos para o orçamento base, porém foram um pouco melhores.

3.1.3 Teste dos Dois Primeiros Dígitos

A análise dos dois primeiros dígitos dos valores unitários de cada planilha orçamentária será exibida a seguir.

Tabela 202 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores unitários – orçamento base Terminal Marítimo de Recife

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>
10	13	0,031	0,041	-0,010	0,952	0,062	0,021	1,106	0,031	0,041	0,010	0,010
11	12	0,029	0,038	-0,009	0,863	0,057	0,018	0,944	0,060	0,079	0,020	0,009
12	17	0,040	0,035	0,006	0,506	0,053	0,016	0,394	0,100	0,114	0,014	0,006
13	11	0,026	0,032	-0,006	0,558	0,050	0,014	0,469	0,126	0,146	0,020	0,006
14	10	0,024	0,030	-0,006	0,597	0,047	0,012	0,531	0,150	0,176	0,026	0,006
15	14	0,033	0,028	0,005	0,511	0,045	0,011	0,422	0,183	0,204	0,021	0,005
16	9	0,021	0,026	-0,005	0,475	0,043	0,010	0,383	0,205	0,230	0,026	0,005
17	9	0,021	0,025	-0,003	0,290	0,041	0,009	0,195	0,226	0,255	0,029	0,003
18	13	0,031	0,023	0,007	0,850	0,039	0,008	0,998	0,257	0,279	0,022	0,007
19	14	0,033	0,022	0,011	1,370	0,038	0,007	2,305	0,290	0,301	0,011	0,011
20	4	0,010	0,021	-0,012	1,491	0,036	0,006	2,697	0,300	0,322	0,022	0,012
21	6	0,014	0,020	-0,006	0,689	0,035	0,006	0,728	0,314	0,342	0,028	0,006
22	12	0,029	0,019	0,009	1,203	0,034	0,005	1,868	0,343	0,362	0,019	0,009
23	7	0,017	0,018	-0,002	0,095	0,033	0,004	0,075	0,360	0,380	0,021	0,002
24	8	0,019	0,018	0,001	0,020	0,032	0,004	0,041	0,379	0,398	0,019	0,001
25	8	0,019	0,017	0,002	0,130	0,031	0,003	0,100	0,398	0,415	0,017	0,002
26	8	0,019	0,016	0,003	0,237	0,030	0,003	0,181	0,417	0,431	0,015	0,003
27	6	0,014	0,016	-0,002	0,052	0,029	0,003	0,061	0,431	0,447	0,016	0,002
28	4	0,010	0,015	-0,006	0,757	0,028	0,002	0,900	0,440	0,462	0,022	0,006
29	4	0,010	0,015	-0,005	0,682	0,027	0,002	0,771	0,450	0,477	0,027	0,005
30	4	0,010	0,014	-0,005	0,610	0,027	0,002	0,656	0,460	0,491	0,032	0,005

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferen- ça</i>	<i>Teste- Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>
31	7	0,017	0,014	0,003	0,297	0,026	0,001	0,252	0,476	0,505	0,029	0,003
32	10	0,024	0,013	0,010	1,652	0,026	0,001	3,429	0,500	0,519	0,019	0,010
33	6	0,014	0,013	0,001	0,024	0,025	0,001	0,057	0,514	0,531	0,017	0,001
34	12	0,029	0,013	0,016	2,719	0,024	0,001	8,522	0,543	0,544	0,001	0,016
35	1	0,002	0,012	-0,010	1,615	0,024	0,001	3,333	0,545	0,556	0,011	0,010
36	4	0,010	0,012	-0,002	0,224	0,023	0,000	0,199	0,555	0,568	0,013	0,002
37	5	0,012	0,012	0,000	0,062	0,023	0,000	0,004	0,567	0,580	0,013	0,000
38	6	0,014	0,011	0,003	0,352	0,023	0,000	0,336	0,581	0,591	0,010	0,003
39	9	0,021	0,011	0,010	1,816	0,022	0,000	4,158	0,602	0,602	0,000	0,010
40	7	0,017	0,011	0,006	0,946	0,022	0,000	1,383	0,619	0,613	0,006	0,006
41	3	0,007	0,010	-0,003	0,429	0,021	0,000	0,443	0,626	0,623	0,003	0,003
42	7	0,017	0,010	0,006	1,071	0,021	-0,001	1,709	0,643	0,633	0,009	0,006
43	4	0,010	0,010	0,000	0,095	0,021	-0,001	0,009	0,652	0,643	0,009	0,000
44	9	0,021	0,010	0,012	2,184	0,020	-0,001	5,859	0,674	0,653	0,021	0,012
45	9	0,021	0,010	0,012	2,254	0,020	-0,001	6,213	0,695	0,663	0,032	0,012
46	3	0,007	0,009	-0,002	0,214	0,020	-0,001	0,217	0,702	0,672	0,030	0,002
47	4	0,010	0,009	0,000	0,082	0,019	-0,001	0,007	0,712	0,681	0,031	0,000
48	1	0,002	0,009	-0,007	1,171	0,019	-0,001	2,027	0,714	0,690	0,024	0,007
49	0	0,000	0,009	-0,009	1,667	0,019	-0,001	3,685	0,714	0,699	0,015	0,009
50	1	0,002	0,009	-0,006	1,116	0,019	-0,001	1,889	0,717	0,708	0,009	0,006
51	3	0,007	0,008	-0,001	0,022	0,018	-0,002	0,083	0,724	0,716	0,008	0,001
52	6	0,014	0,008	0,006	1,091	0,018	-0,002	1,836	0,738	0,724	0,014	0,006
53	7	0,017	0,008	0,009	1,681	0,018	-0,002	3,781	0,755	0,732	0,022	0,009
54	0	0,000	0,008	-0,008	1,562	0,018	-0,002	3,347	0,755	0,740	0,014	0,008
55	1	0,002	0,008	-0,005	0,989	0,017	-0,002	1,591	0,757	0,748	0,009	0,005
56	0	0,000	0,008	-0,008	1,524	0,017	-0,002	3,228	0,757	0,756	0,001	0,008
57	3	0,007	0,008	0,000	0,097	0,017	-0,002	0,009	0,764	0,763	0,001	0,000
58	0	0,000	0,007	-0,007	1,488	0,017	-0,002	3,118	0,764	0,771	0,007	0,007
59	6	0,014	0,007	0,007	1,395	0,017	-0,002	2,809	0,779	0,778	0,000	0,007
60	4	0,010	0,007	0,002	0,280	0,016	-0,002	0,322	0,788	0,785	0,003	0,002
61	4	0,010	0,007	0,002	0,311	0,016	-0,002	0,360	0,798	0,792	0,005	0,002
62	0	0,000	0,007	-0,007	1,421	0,016	-0,002	2,919	0,798	0,799	0,002	0,007
63	5	0,012	0,007	0,005	0,964	0,016	-0,002	1,576	0,810	0,806	0,003	0,005
64	2	0,005	0,007	-0,002	0,196	0,016	-0,002	0,242	0,814	0,813	0,001	0,002
65	3	0,007	0,007	0,001	0,129	0,016	-0,002	0,017	0,821	0,820	0,002	0,001
66	4	0,010	0,007	0,003	0,459	0,015	-0,002	0,576	0,831	0,826	0,005	0,003
67	2	0,005	0,006	-0,002	0,123	0,015	-0,002	0,183	0,836	0,833	0,003	0,002
68	2	0,005	0,006	-0,002	0,100	0,015	-0,002	0,165	0,840	0,839	0,002	0,002
69	6	0,014	0,006	0,008	1,780	0,015	-0,002	4,341	0,855	0,845	0,010	0,008
70	1	0,002	0,006	-0,004	0,678	0,015	-0,003	0,974	0,857	0,851	0,006	0,004
71	7	0,017	0,006	0,011	2,480	0,015	-0,003	7,758	0,874	0,857	0,016	0,011
72	0	0,000	0,006	-0,006	1,275	0,015	-0,003	2,516	0,874	0,863	0,010	0,006
73	2	0,005	0,006	-0,001	0,307	0,014	-0,003	0,094	0,879	0,869	0,009	0,001
74	2	0,005	0,006	-0,001	0,287	0,014	-0,003	0,082	0,883	0,875	0,008	0,001
75	6	0,014	0,006	0,009	1,990	0,014	-0,003	5,317	0,898	0,881	0,017	0,009
76	4	0,010	0,006	0,004	0,725	0,014	-0,003	1,095	0,907	0,886	0,021	0,004
77	4	0,010	0,006	0,004	0,749	0,014	-0,003	1,152	0,917	0,892	0,025	0,004
78	2	0,005	0,006	-0,001	0,213	0,014	-0,003	0,045	0,921	0,898	0,024	0,001
79	0	0,000	0,005	-0,005	1,188	0,014	-0,003	2,294	0,921	0,903	0,018	0,005

Dígito	Cont.	Real	Benford	Diferença	Teste-Z	Upper Bound	Lower Bound	QQ		K-S		DMA
80	4	0,010	0,005	0,004	0,822	0,014	-0,003	1,327	0,931	0,908	0,022	0,004
81	4	0,010	0,005	0,004	0,846	0,013	-0,003	1,387	0,940	0,914	0,027	0,004
82	1	0,002	0,005	-0,003	0,479	0,013	-0,003	0,663	0,943	0,919	0,024	0,003
83	2	0,005	0,005	0,000	0,125	0,013	-0,003	0,016	0,948	0,924	0,023	0,000
84	1	0,002	0,005	-0,003	0,449	0,013	-0,003	0,622	0,950	0,929	0,021	0,003
85	2	0,005	0,005	0,000	0,092	0,013	-0,003	0,008	0,955	0,934	0,020	0,000
86	2	0,005	0,005	0,000	0,075	0,013	-0,003	0,006	0,960	0,940	0,020	0,000
87	2	0,005	0,005	0,000	0,059	0,013	-0,003	0,003	0,964	0,944	0,020	0,000
88	0	0,000	0,005	-0,005	1,090	0,013	-0,003	2,061	0,964	0,949	0,015	0,005
89	1	0,002	0,005	-0,002	0,378	0,013	-0,003	0,529	0,967	0,954	0,012	0,002
90	2	0,005	0,005	0,000	0,011	0,013	-0,003	0,000	0,971	0,959	0,012	0,000
91	5	0,012	0,005	0,007	1,779	0,013	-0,003	4,534	0,983	0,964	0,020	0,007
92	1	0,002	0,005	-0,002	0,337	0,012	-0,003	0,479	0,986	0,968	0,017	0,002
93	1	0,002	0,005	-0,002	0,324	0,012	-0,003	0,463	0,988	0,973	0,015	0,002
94	3	0,007	0,005	0,003	0,411	0,012	-0,003	0,593	0,995	0,978	0,018	0,003
95	0	0,000	0,005	-0,005	1,023	0,012	-0,003	1,910	0,995	0,982	0,013	0,005
96	0	0,000	0,005	-0,005	1,013	0,012	-0,003	1,890	0,995	0,987	0,008	0,005
97	1	0,002	0,004	-0,002	0,272	0,012	-0,003	0,405	0,998	0,991	0,006	0,002
98	0	0,000	0,004	-0,004	0,996	0,012	-0,003	1,852	0,998	0,996	0,002	0,004
99	1	0,002	0,004	-0,002	0,247	0,012	-0,003	0,379	1,000	1,000	0,000	0,002
N	420			χ^2 Real				130,51	Supremo	0,032		MDA
				χ^2 Limite				112,02	K-S Limite	0,066		0,0047

Os dígitos 34, 44, 45, 71 e 75 não passaram no Teste Z. Todavia, como foram apenas cinco picos, pode-se considerar, segundo Nigrini (2012) que os dados em tela tiveram, em geral, um bom desempenho.

Contudo, a distribuição mostrou desconformidade no Teste Qui-Quadrado e no MDA. Passou apenas no Teste K-S.

Tabela 203 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores unitários: Terminal Marítimo de Recife - Concrepoxi

Dígito	Cont.	Real	Benford	Diferença	Teste-Z	Upper Bound	Lower Bound	QQ		K-S		DMA
10	11	0,026	0,041	-0,015	1,416	0,062	0,021	2,271	0,026	0,041	0,015	0,015
11	12	0,029	0,038	-0,009	0,837	0,057	0,018	0,896	0,055	0,079	0,024	0,009
12	19	0,046	0,035	0,011	1,070	0,054	0,016	1,400	0,101	0,114	0,013	0,011
13	11	0,026	0,032	-0,006	0,533	0,050	0,014	0,437	0,127	0,146	0,019	0,006
14	14	0,034	0,030	0,004	0,289	0,048	0,012	0,181	0,161	0,176	0,015	0,004
15	12	0,029	0,028	0,001	0,093	0,045	0,011	0,008	0,189	0,204	0,015	0,001
16	8	0,019	0,026	-0,007	0,758	0,043	0,010	0,808	0,209	0,230	0,022	0,007
17	8	0,019	0,025	-0,006	0,583	0,041	0,009	0,534	0,228	0,255	0,027	0,006
18	13	0,031	0,023	0,008	0,876	0,039	0,008	1,051	0,259	0,279	0,020	0,008
19	14	0,034	0,022	0,011	1,397	0,038	0,007	2,389	0,293	0,301	0,008	0,011

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>
20	3	0,007	0,021	-0,014	1,814	0,036	0,006	3,855	0,300	0,322	0,022	0,014
21	5	0,012	0,020	-0,008	1,018	0,035	0,006	1,392	0,312	0,342	0,031	0,008
22	12	0,029	0,019	0,009	1,228	0,034	0,005	1,938	0,341	0,362	0,021	0,009
23	8	0,019	0,018	0,001	0,106	0,033	0,004	0,011	0,360	0,380	0,020	0,001
24	9	0,022	0,018	0,004	0,411	0,032	0,004	0,349	0,381	0,398	0,017	0,004
25	6	0,014	0,017	-0,003	0,228	0,031	0,003	0,171	0,396	0,415	0,019	0,003
26	8	0,019	0,016	0,003	0,257	0,030	0,003	0,199	0,415	0,431	0,016	0,003
27	10	0,024	0,016	0,008	1,144	0,029	0,003	1,769	0,439	0,447	0,008	0,008
28	3	0,007	0,015	-0,008	1,141	0,028	0,002	1,771	0,446	0,462	0,016	0,008
29	2	0,005	0,015	-0,010	1,480	0,027	0,002	2,791	0,451	0,477	0,026	0,010
30	5	0,012	0,014	-0,002	0,181	0,027	0,002	0,148	0,463	0,491	0,029	0,002
31	11	0,026	0,014	0,013	1,995	0,026	0,001	4,794	0,489	0,505	0,016	0,013
32	4	0,010	0,013	-0,004	0,458	0,026	0,001	0,444	0,499	0,519	0,020	0,004
33	7	0,017	0,013	0,004	0,473	0,025	0,001	0,470	0,516	0,531	0,016	0,004
34	13	0,031	0,013	0,019	3,185	0,024	0,001	11,442	0,547	0,544	0,003	0,019
35	3	0,007	0,012	-0,005	0,714	0,024	0,000	0,866	0,554	0,556	0,002	0,005
36	5	0,012	0,012	0,000	0,017	0,024	0,000	0,000	0,566	0,568	0,002	0,000
37	2	0,005	0,012	-0,007	1,066	0,023	0,000	1,658	0,571	0,580	0,009	0,007
38	8	0,019	0,011	0,008	1,296	0,023	0,000	2,309	0,590	0,591	0,001	0,008
39	9	0,022	0,011	0,011	1,838	0,022	0,000	4,251	0,612	0,602	0,009	0,011
40	9	0,022	0,011	0,011	1,915	0,022	0,000	4,585	0,633	0,613	0,020	0,011
41	2	0,005	0,010	-0,006	0,897	0,021	-0,001	1,281	0,638	0,623	0,015	0,006
42	6	0,014	0,010	0,004	0,603	0,021	-0,001	0,709	0,652	0,633	0,019	0,004
43	10	0,024	0,010	0,014	2,629	0,021	-0,001	8,182	0,676	0,643	0,033	0,014
44	9	0,022	0,010	0,012	2,207	0,020	-0,001	5,972	0,698	0,653	0,045	0,012
45	4	0,010	0,010	0,000	0,010	0,020	-0,001	0,000	0,707	0,663	0,045	0,000
46	2	0,005	0,009	-0,005	0,710	0,020	-0,001	0,922	0,712	0,672	0,040	0,005
47	3	0,007	0,009	-0,002	0,161	0,019	-0,001	0,173	0,719	0,681	0,038	0,002
48	1	0,002	0,009	-0,007	1,161	0,019	-0,001	2,002	0,722	0,690	0,032	0,007
49	0	0,000	0,009	-0,009	1,659	0,019	-0,001	3,659	0,722	0,699	0,023	0,009
50	3	0,007	0,009	-0,001	0,046	0,019	-0,001	0,096	0,729	0,708	0,021	0,001
51	6	0,014	0,008	0,006	1,062	0,018	-0,002	1,754	0,743	0,716	0,027	0,006
52	3	0,007	0,008	-0,001	0,243	0,018	-0,002	0,059	0,751	0,724	0,026	0,001
53	3	0,007	0,008	-0,001	0,210	0,018	-0,002	0,044	0,758	0,732	0,025	0,001
54	0	0,000	0,008	-0,008	1,555	0,018	-0,002	3,323	0,758	0,740	0,017	0,008
55	5	0,012	0,008	0,004	0,687	0,017	-0,002	0,924	0,770	0,748	0,022	0,004
56	0	0,000	0,008	-0,008	1,517	0,017	-0,002	3,205	0,770	0,756	0,014	0,008
57	1	0,002	0,008	-0,005	0,933	0,017	-0,002	1,467	0,772	0,763	0,009	0,005
58	0	0,000	0,007	-0,007	1,481	0,017	-0,002	3,096	0,772	0,771	0,001	0,007
59	6	0,014	0,007	0,007	1,413	0,017	-0,002	2,871	0,787	0,778	0,008	0,007
60	3	0,007	0,007	0,000	0,004	0,016	-0,002	0,000	0,794	0,785	0,008	0,000
61	3	0,007	0,007	0,000	0,032	0,016	-0,002	0,001	0,801	0,792	0,009	0,000
62	2	0,005	0,007	-0,002	0,234	0,016	-0,002	0,278	0,806	0,799	0,006	0,002
63	4	0,010	0,007	0,003	0,385	0,016	-0,002	0,462	0,815	0,806	0,009	0,003
64	4	0,010	0,007	0,003	0,414	0,016	-0,002	0,506	0,825	0,813	0,012	0,003
65	5	0,012	0,007	0,005	1,047	0,016	-0,002	1,807	0,837	0,820	0,017	0,005
66	0	0,000	0,007	-0,007	1,352	0,015	-0,002	2,723	0,837	0,826	0,011	0,007
67	4	0,010	0,006	0,003	0,500	0,015	-0,002	0,646	0,847	0,833	0,014	0,003

Dígito	Cont.	Real	Benford	Diferença	Teste-Z	Upper Bound	Lower Bound	QQ		K-S		DMA
68	6	0,014	0,006	0,008	1,762	0,015	-0,002	4,260	0,861	0,839	0,022	0,008
69	2	0,005	0,006	-0,001	0,066	0,015	-0,003	0,141	0,866	0,845	0,021	0,001
70	1	0,002	0,006	-0,004	0,669	0,015	-0,003	0,958	0,868	0,851	0,017	0,004
71	3	0,007	0,006	0,001	0,294	0,015	-0,003	0,086	0,875	0,857	0,018	0,001
72	6	0,014	0,006	0,008	1,905	0,015	-0,003	4,910	0,890	0,863	0,026	0,008
73	0	0,000	0,006	-0,006	1,255	0,014	-0,003	2,464	0,890	0,869	0,020	0,006
74	2	0,005	0,006	-0,001	0,277	0,014	-0,003	0,076	0,894	0,875	0,019	0,001
75	4	0,010	0,006	0,004	0,713	0,014	-0,003	1,069	0,904	0,881	0,023	0,004
76	5	0,012	0,006	0,006	1,390	0,014	-0,003	2,928	0,916	0,886	0,030	0,006
77	3	0,007	0,006	0,002	0,107	0,014	-0,003	0,188	0,923	0,892	0,031	0,002
78	2	0,005	0,006	-0,001	0,203	0,014	-0,003	0,041	0,928	0,898	0,030	0,001
79	0	0,000	0,005	-0,005	1,181	0,014	-0,003	2,278	0,928	0,903	0,025	0,005
80	6	0,014	0,005	0,009	2,173	0,014	-0,003	6,252	0,942	0,908	0,034	0,009
81	1	0,002	0,005	-0,003	0,486	0,014	-0,003	0,672	0,945	0,914	0,031	0,003
82	3	0,007	0,005	0,002	0,206	0,013	-0,003	0,295	0,952	0,919	0,033	0,002
83	3	0,007	0,005	0,002	0,225	0,013	-0,003	0,318	0,959	0,924	0,035	0,002
84	0	0,000	0,005	-0,005	1,125	0,013	-0,003	2,143	0,959	0,929	0,030	0,005
85	2	0,005	0,005	0,000	0,081	0,013	-0,003	0,007	0,964	0,934	0,030	0,000
86	4	0,010	0,005	0,005	0,974	0,013	-0,003	1,736	0,974	0,940	0,034	0,005
87	0	0,000	0,005	-0,005	1,094	0,013	-0,003	2,070	0,974	0,944	0,029	0,005
88	0	0,000	0,005	-0,005	1,084	0,013	-0,003	2,046	0,974	0,949	0,024	0,005
89	1	0,002	0,005	-0,002	0,369	0,013	-0,003	0,518	0,976	0,954	0,022	0,002
90	5	0,012	0,005	0,007	1,771	0,013	-0,003	4,494	0,988	0,959	0,029	0,007
91	1	0,002	0,005	-0,002	0,341	0,013	-0,003	0,485	0,990	0,964	0,027	0,002
92	0	0,000	0,005	-0,005	1,044	0,012	-0,003	1,958	0,990	0,968	0,022	0,005
93	1	0,002	0,005	-0,002	0,315	0,012	-0,003	0,453	0,993	0,973	0,020	0,002
94	1	0,002	0,005	-0,002	0,302	0,012	-0,003	0,438	0,995	0,978	0,017	0,002
95	0	0,000	0,005	-0,005	1,016	0,012	-0,003	1,896	0,995	0,982	0,013	0,005
96	0	0,000	0,005	-0,005	1,007	0,012	-0,003	1,877	0,995	0,987	0,008	0,005
97	1	0,002	0,004	-0,002	0,263	0,012	-0,003	0,396	0,998	0,991	0,006	0,002
98	0	0,000	0,004	-0,004	0,989	0,012	-0,003	1,839	0,998	0,996	0,002	0,004
99	1	0,002	0,004	-0,002	0,238	0,012	-0,003	0,370	1,000	1,000	0,000	0,002
N	417			χ^2 Real				151,014	Supremo	0,045		MDA
				χ^2 Limite				112,02	K-S Limite	0,067		0,0053

Os dígitos 31, 34, 43, 44 e 80 não passaram no Teste Z. Todavia, como foram apenas cinco picos, pode-se considerar, segundo Nigrini (2012) que os dados em tela tiveram, em geral, um bom desempenho.

Contudo, a distribuição mostrou desconformidade no Teste Qui-Quadrado e no DMA. Passou apenas no Teste K-S.

O desempenho dos dados da proposta da Concrepoxi foi pior do ponto de vista da conformidade com a Lei NB do que o dos dados do orçamento base.

3.1.4 Teste de Soma

A análise do Teste de Soma dos valores unitários de cada planilha orçamentária será exibida a seguir.

Tabela 204 – Teste de Soma para os valores unitários – orçamento base Terminal Marítimo de Recife

<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
10	55.886,52	0,010	0,011	-0,001	55	55,13	0,000	0,011	-0,011
11	29.172,26	0,005	0,011	-0,006	56	0,00	0,000	0,011	-0,011
12	18.328,44	0,003	0,011	-0,008	57	695,54	0,000	0,011	-0,011
13	7.146,15	0,001	0,011	-0,010	58	0,00	0,000	0,011	-0,011
14	16.345,92	0,003	0,011	-0,008	59	6.254,82	0,001	0,011	-0,010
15	2.318,96	0,000	0,011	-0,011	60	789,75	0,000	0,011	-0,011
16	5.969,23	0,001	0,011	-0,010	61	1.918,54	0,000	0,011	-0,011
17	23.568,05	0,004	0,011	-0,007	62	0,00	0,000	0,011	-0,011
18	210.674,81	0,037	0,011	0,026	63	19.104,88	0,003	0,011	-0,008
19	2.161.360,79	0,377	0,011	0,366	64	1.294,07	0,000	0,011	-0,011
20	402.709,14	0,070	0,011	0,059	65	1.958,95	0,000	0,011	-0,011
21	24.479,35	0,004	0,011	-0,007	66	2.647,50	0,000	0,011	-0,011
22	1.480,02	0,000	0,011	-0,011	67	1.353,79	0,000	0,011	-0,011
23	8.019,64	0,001	0,011	-0,010	68	1.375,22	0,000	0,011	-0,011
24	10.795,13	0,002	0,011	-0,009	69	416,34	0,000	0,011	-0,011
25	886,15	0,000	0,011	-0,011	70	7.015,31	0,001	0,011	-0,010
26	32.521,65	0,006	0,011	-0,005	71	1.144,91	0,000	0,011	-0,011
27	415,24	0,000	0,011	-0,011	72	0,00	0,000	0,011	-0,011
28	877,55	0,000	0,011	-0,011	73	146,06	0,000	0,011	-0,011
29	118,26	0,000	0,011	-0,011	74	149,66	0,000	0,011	-0,011
30	6.219,09	0,001	0,011	-0,010	75	9.298,79	0,002	0,011	-0,009
31	36.204,03	0,006	0,011	-0,005	76	765.322,19	0,133	0,011	0,122
32	4.406,44	0,001	0,011	-0,010	77	7.996,39	0,001	0,011	-0,010
33	7.215,96	0,001	0,011	-0,010	78	8.601,13	0,001	0,011	-0,010
34	355.536,25	0,062	0,011	0,051	79	0,00	0,000	0,011	-0,011
35	35,95	0,000	0,011	-0,011	80	10.460,47	0,002	0,011	-0,009
36	1.465,06	0,000	0,011	-0,011	81	9.117,61	0,002	0,011	-0,009
37	858,29	0,000	0,011	-0,011	82	8.263,14	0,001	0,011	-0,010

<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
38	1.611,80	0,000	0,011	-0,011	83	9.137,62	0,002	0,011	-0,009
39	1.423,39	0,000	0,011	-0,011	84	84.059,13	0,015	0,011	0,004
40	813.134,01	0,142	0,011	0,131	85	17.071,45	0,003	0,011	-0,008
41	867,42	0,000	0,011	-0,011	86	9.490,49	0,002	0,011	-0,009
42	10.675,17	0,002	0,011	-0,009	87	174,86	0,000	0,011	-0,011
43	1.345,35	0,000	0,011	-0,011	88	0,00	0,000	0,011	-0,011
44	19.254,99	0,003	0,011	-0,008	89	8.948,77	0,002	0,011	-0,009
45	97.074,08	0,017	0,011	0,006	90	181,30	0,000	0,011	-0,011
46	138,11	0,000	0,011	-0,011	91	185.734,21	0,032	0,011	0,021
47	1.893,92	0,000	0,011	-0,011	92	9.206,10	0,002	0,011	-0,009
48	48.333,98	0,008	0,011	-0,003	93	939,96	0,000	0,011	-0,011
49	0,00	0,000	0,011	-0,011	94	282,34	0,000	0,011	-0,011
50	50.043,80	0,009	0,011	-0,002	95	0,00	0,000	0,011	-0,011
51	154,29	0,000	0,011	-0,011	96	0,00	0,000	0,011	-0,011
52	11.608,86	0,002	0,011	-0,009	97	977,70	0,000	0,011	-0,011
53	64.629,92	0,011	0,011	0,000	98	0,00	0,000	0,011	-0,011
54	0,00	0,000	0,011	-0,011	99	990,52	0,000	0,011	-0,011
SOMA TOTAL					5.739.778,06				

O Teste Z dos Dois Primeiros Dígitos apontou os valores 34, 44, 45, 71 e 75 como excessivos.

O Teste de Soma indicou os valores 18, 19, 20, 34, 40, 76 e 91 como tendo proporções bastante altas em suas somas.

Em uma auditoria para avaliar os preços dos serviços, seria recomendável primeiro se investigar o dígito 34, o qual foi apontado em ambos os testes.

Tabela 205 – Teste Soma dos valores unitários: Terminal Marítimo de Recife - Concrepoxi

<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
10	55.793,77	0,010	0,011	-0,001	55	278,16	0,000	0,011	-0,011
11	28.954,89	0,005	0,011	-0,006	56	0,00	0,000	0,011	-0,011
12	18.541,91	0,003	0,011	-0,008	57	574,71	0,000	0,011	-0,011
13	7.139,79	0,001	0,011	-0,010	58	0,00	0,000	0,011	-0,011
14	16.616,50	0,003	0,011	-0,008	59	6.252,58	0,001	0,011	-0,010
15	2.288,26	0,000	0,011	-0,011	60	1.274,59	0,000	0,011	-0,011
16	7.324,39	0,001	0,011	-0,010	61	1.849,32	0,000	0,011	-0,011

<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
17	21.864,20	0,004	0,011	-0,007	62	124,64	0,000	0,011	-0,011
18	210.374,28	0,037	0,011	0,026	63	19.599,68	0,003	0,011	-0,008
19	2.161.534,83	0,377	0,011	0,366	64	1.421,29	0,000	0,011	-0,011
20	404.400,96	0,071	0,011	0,060	65	3.269,15	0,001	0,011	-0,010
21	22.354,48	0,004	0,011	-0,007	66	0,00	0,000	0,011	-0,011
22	1.476,63	0,000	0,011	-0,011	67	1.484,90	0,000	0,011	-0,011
23	8.178,30	0,001	0,011	-0,010	68	1.641,30	0,000	0,011	-0,011
24	10.589,65	0,002	0,011	-0,009	69	138,86	0,000	0,011	-0,011
25	832,00	0,000	0,011	-0,011	70	7.006,86	0,001	0,011	-0,010
26	32.472,45	0,006	0,011	-0,005	71	853,84	0,000	0,011	-0,011
27	1.269,71	0,000	0,011	-0,011	72	1.741,94	0,000	0,011	-0,011
28	86,84	0,000	0,011	-0,011	73	0,00	0,000	0,011	-0,011
29	59,06	0,000	0,011	-0,011	74	148,00	0,000	0,011	-0,011
30	6.239,96	0,001	0,011	-0,010	75	9.138,51	0,002	0,011	-0,009
31	36.887,51	0,006	0,011	-0,005	76	765.397,62	0,134	0,011	0,123
32	3.632,30	0,001	0,011	-0,010	77	7.899,25	0,001	0,011	-0,010
33	7.519,76	0,001	0,011	-0,010	78	8.588,85	0,001	0,011	-0,010
34	355.837,85	0,062	0,011	0,051	79	0,00	0,000	0,011	-0,011
35	105,41	0,000	0,011	-0,011	80	10.603,57	0,002	0,011	-0,009
36	1.830,19	0,000	0,011	-0,011	81	8.142,87	0,001	0,011	-0,010
37	412,04	0,000	0,011	-0,011	82	8.428,40	0,001	0,011	-0,010
38	1.686,26	0,000	0,011	-0,011	83	93.122,09	0,016	0,011	0,005
39	402.870,93	0,070	0,011	0,059	84	0,00	0,000	0,011	-0,011
40	412.983,32	0,072	0,011	0,061	85	17.065,42	0,003	0,011	-0,008
41	836,66	0,000	0,011	-0,011	86	9.661,44	0,002	0,011	-0,009
42	6.431,89	0,001	0,011	-0,010	87	0,00	0,000	0,011	-0,011
43	11.114,83	0,002	0,011	-0,009	88	0,00	0,000	0,011	-0,011
44	54.544,02	0,010	0,011	-0,001	89	8.937,50	0,002	0,011	-0,009
45	50.303,45	0,009	0,011	-0,002	90	181.951,52	0,032	0,011	0,021
46	938,86	0,000	0,011	-0,011	91	9.184,76	0,002	0,011	-0,009
47	1.421,58	0,000	0,011	-0,011	92	0,00	0,000	0,011	-0,011
48	48.333,97	0,008	0,011	-0,003	93	939,19	0,000	0,011	-0,011
49	0,00	0,000	0,011	-0,011	94	94,17	0,000	0,011	-0,011
50	50.141,57	0,009	0,011	-0,002	95	0,00	0,000	0,011	-0,011
51	5.438,79	0,001	0,011	-0,010	96	0,00	0,000	0,011	-0,011
52	15.691,31	0,003	0,011	-0,008	97	974,80	0,000	0,011	-0,011
53	53.785,97	0,009	0,011	-0,002	98	0,00	0,000	0,011	-0,011
54	0,00	0,000	0,011	-0,011	99	990,27	0,000	0,011	-0,011
SOMA TOTAL					5.729.921,38				

O Teste Z dos Dois Primeiros Dígitos apontou os valores 31, 34, 43, 44 e 80 como excessivos.

O Teste de Soma indicou os valores 18, 19, 20, 34, 39, 40, 76 e 90 como tendo proporções bastante altas em suas somas.

Em uma auditoria para avaliar os preços dos serviços, seria recomendável primeiro se investigar o dígito 34, o qual foi apontado em ambos os testes.

E, como se tratam de valores unitários, apesar de os outros valores identificados no Teste dos Dois Primeiros Dígitos não terem tido soma relevante, podem, quando multiplicados pela quantidade (a depender desta), resultar em altas quantias. Assim, não devem ser, à princípio, descartados em uma auditoria.

3.2. Valores Totais

3.2.1 Teste do Primeiro Dígito

A análise dos primeiros dígitos dos valores totais de cada planilha orçamentária será exibida a seguir.

Tabela 206 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais – orçamento base Terminal Marítimo de Recife

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>		
1	137	0,302	0,301	0,001	0,035	0,001	0,302	0,301	0,001	0,001
2	63	0,139	0,176	-0,037	2,022	3,576	0,441	0,477	0,036	0,037
3	65	0,143	0,125	0,018	1,100	1,199	0,584	0,602	0,018	0,018
4	53	0,117	0,097	0,020	1,342	1,824	0,700	0,699	0,001	0,020
5	32	0,070	0,079	-0,009	0,586	0,417	0,771	0,778	0,007	0,009
6	28	0,062	0,067	-0,005	0,360	0,192	0,833	0,845	0,012	0,005
7	34	0,075	0,058	0,017	1,439	2,233	0,907	0,903	0,004	0,017
8	29	0,064	0,051	0,013	1,140	1,476	0,971	0,954	0,017	0,013
9	13	0,029	0,046	-0,017	1,654	2,976	1,000	1,000	0,000	0,017
N	454					13,894	Supremo	0,036	MDA	
						15,507	K-S Limite	0,064	0,0152	

Os dados mostraram um bom desempenho no Teste Qui-Quadrado e no Teste K-S, conforme se observou nos resultados apresentados na tabela anterior.

No Teste Z, contudo, o dígito 2 superou o limite de 1,96, tendo sido insuficiente em frequência na planilha orçamentária.

Já no MDA, a distribuição apresentou uma não conformidade.

Tabela 207 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais: Terminal Marítimo de Recife - Concrepoxi

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>		<i>MDA</i>		
<i>1</i>	139	0,307	0,301	0,006	0,220	0,051	0,307	0,301	0,006	0,006	
<i>2</i>	62	0,137	0,176	-0,039	2,126	3,942	0,444	0,477	0,033	0,039	
<i>3</i>	69	0,152	0,125	0,027	1,687	2,704	0,596	0,602	0,006	0,027	
<i>4</i>	50	0,110	0,097	0,013	0,883	0,835	0,706	0,699	0,007	0,013	
<i>5</i>	36	0,079	0,079	0,000	0,037	0,001	0,786	0,778	0,008	0,000	
<i>6</i>	27	0,060	0,067	-0,007	0,536	0,370	0,845	0,845	0,000	0,007	
<i>7</i>	31	0,068	0,058	0,010	0,849	0,850	0,914	0,903	0,011	0,010	
<i>8</i>	27	0,060	0,051	0,009	0,725	0,657	0,974	0,954	0,020	0,009	
<i>9</i>	12	0,026	0,046	-0,020	1,870	3,748	1,000	1,000	0,000	0,020	
<i>N</i>	<i>453</i>					χ^2 <i>Real</i>	<i>13,160</i>	<i>Supremo</i>	<i>0,033</i>	<i>MDA</i>	
						χ^2 <i>Limite</i>	<i>15,507</i>	<i>K-S Limite</i>	<i>0,064</i>	<i>0,0147</i>	

Os dados mostraram um bom desempenho no Teste Qui-Quadrado e no Teste K-S, conforme se observou nos resultados apresentados na tabela anterior.

No Teste Z, contudo, o dígito 2 superou o limite de 1,96, tendo sido insuficiente em frequência na planilha orçamentária, assim como ocorreu com os dados do orçamento base.

Já no MDA, a distribuição apresentou uma conformidade marginal.

Dessa maneira, os dados da proposta da Concrepoxi tiveram um desempenho superior aos dados do orçamento base, o qual apresentou uma não conformidade no MDA.

3.2.2 Teste do Segundo Dígito

A análise dos segundos dígitos dos valores totais de cada planilha orçamentária será exibida a seguir.

Tabela 208 – Teste do Segundo Dígito dos valores totais – orçamento base Terminal Marítimo de Recife

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>		<i>MDA</i>		
0	52	0,115	0,120	-0,005	0,286	0,113	0,115	0,120	0,005	0,005	
1	50	0,110	0,114	-0,004	0,185	0,060	0,225	0,234	0,009	0,004	
2	59	0,130	0,109	0,021	1,357	1,829	0,355	0,343	0,012	0,021	
3	41	0,090	0,104	-0,014	0,879	0,818	0,445	0,447	0,002	0,014	
4	45	0,099	0,100	-0,001	0,063	0,004	0,544	0,547	0,003	0,001	
5	35	0,077	0,097	-0,020	1,354	1,855	0,621	0,644	0,023	0,020	
6	48	0,106	0,093	0,013	0,853	0,791	0,727	0,737	0,010	0,013	
7	40	0,088	0,090	-0,002	0,059	0,018	0,815	0,827	0,012	0,002	
8	41	0,090	0,088	0,002	0,091	0,027	0,905	0,915	0,010	0,002	
9	43	0,095	0,085	0,010	0,658	0,504	1,000	1,000	0,000	0,010	
N	454	χ^2 Real				6,019	Supremo	0,023		MDA	
		χ^2 Limite				16,919	K-S Limite	0,064		0,0091	

Os resultados exibidos na tabela anterior mostraram uma conformidade dos dados com a Lei NB em todos os testes.

No Teste Z, nenhum dígito superou a fronteira de 1,96.

O MDA apontou uma conformidade aceitável dos dados com a distribuição de Benford.

Tabela 209 – Teste do Segundo Dígito dos valores: Terminal Marítimo de Recife - Concrepoxi

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>		<i>MDA</i>	
0	47	0,104	0,120	-0,016	0,992	0,996	0,104	0,120	0,016	0,016
1	44	0,097	0,114	-0,017	1,056	1,131	0,201	0,234	0,033	0,017
2	59	0,130	0,109	0,021	1,375	1,875	0,331	0,343	0,012	0,021
3	49	0,108	0,104	0,004	0,214	0,076	0,439	0,447	0,008	0,004
4	48	0,106	0,100	0,006	0,345	0,161	0,545	0,547	0,002	0,006
5	42	0,093	0,097	-0,004	0,229	0,086	0,638	0,644	0,006	0,004
6	40	0,088	0,093	-0,005	0,264	0,108	0,726	0,737	0,011	0,005

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>			
7	36	0,079	0,090	-0,011	0,701	0,558	0,806	0,827	0,021	0,011	
8	40	0,088	0,088	0,000	0,023	0,000	0,894	0,915	0,021	0,000	
9	48	0,106	0,085	0,021	1,515	2,341	1,000	1,000	0,000	0,021	
<i>N</i>	453	χ^2 Real				7,333	Supremo	0,033	MDA		
		χ^2 Limite				16,919	K-S Limite	0,064	0,0105		

Os resultados exibidos na tabela anterior mostraram uma conformidade dos dados com a Lei NB em todos os testes, assim como ocorreu com o orçamento da Administração.

No Teste Z, nenhum dígito superou a fronteira de 1,96.

O MDA apontou uma conformidade marginal dos dados com a distribuição de Benford.

De um modo geral, os resultados se aproximaram dos obtidos no orçamento base, mas foram um pouco piores, uma vez que o MDA mostrou uma conformidade marginal, enquanto o orçamento base apresentou uma conformidade aceitável.

3.2.3 Teste dos Dois Primeiros Dígitos

A análise dos dois primeiros dígitos dos valores totais de cada planilha orçamentária será exibida a seguir.

Tabela 210 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores totais – orçamento base Terminal Marítimo de Recife

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>	<i>K-S</i>	<i>DMA</i>		
10	16	0,035	0,041	-0,006	0,540	0,061	0,022	0,415	0,035	0,041	0,006	0,006
11	19	0,042	0,038	0,004	0,331	0,056	0,019	0,198	0,077	0,079	0,002	0,004
12	23	0,051	0,035	0,016	1,721	0,053	0,017	3,301	0,128	0,114	0,014	0,016
13	14	0,031	0,032	-0,001	0,030	0,050	0,015	0,026	0,159	0,146	0,012	0,001
14	10	0,022	0,030	-0,008	0,854	0,047	0,013	0,954	0,181	0,176	0,005	0,008
15	6	0,013	0,028	-0,015	1,770	0,044	0,012	3,554	0,194	0,204	0,010	0,015
16	13	0,029	0,026	0,002	0,160	0,042	0,010	0,092	0,222	0,230	0,008	0,002
17	12	0,026	0,025	0,002	0,069	0,040	0,009	0,047	0,249	0,255	0,006	0,002
18	11	0,024	0,023	0,001	0,105	0,039	0,008	0,011	0,273	0,279	0,006	0,001
19	13	0,029	0,022	0,006	0,759	0,037	0,008	0,824	0,302	0,301	0,001	0,006
20	7	0,015	0,021	-0,006	0,691	0,036	0,007	0,714	0,317	0,322	0,005	0,006

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferen ça</i>	<i>Teste- Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>
21	5	0,011	0,020	-0,009	1,225	0,034	0,006	1,898	0,328	0,342	0,014	0,009
22	7	0,015	0,019	-0,004	0,431	0,033	0,006	0,355	0,344	0,362	0,018	0,004
23	2	0,004	0,018	-0,014	2,053	0,032	0,005	4,868	0,348	0,380	0,032	0,014
24	8	0,018	0,018	0,000	0,017	0,031	0,004	0,000	0,366	0,398	0,032	0,000
25	7	0,015	0,017	-0,002	0,085	0,030	0,004	0,070	0,381	0,415	0,034	0,002
26	12	0,026	0,016	0,010	1,500	0,029	0,004	2,793	0,407	0,431	0,024	0,010
27	5	0,011	0,016	-0,005	0,629	0,028	0,003	0,657	0,419	0,447	0,029	0,005
28	5	0,011	0,015	-0,004	0,544	0,028	0,003	0,532	0,430	0,462	0,033	0,004
29	5	0,011	0,015	-0,004	0,462	0,027	0,003	0,424	0,441	0,477	0,037	0,004
30	4	0,009	0,014	-0,005	0,778	0,026	0,002	0,940	0,449	0,491	0,042	0,005
31	7	0,015	0,014	0,002	0,097	0,026	0,002	0,088	0,465	0,505	0,040	0,002
32	9	0,020	0,013	0,006	0,994	0,025	0,002	1,418	0,485	0,519	0,034	0,006
33	7	0,015	0,013	0,002	0,255	0,024	0,001	0,211	0,500	0,531	0,031	0,002
34	8	0,018	0,013	0,005	0,751	0,024	0,001	0,913	0,518	0,544	0,026	0,005
35	3	0,007	0,012	-0,006	0,877	0,023	0,001	1,175	0,524	0,556	0,032	0,006
36	5	0,011	0,012	-0,001	0,174	0,023	0,001	0,030	0,535	0,568	0,033	0,001
37	10	0,022	0,012	0,010	1,861	0,023	0,001	4,276	0,557	0,580	0,023	0,010
38	8	0,018	0,011	0,006	1,057	0,022	0,000	1,618	0,575	0,591	0,016	0,006
39	4	0,009	0,011	-0,002	0,221	0,022	0,000	0,197	0,584	0,602	0,018	0,002
40	9	0,020	0,011	0,009	1,655	0,021	0,000	3,506	0,604	0,613	0,009	0,009
41	3	0,007	0,010	-0,004	0,577	0,021	0,000	0,646	0,610	0,623	0,013	0,004
42	5	0,011	0,010	0,001	0,168	0,021	0,000	0,028	0,621	0,633	0,012	0,001
43	5	0,011	0,010	0,001	0,221	0,020	0,000	0,048	0,632	0,643	0,011	0,001
44	8	0,018	0,010	0,008	1,465	0,020	0,000	2,875	0,650	0,653	0,003	0,008
45	4	0,009	0,010	-0,001	0,161	0,020	-0,001	0,026	0,659	0,663	0,004	0,001
46	3	0,007	0,009	-0,003	0,361	0,019	-0,001	0,363	0,665	0,672	0,007	0,003
47	6	0,013	0,009	0,004	0,665	0,019	-0,001	0,824	0,678	0,681	0,003	0,004
48	5	0,011	0,009	0,002	0,216	0,019	-0,001	0,215	0,689	0,690	0,001	0,002
49	5	0,011	0,009	0,002	0,260	0,018	-0,001	0,259	0,700	0,699	0,001	0,002
50	4	0,009	0,009	0,000	0,049	0,018	-0,001	0,002	0,709	0,708	0,002	0,000
51	3	0,007	0,008	-0,002	0,169	0,018	-0,001	0,179	0,716	0,716	0,000	0,002
52	3	0,007	0,008	-0,002	0,133	0,018	-0,001	0,152	0,722	0,724	0,002	0,002
53	4	0,009	0,008	0,001	0,164	0,017	-0,001	0,027	0,731	0,732	0,001	0,001
54	4	0,009	0,008	0,001	0,202	0,017	-0,001	0,040	0,740	0,740	0,000	0,001
55	4	0,009	0,008	0,001	0,238	0,017	-0,001	0,056	0,749	0,748	0,001	0,001
56	3	0,007	0,008	-0,001	0,263	0,017	-0,001	0,069	0,756	0,756	0,000	0,001
57	2	0,004	0,008	-0,003	0,504	0,017	-0,002	0,596	0,760	0,763	0,004	0,003
58	1	0,002	0,007	-0,005	1,023	0,016	-0,002	1,667	0,762	0,771	0,009	0,005
59	4	0,009	0,007	0,002	0,103	0,016	-0,002	0,142	0,771	0,778	0,007	0,002
60	5	0,011	0,007	0,004	0,690	0,016	-0,002	0,930	0,782	0,785	0,003	0,004
61	2	0,004	0,007	-0,003	0,396	0,016	-0,002	0,454	0,786	0,792	0,006	0,003
62	3	0,007	0,007	0,000	0,087	0,016	-0,002	0,008	0,793	0,799	0,006	0,000
63	3	0,007	0,007	0,000	0,060	0,016	-0,002	0,004	0,800	0,806	0,007	0,000
64	0	0,000	0,007	-0,007	1,467	0,015	-0,002	3,057	0,800	0,813	0,013	0,007
65	2	0,004	0,007	-0,002	0,295	0,015	-0,002	0,339	0,804	0,820	0,016	0,002
66	3	0,007	0,007	0,000	0,020	0,015	-0,002	0,000	0,811	0,826	0,016	0,000
67	0	0,000	0,006	-0,006	1,421	0,015	-0,002	2,921	0,811	0,833	0,022	0,006
68	3	0,007	0,006	0,000	0,072	0,015	-0,002	0,005	0,817	0,839	0,022	0,000
69	7	0,015	0,006	0,009	2,182	0,015	-0,002	6,109	0,833	0,845	0,012	0,009

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>
70	3	0,007	0,006	0,000	0,122	0,014	-0,002	0,015	0,839	0,851	0,012	0,000
71	5	0,011	0,006	0,005	1,052	0,014	-0,002	1,823	0,850	0,857	0,007	0,005
72	3	0,007	0,006	0,001	0,171	0,014	-0,002	0,029	0,857	0,863	0,006	0,001
73	3	0,007	0,006	0,001	0,194	0,014	-0,002	0,038	0,863	0,869	0,006	0,001
74	3	0,007	0,006	0,001	0,218	0,014	-0,002	0,047	0,870	0,875	0,005	0,001
75	4	0,009	0,006	0,003	0,551	0,014	-0,002	0,738	0,879	0,881	0,002	0,003
76	5	0,011	0,006	0,005	1,201	0,014	-0,002	2,277	0,890	0,886	0,003	0,005
77	2	0,004	0,006	-0,001	0,028	0,014	-0,002	0,116	0,894	0,892	0,002	0,001
78	4	0,009	0,006	0,003	0,625	0,013	-0,002	0,882	0,903	0,898	0,005	0,003
79	2	0,004	0,005	-0,001	0,306	0,013	-0,002	0,093	0,907	0,903	0,004	0,001
80	2	0,004	0,005	-0,001	0,288	0,013	-0,002	0,082	0,912	0,908	0,003	0,001
81	4	0,009	0,005	0,003	0,697	0,013	-0,002	1,033	0,921	0,914	0,007	0,003
82	5	0,011	0,005	0,006	1,368	0,013	-0,002	2,850	0,932	0,919	0,013	0,006
83	1	0,002	0,005	-0,003	0,562	0,013	-0,003	0,785	0,934	0,924	0,010	0,003
84	2	0,004	0,005	-0,001	0,219	0,013	-0,003	0,048	0,938	0,929	0,009	0,001
85	4	0,009	0,005	0,004	0,788	0,013	-0,003	1,244	0,947	0,934	0,013	0,004
86	4	0,009	0,005	0,004	0,810	0,013	-0,003	1,299	0,956	0,940	0,016	0,004
87	2	0,004	0,005	-0,001	0,169	0,013	-0,003	0,028	0,960	0,944	0,016	0,001
88	3	0,007	0,005	0,002	0,183	0,012	-0,003	0,268	0,967	0,949	0,018	0,002
89	2	0,004	0,005	0,000	0,137	0,012	-0,003	0,019	0,971	0,954	0,017	0,000
90	2	0,004	0,005	0,000	0,121	0,012	-0,003	0,015	0,976	0,959	0,017	0,000
91	2	0,004	0,005	0,000	0,106	0,012	-0,003	0,011	0,980	0,964	0,016	0,000
92	1	0,002	0,005	-0,002	0,434	0,012	-0,003	0,601	0,982	0,968	0,014	0,002
93	2	0,004	0,005	0,000	0,075	0,012	-0,003	0,006	0,987	0,973	0,014	0,000
94	2	0,004	0,005	0,000	0,060	0,012	-0,003	0,004	0,991	0,978	0,013	0,000
95	1	0,002	0,005	-0,002	0,394	0,012	-0,003	0,549	0,993	0,982	0,011	0,002
96	0	0,000	0,005	-0,005	1,082	0,012	-0,003	2,043	0,993	0,987	0,007	0,005
97	1	0,002	0,004	-0,002	0,368	0,012	-0,003	0,517	0,996	0,991	0,004	0,002
98	1	0,002	0,004	-0,002	0,355	0,012	-0,003	0,501	0,998	0,996	0,002	0,002
99	1	0,002	0,004	-0,002	0,343	0,012	-0,003	0,486	1,000	1,000	0,000	0,002
<i>N</i>	<i>454</i>				<i>χ² Real</i>			<i>76,590</i>	<i>Supremo</i>	<i>0,042</i>		<i>MDA</i>
					<i>χ² Limite</i>			<i>112,02</i>	<i>K-S Limite</i>	<i>0,064</i>		<i>0,0035</i>

Os testes, à exceção do MDA mostraram uma conformidade com a Lei NB.

Contudo, o MDA, que apresentou uma desconformidade, é o teste mais indicado por Nigrini (2012) para mensurar a conformidade, uma vez que seu cálculo independe da quantidade de dados da distribuição.

Os dígitos 23 e 69 não passaram no Teste Z. Todavia, como foram apenas dois picos, pode-se considerar, segundo Nigrini (2012) que os dados em tela tiveram, em geral, um bom desempenho.

Tabela 211 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores totais: Terminal Marítimo de Recife - Concrepoxi

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>	<i>K-S</i>	<i>DMA</i>		
10	17	0,038	0,041	-0,004	0,295	0,061	0,022	0,163	0,038	0,041	0,004	0,004
11	17	0,038	0,038	0,000	0,029	0,056	0,019	0,001	0,075	0,079	0,004	0,000
12	25	0,055	0,035	0,020	2,245	0,053	0,017	5,437	0,130	0,114	0,016	0,020
13	14	0,031	0,032	-0,001	0,021	0,050	0,015	0,023	0,161	0,146	0,015	0,001
14	10	0,022	0,030	-0,008	0,847	0,047	0,013	0,941	0,183	0,176	0,007	0,008
15	11	0,024	0,028	-0,004	0,483	0,044	0,012	0,227	0,208	0,204	0,003	0,004
16	11	0,024	0,026	-0,002	0,125	0,042	0,010	0,072	0,232	0,230	0,001	0,002
17	10	0,022	0,025	-0,003	0,225	0,040	0,009	0,138	0,254	0,255	0,001	0,003
18	11	0,024	0,023	0,001	0,113	0,039	0,008	0,012	0,278	0,279	0,001	0,001
19	13	0,029	0,022	0,006	0,767	0,037	0,008	0,838	0,307	0,301	0,006	0,006
20	6	0,013	0,021	-0,008	1,011	0,036	0,007	1,349	0,320	0,322	0,002	0,008
21	5	0,011	0,020	-0,009	1,220	0,034	0,006	1,884	0,331	0,342	0,011	0,009
22	6	0,013	0,019	-0,006	0,767	0,033	0,006	0,862	0,344	0,362	0,017	0,006
23	4	0,009	0,018	-0,010	1,525	0,032	0,005	2,284	0,353	0,380	0,027	0,010
24	7	0,015	0,018	-0,002	0,189	0,031	0,004	0,132	0,369	0,398	0,029	0,002
25	7	0,015	0,017	-0,002	0,078	0,030	0,004	0,066	0,384	0,415	0,031	0,002
26	11	0,024	0,016	0,008	1,138	0,029	0,004	1,721	0,408	0,431	0,023	0,008
27	5	0,011	0,016	-0,005	0,624	0,028	0,003	0,649	0,419	0,447	0,028	0,005
28	5	0,011	0,015	-0,004	0,538	0,028	0,003	0,525	0,430	0,462	0,032	0,004
29	6	0,013	0,015	-0,001	0,066	0,027	0,003	0,067	0,444	0,477	0,033	0,001
30	6	0,013	0,014	-0,001	0,179	0,026	0,002	0,032	0,457	0,491	0,034	0,001
31	6	0,013	0,014	-0,001	0,099	0,026	0,002	0,010	0,470	0,505	0,035	0,001
32	10	0,022	0,013	0,009	1,410	0,025	0,002	2,572	0,492	0,519	0,026	0,009
33	6	0,013	0,013	0,000	0,053	0,024	0,001	0,003	0,506	0,531	0,026	0,000
34	8	0,018	0,013	0,005	0,757	0,024	0,001	0,925	0,523	0,544	0,021	0,005
35	6	0,013	0,012	0,001	0,196	0,023	0,001	0,038	0,536	0,556	0,020	0,001
36	5	0,011	0,012	-0,001	0,169	0,023	0,001	0,028	0,547	0,568	0,021	0,001
37	6	0,013	0,012	0,002	0,111	0,023	0,001	0,108	0,561	0,580	0,019	0,002
38	8	0,018	0,011	0,006	1,063	0,022	0,000	1,634	0,578	0,591	0,013	0,006
39	8	0,018	0,011	0,007	1,135	0,022	0,000	1,830	0,596	0,602	0,006	0,007
40	6	0,013	0,011	0,003	0,293	0,021	0,000	0,269	0,609	0,613	0,004	0,003
41	3	0,007	0,010	-0,004	0,573	0,021	0,000	0,639	0,616	0,623	0,007	0,004
42	6	0,013	0,010	0,003	0,407	0,021	0,000	0,406	0,629	0,633	0,004	0,003
43	5	0,011	0,010	0,001	0,225	0,020	0,000	0,050	0,640	0,643	0,003	0,001
44	9	0,020	0,010	0,010	1,949	0,020	0,000	4,742	0,660	0,653	0,007	0,010
45	5	0,011	0,010	0,001	0,327	0,020	-0,001	0,106	0,671	0,663	0,008	0,001
46	4	0,009	0,009	-0,001	0,113	0,019	-0,001	0,013	0,680	0,672	0,008	0,001
47	5	0,011	0,009	0,002	0,177	0,019	-0,001	0,178	0,691	0,681	0,010	0,002
48	3	0,007	0,009	-0,002	0,278	0,019	-0,001	0,275	0,698	0,690	0,007	0,002
49	4	0,009	0,009	0,000	0,013	0,018	-0,001	0,000	0,706	0,699	0,007	0,000
50	5	0,011	0,009	0,002	0,307	0,018	-0,001	0,313	0,717	0,708	0,010	0,002
51	2	0,004	0,008	-0,004	0,678	0,018	-0,001	0,867	0,722	0,716	0,006	0,004
52	2	0,004	0,008	-0,004	0,906	0,018	-0,001	0,815	0,726	0,724	0,002	0,004
53	6	0,013	0,008	0,005	1,216	0,017	-0,001	1,467	0,740	0,732	0,007	0,005
54	5	0,011	0,008	0,003	0,470	0,017	-0,001	0,535	0,751	0,740	0,010	0,003

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>
55	1	0,002	0,008	-0,006	1,090	0,017	-0,001	1,827	0,753	0,748	0,005	0,006
56	4	0,009	0,008	0,001	0,010	0,017	-0,001	0,077	0,762	0,756	0,006	0,001
57	2	0,004	0,008	-0,003	0,500	0,017	-0,002	0,591	0,766	0,763	0,003	0,003
58	1	0,002	0,007	-0,005	1,020	0,016	-0,002	1,660	0,768	0,771	0,003	0,005
59	8	0,018	0,007	0,010	2,315	0,016	-0,002	6,662	0,786	0,778	0,008	0,010
60	3	0,007	0,007	-0,001	0,140	0,016	-0,002	0,020	0,792	0,785	0,007	0,001
61	2	0,004	0,007	-0,003	0,673	0,016	-0,002	0,449	0,797	0,792	0,005	0,003
62	1	0,002	0,007	-0,005	0,932	0,016	-0,002	1,466	0,799	0,799	0,000	0,005
63	3	0,007	0,007	0,000	0,056	0,016	-0,002	0,003	0,806	0,806	0,000	0,000
64	1	0,002	0,007	-0,005	0,891	0,015	-0,002	1,378	0,808	0,813	0,005	0,005
65	3	0,007	0,007	0,000	0,002	0,015	-0,002	0,000	0,815	0,820	0,005	0,000
66	1	0,002	0,007	-0,004	0,851	0,015	-0,002	1,296	0,817	0,826	0,009	0,004
67	1	0,002	0,006	-0,004	0,831	0,015	-0,002	1,258	0,819	0,833	0,014	0,004
68	5	0,011	0,006	0,005	0,964	0,015	-0,002	1,577	0,830	0,839	0,009	0,005
69	7	0,015	0,006	0,009	2,188	0,015	-0,002	6,141	0,845	0,845	0,000	0,009
70	2	0,004	0,006	-0,002	0,175	0,014	-0,002	0,224	0,850	0,851	0,001	0,002
71	3	0,007	0,006	0,001	0,150	0,014	-0,002	0,022	0,857	0,857	0,001	0,001
72	4	0,009	0,006	0,003	0,479	0,014	-0,002	0,610	0,865	0,863	0,002	0,003
73	3	0,007	0,006	0,001	0,198	0,014	-0,002	0,039	0,872	0,869	0,003	0,001
74	6	0,013	0,006	0,007	2,073	0,014	-0,002	4,273	0,885	0,875	0,010	0,007
75	3	0,007	0,006	0,001	0,245	0,014	-0,002	0,060	0,892	0,881	0,011	0,001
76	3	0,007	0,006	0,001	0,268	0,014	-0,002	0,071	0,898	0,886	0,012	0,001
77	1	0,002	0,006	-0,003	0,654	0,014	-0,002	0,932	0,901	0,892	0,009	0,003
78	5	0,011	0,006	0,006	1,580	0,013	-0,002	2,481	0,912	0,898	0,014	0,006
79	1	0,002	0,005	-0,003	0,621	0,013	-0,002	0,879	0,914	0,903	0,011	0,003
80	1	0,002	0,005	-0,003	0,605	0,013	-0,002	0,853	0,916	0,908	0,008	0,003
81	5	0,011	0,005	0,006	1,346	0,013	-0,002	2,770	0,927	0,914	0,013	0,006
82	4	0,009	0,005	0,004	0,724	0,013	-0,003	1,094	0,936	0,919	0,017	0,004
83	3	0,007	0,005	0,001	0,094	0,013	-0,003	0,176	0,943	0,924	0,018	0,001
84	1	0,002	0,005	-0,003	0,544	0,013	-0,003	0,758	0,945	0,929	0,015	0,003
85	6	0,013	0,005	0,008	2,445	0,013	-0,003	5,946	0,958	0,934	0,024	0,008
86	1	0,002	0,005	-0,003	0,515	0,013	-0,003	0,714	0,960	0,940	0,021	0,003
87	4	0,009	0,005	0,004	0,837	0,013	-0,003	1,365	0,969	0,944	0,025	0,004
88	1	0,002	0,005	-0,003	0,486	0,012	-0,003	0,673	0,971	0,949	0,022	0,003
89	1	0,002	0,005	-0,003	0,472	0,012	-0,003	0,653	0,974	0,954	0,019	0,003
90	1	0,002	0,005	-0,003	0,458	0,012	-0,003	0,634	0,976	0,959	0,017	0,003
91	1	0,002	0,005	-0,003	0,444	0,012	-0,003	0,615	0,978	0,964	0,014	0,003
92	1	0,002	0,005	-0,002	0,431	0,012	-0,003	0,597	0,980	0,968	0,012	0,002
93	5	0,011	0,005	0,006	1,656	0,012	-0,003	3,985	0,991	0,973	0,018	0,006
94	1	0,002	0,005	-0,002	0,404	0,012	-0,003	0,562	0,993	0,978	0,016	0,002
95	0	0,000	0,005	-0,005	1,089	0,012	-0,003	2,060	0,993	0,982	0,011	0,005
96	0	0,000	0,005	-0,005	1,080	0,012	-0,003	2,039	0,993	0,987	0,007	0,005
97	2	0,004	0,004	0,000	0,013	0,012	-0,003	0,000	0,998	0,991	0,007	0,000
98	1	0,002	0,004	-0,002	0,353	0,012	-0,003	0,498	1,000	0,996	0,004	0,002
99	0	0,000	0,004	-0,004	1,053	0,012	-0,003	1,977	1,000	1,000	0,000	0,004
<i>N</i>	453				χ^2 Real			97,213	<i>Supremo</i>	0,035		<i>MDA</i>
					χ^2 Limite			112,02	<i>K-S Limite</i>	0,064		0,0038

Os testes, à exceção do MDA mostraram uma conformidade com a Lei NB.

Contudo, conforme já mencionado anteriormente, o MDA, que apresentou uma desconformidade, é o teste mais indicado por Nigrini (2012) para mensurar a conformidade, uma vez que seu cálculo independe da quantidade de dados da distribuição.

Os dígitos 12, 59, 69, 74 e 85 não passaram no Teste Z. Todavia, como foram apenas cinco picos, pode-se considerar, segundo Nigrini (2012) que os dados em tela tiveram, em geral, um bom desempenho nesse teste.

O desempenho nesse teste foi parecido, contudo um pouco pior do que o desempenho dos dados do orçamento base.

3.2.4 Teste de Soma

A análise do Teste de Soma dos valores totais de cada planilha orçamentária será exibida a seguir.

Tabela 212 – Teste de Soma dos valores totais – orçamento base Terminal Marítimo de Recife

<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
10	194.204,98	0,007	0,011	-0,004	55	17.180,03	0,001	0,011	-0,010
11	1.498.683,29	0,057	0,011	0,046	56	57.781,93	0,002	0,011	-0,009
12	468.829,18	0,018	0,011	0,007	57	114.708,42	0,004	0,011	-0,007
13	1.713.802,65	0,065	0,011	0,054	58	5.857,75	0,000	0,011	-0,011
14	483.381,99	0,018	0,011	0,007	59	130.668,02	0,005	0,011	-0,006
15	50.783,59	0,002	0,011	-0,009	60	19.344,88	0,001	0,011	-0,010
16	252.881,13	0,010	0,011	-0,001	61	68.182,07	0,003	0,011	-0,008
17	2.166.213,02	0,082	0,011	0,071	62	125.598,81	0,005	0,011	-0,006
18	2.243.447,90	0,085	0,011	0,074	63	19.017,20	0,001	0,011	-0,010
19	2.422.765,55	0,092	0,011	0,081	64	0,00	0,000	0,011	-0,011
20	468.596,05	0,018	0,011	0,007	65	662.745,43	0,025	0,011	0,014
21	49.562,10	0,002	0,011	-0,009	66	79.260,04	0,003	0,011	-0,008
22	54.207,17	0,002	0,011	-0,009	67	0,00	0,000	0,011	-0,011

<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
23	262.913,08	0,010	0,011	-0,001	68	143.962,93	0,005	0,011	-0,006
24	772.100,13	0,029	0,011	0,018	69	23.576,78	0,001	0,011	-0,010
25	584.577,71	0,022	0,011	0,011	70	722.452,97	0,027	0,011	0,016
26	302.962,92	0,011	0,011	0,000	71	29.348,92	0,001	0,011	-0,010
27	38.071,26	0,001	0,011	-0,010	72	21.828,98	0,001	0,011	-0,010
28	11.740,86	0,000	0,011	-0,011	73	15.343,80	0,001	0,011	-0,010
29	67.199,77	0,003	0,011	-0,008	74	15.664,88	0,001	0,011	-0,010
30	343.334,46	0,013	0,011	0,002	75	78.107,08	0,003	0,011	-0,008
31	418.131,64	0,016	0,011	0,005	76	857.853,30	0,033	0,011	0,022
32	435.528,86	0,017	0,011	0,006	77	15.475,24	0,001	0,011	-0,010
33	137.865,74	0,005	0,011	-0,006	78	87.752,22	0,003	0,011	-0,008
34	491.530,19	0,019	0,011	0,008	79	8.765,02	0,000	0,011	-0,011
35	394.936,94	0,015	0,011	0,004	80	81.555,66	0,003	0,011	-0,008
36	80.654,45	0,003	0,011	-0,008	81	25.230,07	0,001	0,011	-0,010
37	434.618,71	0,016	0,011	0,005	82	33.953,64	0,001	0,011	-0,010
38	20.347,97	0,001	0,011	-0,010	83	8.304,01	0,000	0,011	-0,011
39	118.616,25	0,005	0,011	-0,006	84	168.548,74	0,006	0,011	-0,005
40	937.869,26	0,036	0,011	0,025	85	26.437,02	0,001	0,011	-0,010
41	463.234,84	0,018	0,011	0,007	86	182.425,03	0,007	0,011	-0,004
42	93.850,98	0,004	0,011	-0,007	87	9.612,02	0,000	0,011	-0,011
43	60.693,89	0,002	0,011	-0,009	88	89.779,10	0,003	0,011	-0,008
44	507.574,03	0,019	0,011	0,008	89	1.795,17	0,000	0,011	-0,011
45	555.530,70	0,021	0,011	0,010	90	999,93	0,000	0,011	-0,011
46	466.805,52	0,018	0,011	0,007	91	10.057,71	0,000	0,011	-0,011
47	153.257,25	0,006	0,011	-0,005	92	9.283,20	0,000	0,011	-0,011
48	54.157,30	0,002	0,011	-0,009	93	1.879,26	0,000	0,011	-0,011
49	113.607,68	0,004	0,011	-0,007	94	1.891,36	0,000	0,011	-0,011
50	610.879,86	0,023	0,011	0,012	95	956,10	0,000	0,011	-0,011
51	10.807,54	0,000	0,011	-0,011	96	0,00	0,000	0,011	-0,011
52	531.683,12	0,020	0,011	0,009	97	97.362,00	0,004	0,011	-0,007
53	118.433,14	0,004	0,011	-0,007	98	9.890,12	0,000	0,011	-0,011
54	598.592,36	0,023	0,011	0,012	99	9.918,82	0,000	0,011	-0,011
SOMA TOTAL					26.349.822,66				

O Teste Z dos Dois Primeiros Dígitos apontou o valor 69 como excessivo e o dígito 23 como insuficiente.

O Teste de Soma indicou os valores 11, 13, 17, 18, 19, 24, 40, 50, 54, 65, 70 e 76 como tendo proporções bastante altas em suas somas.

Nenhum valor foi detectado em ambos os testes. Dessa maneira, para se estabelecer uma hierarquia de análise, sugere-se começar pelo valor mais significativo do Teste de Soma.

Tabela 213 – Teste de Soma dos valores totais: Terminal Marítimo de Recife - Concrepoxi

<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
10	203.649,09	0,008	0,011	-0,003	55	5.563,04	0,000	0,011	-0,011
11	1.472.097,20	0,057	0,011	0,046	56	63.467,00	0,002	0,011	-0,009
12	492.876,17	0,019	0,011	0,008	57	114.373,17	0,004	0,011	-0,007
13	1.825.893,55	0,071	0,011	0,060	58	5.845,50	0,000	0,011	-0,011
14	1.803.905,80	0,070	0,011	0,059	59	138.677,18	0,005	0,011	-0,006
15	83.205,88	0,003	0,011	-0,008	60	18.099,32	0,001	0,011	-0,010
16	220.125,49	0,009	0,011	-0,002	61	68.149,12	0,003	0,011	-0,008
17	413.721,65	0,016	0,011	0,005	62	62.103,56	0,002	0,011	-0,009
18	2.238.192,40	0,087	0,011	0,076	63	19.003,58	0,001	0,011	-0,010
19	2.423.417,33	0,094	0,011	0,083	64	646.822,12	0,025	0,011	0,014
20	465.790,96	0,018	0,011	0,007	65	19.557,76	0,001	0,011	-0,010
21	28.306,18	0,001	0,011	-0,010	66	665,55	0,000	0,011	-0,011
22	74.324,63	0,003	0,011	-0,008	67	6.781,79	0,000	0,011	-0,011
23	288.375,38	0,011	0,011	0,000	68	156.947,14	0,006	0,011	-0,005
24	744.300,56	0,029	0,011	0,018	69	29.731,44	0,001	0,011	-0,010
25	560.485,72	0,022	0,011	0,011	70	711.381,49	0,028	0,011	0,017
26	326.975,53	0,013	0,011	0,002	71	15.038,76	0,001	0,011	-0,010
27	11.294,77	0,000	0,011	-0,011	72	29.103,64	0,001	0,011	-0,010
28	39.759,75	0,002	0,011	-0,009	73	15.460,28	0,001	0,011	-0,010
29	43.787,86	0,002	0,011	-0,009	74	84.716,24	0,003	0,011	-0,008
30	648.436,99	0,025	0,011	0,014	75	9.095,58	0,000	0,011	-0,011
31	98.659,51	0,004	0,011	-0,007	76	849.357,42	0,033	0,011	0,022
32	500.019,63	0,019	0,011	0,008	77	779,60	0,000	0,011	-0,011
33	108.247,97	0,004	0,011	-0,007	78	95.493,73	0,004	0,011	-0,007
34	490.794,54	0,019	0,011	0,008	79	798,35	0,000	0,011	-0,011
35	430.801,50	0,017	0,011	0,006	80	80.752,91	0,003	0,011	-0,008
36	47.388,42	0,002	0,011	-0,009	81	106.920,29	0,004	0,011	-0,007
37	392.616,17	0,015	0,011	0,004	82	24.897,13	0,001	0,011	-0,010
38	20.374,03	0,001	0,011	-0,010	83	93.126,42	0,004	0,011	-0,007
39	599.219,48	0,023	0,011	0,012	84	8.482,35	0,000	0,011	-0,011
40	455.867,45	0,018	0,011	0,007	85	113.250,51	0,004	0,011	-0,007

<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
41	462.934,04	0,018	0,011	0,007	86	86.465,51	0,003	0,011	-0,008
42	136.141,84	0,005	0,011	-0,006	87	89.648,55	0,003	0,011	-0,008
43	21.774,32	0,001	0,011	-0,010	88	888,36	0,000	0,011	-0,011
44	993.389,26	0,039	0,011	0,028	89	895,15	0,000	0,011	-0,011
45	971.519,47	0,038	0,011	0,027	90	906,82	0,000	0,011	-0,011
46	14.352,68	0,001	0,011	-0,010	91	9.138,64	0,000	0,011	-0,011
47	143.855,19	0,006	0,011	-0,005	92	9.254,40	0,000	0,011	-0,011
48	97.319,04	0,004	0,011	-0,007	93	4.691,01	0,000	0,011	-0,011
49	63.914,01	0,002	0,011	-0,009	94	9.438,00	0,000	0,011	-0,011
50	615.945,82	0,024	0,011	0,013	95	0,00	0,000	0,011	-0,011
51	5.693,66	0,000	0,011	-0,011	96	0,00	0,000	0,011	-0,011
52	525.986,51	0,020	0,011	0,009	97	107.005,57	0,004	0,011	-0,007
53	119.460,88	0,005	0,011	-0,006	98	9.832,29	0,000	0,011	-0,011
54	120.135,85	0,005	0,011	-0,006	99	0,00	0,000	0,011	-0,011
SOMA TOTAL					25.767.940,44				

O Teste Z dos Dois Primeiros Dígitos apontou os valores 12, 59, 69, 74 e 85 como excessivos.

O Teste de Soma indicou os valores 11, 13, 14, 18, 19, 24, 30, 39, 44, 45, 50, 64, 70 e 76 como tendo proporções bastante altas em suas somas.

Nenhum valor foi detectado em ambos os testes. Dessa maneira, para se estabelecer uma hierarquia de análise, deve-se começar pelo valor mais significativo apontado pelo Teste de Soma.

3.3. Conclusão

Ante o exposto, percebeu-se, quanto ao Teste do Primeiro Dígito para os valores unitários, que houve uma desconformidade dos dados com a Lei de Benford, tanto para o orçamento da Administração quanto para a Concrepoxi. Para os valores totais, a Concrepoxi apresentou uma conformidade marginal.

Quanto ao Teste do Segundo Dígito para os valores unitários, o orçamento base mostrou uma não conformidade, enquanto a Concrepoxi apresentou uma conformidade marginal. Para os valores totais, o orçamento base mostrou uma

conformidade aceitável, enquanto a Concrepoxi apresentou uma conformidade marginal.

Para o Teste dos Dois Primeiros Dígitos, se considerarmos os resultado do Teste MDA, houve desconformidade tanto para os valores unitários quanto para os valores totais no caso de ambas as empresas. Contudo, para os valores totais, no geral, o desempenho nos demais testes estatísticos foi superior ao desempenho dos valores unitários.

4. REFORMA DA SEÇÃO CONTRA INCÊNDIO DO AEROPORTO DE BRASÍLIA

A obra em tela se destina à contratação de empresa de engenharia especializada para execução das obras e serviços de reforma da Seção Contra Incêndio, no Aeroporto Internacional de Brasília - Presidente Juscelino Kubitschek. O valor total do contrato foi estimado em R\$ 1.697.868,88. O tipo de licitação foi menor preço; o regime de contratação foi empreitada por preços unitários; e o critério de julgamento foi o menor preço global.

Cabe informar que, para essa obra, testou-se apenas o orçamento base.

4.1. Valores Unitários

4.1.1 Teste do Primeiro Dígito

A análise dos primeiros dígitos dos valores unitários será exibida a seguir.

Tabela 214 – Teste do Primeiro Dígito dos valores unitários – orçamento base Aeroporto de Brasília

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>			
1	100	0,293	0,301	-0,008	0,253	0,068	0,293	0,301	0,008	0,008	
2	51	0,150	0,176	-0,026	1,211	1,354	0,443	0,477	0,034	0,026	
3	52	0,152	0,125	0,027	1,453	2,062	0,595	0,602	0,007	0,027	
4	40	0,117	0,097	0,020	1,175	1,449	0,713	0,699	0,014	0,020	
5	20	0,059	0,079	-0,020	1,293	1,787	0,771	0,778	0,007	0,020	
6	31	0,091	0,067	0,024	1,658	2,909	0,862	0,845	0,017	0,024	
7	24	0,070	0,058	0,012	0,862	0,901	0,933	0,903	0,030	0,012	
8	13	0,038	0,051	-0,013	0,958	1,109	0,971	0,954	0,017	0,013	
9	10	0,029	0,046	-0,017	1,341	2,061	1,000	1,000	0,000	0,017	
N	341						13,701	Supremo	0,034	MDA	
							15,507	K-S Limite	0,074	0,019	

Os dados mostraram um bom desempenho no Teste Qui-Quadrado e no Teste K-S, conforme se observou nos resultados apresentados na tabela anterior.

No Teste Z, o desempenho também foi bom, já que nenhum dígito superou a fronteira de 1,96.

Já no MDA, a distribuição apresentou uma não conformidade.

4.1.2 Teste do Segundo Dígito

A análise dos segundos dígitos dos valores unitários será exibida a seguir.

Tabela 215 – Teste do Segundo Dígito dos valores unitários – orçamento base Aeroporto de Brasília

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>		
<i>0</i>	35	0,135	0,120	0,015	0,630	0,463	0,135	0,120	0,015	0,015
<i>1</i>	35	0,135	0,114	0,021	0,948	0,969	0,269	0,234	0,035	0,021
<i>2</i>	41	0,158	0,109	0,049	2,420	5,655	0,427	0,343	0,084	0,049
<i>3</i>	24	0,092	0,104	-0,012	0,516	0,342	0,519	0,447	0,072	0,012
<i>4</i>	22	0,085	0,100	-0,015	0,724	0,615	0,604	0,547	0,057	0,015
<i>5</i>	31	0,119	0,097	0,022	1,106	1,325	0,723	0,644	0,079	0,022
<i>6</i>	29	0,112	0,093	0,019	0,922	0,961	0,835	0,737	0,098	0,019
<i>7</i>	11	0,042	0,090	-0,048	2,579	6,571	0,877	0,827	0,050	0,048
<i>8</i>	14	0,054	0,088	-0,034	1,835	3,446	0,931	0,915	0,016	0,034
<i>9</i>	18	0,069	0,085	-0,016	0,801	0,761	1,000	1,000	0,000	0,016
<i>N</i>	260			χ^2 Real		21,108	Supremo	0,098		MDA
				χ^2 Limite		16,919	K-S Limite	0,084		0,025

Os dados não passaram em nenhum dos testes realizados.

No Teste Z, houve excessivas repetições do dígito 2 e insuficientes repetições do dígito 7.

No MDA, a distribuição apresentou uma não conformidade.

4.1.3 Teste dos Dois Primeiros Dígitos

A análise dos dois primeiros dígitos dos valores unitários de cada planilha orçamentária será exibida a seguir.

Tabela 216 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores unitários – orçamento base
Aeroporto de Brasília

Dígito	Cont.	Real	Benford	Diferença	Teste-Z	Upper Bound	Lower Bound	QQ		K-S	DMA	
10	11	0,042	0,041	0,001	0,074	0,068	0,015	0,005	0,042	0,041	0,001	0,001
11	19	0,073	0,038	0,035	2,821	0,063	0,013	8,568	0,115	0,079	0,036	0,035
12	15	0,058	0,035	0,023	1,849	0,059	0,011	3,933	0,173	0,114	0,059	0,023
13	8	0,031	0,032	-0,001	0,129	0,056	0,009	0,016	0,204	0,146	0,058	0,001
14	6	0,023	0,030	-0,007	0,469	0,053	0,007	0,411	0,227	0,176	0,051	0,007
15	13	0,050	0,028	0,022	1,959	0,050	0,006	4,478	0,277	0,204	0,073	0,022
16	11	0,042	0,026	0,016	1,416	0,048	0,005	2,521	0,319	0,230	0,089	0,016
17	7	0,027	0,025	0,002	0,018	0,046	0,004	0,046	0,346	0,255	0,091	0,002
18	5	0,019	0,023	-0,004	0,248	0,044	0,003	0,200	0,365	0,279	0,087	0,004
19	2	0,008	0,022	-0,015	1,383	0,042	0,002	2,482	0,373	0,301	0,072	0,015
20	7	0,027	0,021	0,006	0,427	0,041	0,002	0,403	0,400	0,322	0,078	0,006
21	6	0,023	0,020	0,003	0,109	0,039	0,001	0,106	0,423	0,342	0,081	0,003
22	9	0,035	0,019	0,015	1,569	0,038	0,001	3,157	0,458	0,362	0,096	0,015
23	7	0,027	0,018	0,008	0,780	0,037	0,000	1,002	0,485	0,380	0,104	0,008
24	5	0,019	0,018	0,002	0,184	0,036	0,000	0,033	0,504	0,398	0,106	0,002
25	5	0,019	0,017	0,002	0,034	0,035	-0,001	0,074	0,523	0,415	0,108	0,002
26	4	0,015	0,016	-0,001	0,128	0,034	-0,001	0,016	0,538	0,431	0,107	0,001
27	0	0,000	0,016	-0,016	1,794	0,033	-0,001	4,107	0,538	0,447	0,091	0,016
28	3	0,012	0,015	-0,004	0,234	0,032	-0,002	0,234	0,550	0,462	0,088	0,004
29	0	0,000	0,015	-0,015	1,714	0,031	-0,002	3,828	0,550	0,477	0,073	0,015
30	5	0,019	0,014	0,005	0,417	0,031	-0,002	0,455	0,569	0,491	0,078	0,005
31	4	0,015	0,014	0,002	0,221	0,030	-0,002	0,048	0,585	0,505	0,079	0,002
32	4	0,015	0,013	0,002	0,014	0,029	-0,003	0,079	0,600	0,519	0,081	0,002
33	3	0,012	0,013	-0,001	0,203	0,029	-0,003	0,041	0,612	0,531	0,080	0,001
34	4	0,015	0,013	0,003	0,126	0,028	-0,003	0,161	0,627	0,544	0,083	0,003
35	7	0,027	0,012	0,015	1,872	0,028	-0,003	4,585	0,654	0,556	0,098	0,015
36	9	0,035	0,012	0,023	3,092	0,027	-0,003	11,275	0,688	0,568	0,120	0,023
37	0	0,000	0,012	-0,012	1,456	0,027	-0,003	3,011	0,688	0,580	0,109	0,012
38	1	0,004	0,011	-0,007	0,842	0,026	-0,003	1,274	0,692	0,591	0,101	0,007
39	6	0,023	0,011	0,012	1,571	0,026	-0,004	3,451	0,715	0,602	0,113	0,012
40	4	0,015	0,011	0,005	0,429	0,025	-0,004	0,527	0,731	0,613	0,118	0,005
41	3	0,012	0,010	0,001	0,170	0,025	-0,004	0,029	0,742	0,623	0,119	0,001
42	4	0,015	0,010	0,005	0,520	0,024	-0,004	0,679	0,758	0,633	0,124	0,005
43	2	0,008	0,010	-0,002	0,060	0,024	-0,004	0,137	0,765	0,643	0,122	0,002
44	5	0,019	0,010	0,009	1,238	0,024	-0,004	2,390	0,785	0,653	0,131	0,009
45	4	0,015	0,010	0,006	0,649	0,023	-0,004	0,929	0,800	0,663	0,137	0,006
46	2	0,008	0,009	-0,002	0,276	0,023	-0,004	0,076	0,808	0,672	0,136	0,002
47	0	0,000	0,009	-0,009	1,223	0,023	-0,004	2,377	0,808	0,681	0,126	0,009
48	0	0,000	0,009	-0,009	1,204	0,022	-0,004	2,328	0,808	0,690	0,117	0,009
49	3	0,012	0,009	0,003	0,145	0,022	-0,004	0,226	0,819	0,699	0,120	0,003
50	2	0,008	0,009	-0,001	0,159	0,022	-0,005	0,025	0,827	0,708	0,119	0,001
51	1	0,004	0,008	-0,005	0,470	0,021	-0,005	0,649	0,831	0,716	0,115	0,005
52	2	0,008	0,008	-0,001	0,103	0,021	-0,005	0,011	0,838	0,724	0,114	0,001
53	2	0,008	0,008	0,000	0,076	0,021	-0,005	0,006	0,846	0,732	0,114	0,000
54	1	0,004	0,008	-0,004	0,399	0,021	-0,005	0,555	0,850	0,740	0,110	0,004
55	1	0,004	0,008	-0,004	0,376	0,020	-0,005	0,526	0,854	0,748	0,106	0,004
56	1	0,004	0,008	-0,004	0,354	0,020	-0,005	0,499	0,858	0,756	0,102	0,004

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferen- ça</i>	<i>Teste- Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>
57	1	0,004	0,008	-0,004	0,332	0,020	-0,005	0,473	0,862	0,763	0,098	0,004
58	0	0,000	0,007	-0,007	1,033	0,020	-0,005	1,930	0,862	0,771	0,091	0,007
59	0	0,000	0,007	-0,007	1,018	0,020	-0,005	1,898	0,862	0,778	0,083	0,007
60	4	0,015	0,007	0,008	1,200	0,019	-0,005	2,439	0,877	0,785	0,092	0,008
61	1	0,004	0,007	-0,003	0,249	0,019	-0,005	0,381	0,881	0,792	0,088	0,003
62	5	0,019	0,007	0,012	2,011	0,019	-0,005	5,644	0,900	0,799	0,101	0,012
63	0	0,000	0,007	-0,007	0,962	0,019	-0,005	1,778	0,900	0,806	0,094	0,007
64	1	0,004	0,007	-0,003	0,190	0,019	-0,005	0,322	0,904	0,813	0,091	0,003
65	0	0,000	0,007	-0,007	0,935	0,018	-0,005	1,724	0,904	0,820	0,084	0,007
66	1	0,004	0,007	-0,003	0,152	0,018	-0,005	0,287	0,908	0,826	0,082	0,003
67	2	0,008	0,006	0,001	0,254	0,018	-0,005	0,064	0,915	0,833	0,083	0,001
68	2	0,008	0,006	0,001	0,275	0,018	-0,005	0,075	0,923	0,839	0,084	0,001
69	1	0,004	0,006	-0,002	0,098	0,018	-0,005	0,240	0,927	0,845	0,082	0,002
70	1	0,004	0,006	-0,002	0,081	0,018	-0,005	0,226	0,931	0,851	0,080	0,002
71	0	0,000	0,006	-0,006	0,861	0,017	-0,005	1,579	0,931	0,857	0,073	0,006
72	1	0,004	0,006	-0,002	0,046	0,017	-0,005	0,200	0,935	0,863	0,071	0,002
73	1	0,004	0,006	-0,002	0,029	0,017	-0,005	0,187	0,938	0,869	0,069	0,002
74	0	0,000	0,006	-0,006	0,827	0,017	-0,005	1,516	0,938	0,875	0,063	0,006
75	0	0,000	0,006	-0,006	0,816	0,017	-0,005	1,496	0,938	0,881	0,058	0,006
76	0	0,000	0,006	-0,006	0,806	0,017	-0,005	1,476	0,938	0,886	0,052	0,006
77	1	0,004	0,006	-0,002	0,380	0,017	-0,005	0,143	0,942	0,892	0,050	0,002
78	2	0,008	0,006	0,002	0,051	0,016	-0,005	0,219	0,950	0,898	0,052	0,002
79	1	0,004	0,005	-0,002	0,354	0,016	-0,005	0,124	0,954	0,903	0,051	0,002
80	0	0,000	0,005	-0,005	0,764	0,016	-0,005	1,403	0,954	0,908	0,045	0,005
81	1	0,004	0,005	-0,001	0,328	0,016	-0,005	0,107	0,958	0,914	0,044	0,001
82	1	0,004	0,005	-0,001	0,316	0,016	-0,005	0,099	0,962	0,919	0,042	0,001
83	0	0,000	0,005	-0,005	0,735	0,016	-0,005	1,352	0,962	0,924	0,037	0,005
84	0	0,000	0,005	-0,005	0,725	0,016	-0,005	1,336	0,962	0,929	0,032	0,005
85	0	0,000	0,005	-0,005	0,716	0,016	-0,005	1,321	0,962	0,934	0,027	0,005
86	0	0,000	0,005	-0,005	0,707	0,016	-0,005	1,305	0,962	0,940	0,022	0,005
87	0	0,000	0,005	-0,005	0,698	0,015	-0,006	1,290	0,962	0,944	0,017	0,005
88	1	0,004	0,005	-0,001	0,245	0,015	-0,006	0,060	0,965	0,949	0,016	0,001
89	2	0,008	0,005	0,003	0,213	0,015	-0,006	0,432	0,973	0,954	0,019	0,003
90	1	0,004	0,005	-0,001	0,222	0,015	-0,006	0,049	0,977	0,959	0,018	0,001
91	0	0,000	0,005	-0,005	0,662	0,015	-0,006	1,234	0,977	0,964	0,013	0,005
92	0	0,000	0,005	-0,005	0,654	0,015	-0,006	1,221	0,977	0,968	0,008	0,005
93	1	0,004	0,005	-0,001	0,189	0,015	-0,006	0,036	0,981	0,973	0,008	0,001
94	0	0,000	0,005	-0,005	0,637	0,015	-0,006	1,195	0,981	0,978	0,003	0,005
95	1	0,004	0,005	-0,001	0,168	0,015	-0,006	0,028	0,985	0,982	0,002	0,001
96	1	0,004	0,005	-0,001	0,158	0,015	-0,006	0,025	0,988	0,987	0,002	0,001
97	0	0,000	0,004	-0,004	0,613	0,014	-0,006	1,158	0,988	0,991	0,003	0,004
98	0	0,000	0,004	-0,004	0,605	0,014	-0,006	1,146	0,988	0,996	0,007	0,004
99	3	0,012	0,004	0,007	1,284	0,014	-0,006	3,065	1,000	1,000	0,000	0,007
<i>N</i>	<i>260</i>				χ^2 <i>Real</i>			<i>114,254</i>	<i>Supremo</i>	<i>0,137</i>		<i>MDA</i>
					χ^2 <i>Limite</i>			<i>112,02</i>	<i>K-S Limite</i>	<i>0,084</i>		<i>0,0058</i>

Os dígitos 11, 36 e 62 não passaram no Teste Z. Todavia, como foram apenas três picos, pode-se considerar, segundo Nigrini (2012) que os dados em tela tiveram, em geral, um bom desempenho nesse teste.

Contudo, a distribuição mostrou desconformidade em todos os demais testes.

4.1.4 Teste de Soma

A análise do Teste de Soma dos valores unitários de cada planilha orçamentária será exibida a seguir.

Tabela 217 – Teste de Soma para os valores unitários – orçamento base Aeroporto de Brasília

<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
10	1.238,11	0,008	0,011	-0,003	55	55,09	0,000	0,011	-0,011
11	5.432,00	0,034	0,011	0,023	56	566,20	0,004	0,011	-0,007
12	2.091,62	0,013	0,011	0,002	57	579,56	0,004	0,011	-0,007
13	1.549,71	0,010	0,011	-0,001	58	0,00	0,000	0,011	-0,011
14	3.152,15	0,020	0,011	0,009	59	0,00	0,000	0,011	-0,011
15	6.830,93	0,043	0,011	0,032	60	2.425,12	0,015	0,011	0,004
16	326,50	0,002	0,011	-0,009	61	614,29	0,004	0,011	-0,007
17	3.692,99	0,023	0,011	0,012	62	873,88	0,006	0,011	-0,005
18	92,58	0,001	0,011	-0,010	63	0,00	0,000	0,011	-0,011
19	213,53	0,001	0,011	-0,010	64	64,33	0,000	0,011	-0,011
20	692,92	0,004	0,011	-0,007	65	0,00	0,000	0,011	-0,011
21	886,53	0,006	0,011	-0,005	66	66,73	0,000	0,011	-0,011
22	4.629,68	0,029	0,011	0,018	67	1.350,37	0,009	0,011	-0,002
23	582,29	0,004	0,011	-0,007	68	756,33	0,005	0,011	-0,006
24	2.534,01	0,016	0,011	0,005	69	6.926,03	0,044	0,011	0,033
25	5.424,48	0,034	0,011	0,023	70	709,42	0,004	0,011	-0,007
26	342,09	0,002	0,011	-0,009	71	0,00	0,000	0,011	-0,011
27	0,00	0,000	0,011	-0,011	72	72,15	0,000	0,011	-0,011
28	346,09	0,002	0,011	-0,009	73	73,27	0,000	0,011	-0,011
29	0,00	0,000	0,011	-0,011	74	0,00	0,000	0,011	-0,011
30	425,11	0,003	0,011	-0,008	75	0,00	0,000	0,011	-0,011
31	3.807,06	0,024	0,011	0,013	76	0,00	0,000	0,011	-0,011
32	130,28	0,001	0,011	-0,010	77	77,76	0,000	0,011	-0,011

<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
33	4.030,25	0,025	0,011	0,014	78	858,80	0,005	0,011	-0,006
34	447,19	0,003	0,011	-0,008	79	794,71	0,005	0,011	-0,006
35	1.835,16	0,012	0,011	0,001	80	0,00	0,000	0,011	-0,011
36	37.897,62	0,239	0,011	0,228	81	813,16	0,005	0,011	-0,006
37	0,00	0,000	0,011	-0,011	82	824,07	0,005	0,011	-0,006
38	38,30	0,000	0,011	-0,011	83	0,00	0,000	0,011	-0,011
39	5.221,85	0,033	0,011	0,022	84	0,00	0,000	0,011	-0,011
40	530,39	0,003	0,011	-0,008	85	0,00	0,000	0,011	-0,011
41	4.573,69	0,029	0,011	0,018	86	0,00	0,000	0,011	-0,011
42	169,42	0,001	0,011	-0,010	87	0,00	0,000	0,011	-0,011
43	482,92	0,003	0,011	-0,008	88	8.818,07	0,056	0,011	0,045
44	9.750,56	0,062	0,011	0,051	89	178,61	0,001	0,011	-0,010
45	5.099,54	0,032	0,011	0,021	90	90,59	0,001	0,011	-0,010
46	931,68	0,006	0,011	-0,005	91	0,00	0,000	0,011	-0,011
47	0,00	0,000	0,011	-0,011	92	0,00	0,000	0,011	-0,011
48	0,00	0,000	0,011	-0,011	93	93,34	0,001	0,011	-0,010
49	1.038,23	0,007	0,011	-0,004	94	0,00	0,000	0,011	-0,011
50	558,73	0,004	0,011	-0,007	95	95,96	0,001	0,011	-0,010
51	5.199,42	0,033	0,011	0,022	96	96,20	0,001	0,011	-0,010
52	577,58	0,004	0,011	-0,007	97	0,00	0,000	0,011	-0,011
53	5.849,92	0,037	0,011	0,026	98	0,00	0,000	0,011	-0,011
54	544,76	0,003	0,011	-0,008	99	1.192,37	0,008	0,011	-0,003
SOMA TOTAL					158.264,28				

O Teste Z dos Dois Primeiros Dígitos apontou os valores 11, 36 e 62 como excessivos.

O Teste de Soma indicou os valores 11, 15, 17, 22, 25, 31, 33, 36, 39, 41, 44, 45, 51, 53, 69 e 88 como tendo proporções bastante altas em suas somas.

Em uma auditoria para avaliar os preços dos serviços, seria recomendável primeiro se investigarem os dígitos 11 e 36, os quais foram apontados em ambos os testes.

4.2. Valores Totais

4.2.1 Teste do Primeiro Dígito

A análise dos primeiros dígitos dos valores totais será exibida a seguir.

Tabela 218 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais – orçamento base Aeroporto de Brasília

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>		<i>MDA</i>		
1	99	0,290	0,301	-0,011	0,371	0,129	0,290	0,301	0,011	0,011	
2	58	0,170	0,176	-0,006	0,216	0,068	0,460	0,477	0,017	0,006	
3	35	0,103	0,125	-0,022	1,167	1,364	0,563	0,602	0,039	0,022	
4	29	0,085	0,097	-0,012	0,655	0,503	0,648	0,699	0,051	0,012	
5	33	0,097	0,079	0,018	1,116	1,364	0,745	0,778	0,033	0,018	
6	25	0,073	0,067	0,006	0,358	0,203	0,818	0,845	0,027	0,006	
7	29	0,085	0,058	0,027	2,021	4,300	0,903	0,903	0,000	0,027	
8	19	0,056	0,051	0,005	0,273	0,149	0,959	0,954	0,005	0,005	
9	14	0,041	0,046	-0,005	0,307	0,181	1,000	1,000	0,000	0,005	
N	341	χ^2 Real				8,260	<i>Supremo</i>		0,051		MDA
		χ^2 Limite				15,507	<i>K-S Limite</i>		0,074		0,012

Os dados mostraram um bom desempenho em todos os testes.

No Teste Z, contudo, o dígito 7 superou o limite de 1,96, tendo sido excessivo em frequência na planilha orçamentária.

No MDA, a distribuição apresentou uma conformidade aceitável.

4.2.2 Teste do Segundo Dígito

A análise dos segundos dígitos dos valores totais será exibida a seguir.

Tabela 219 – Teste do Segundo Dígito dos valores totais – orçamento base Aeroporto de Brasília

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>		<i>MDA</i>	
<i>0</i>	41	0,122	0,120	0,002	0,010	0,008	0,122	0,120	0,002	0,002
<i>1</i>	51	0,151	0,114	0,037	2,071	4,121	0,273	0,234	0,039	0,037
<i>2</i>	41	0,122	0,109	0,013	0,658	0,496	0,395	0,343	0,052	0,013
<i>3</i>	28	0,083	0,104	-0,021	1,168	1,417	0,478	0,447	0,031	0,021
<i>4</i>	32	0,095	0,100	-0,005	0,218	0,086	0,573	0,547	0,026	0,005
<i>5</i>	33	0,098	0,097	0,001	0,057	0,003	0,671	0,644	0,027	0,001
<i>6</i>	21	0,062	0,093	-0,031	1,846	3,412	0,733	0,737	0,004	0,031
<i>7</i>	20	0,059	0,090	-0,031	1,871	3,518	0,792	0,827	0,035	0,031
<i>8</i>	39	0,116	0,088	0,028	1,701	2,944	0,908	0,915	0,007	0,028
<i>9</i>	31	0,092	0,085	0,007	0,362	0,194	1,000	1,000	0,000	0,007
<i>N</i>	<i>337</i>	χ^2 Real				<i>16,198</i>	<i>Supremo</i>	<i>0,052</i>	<i>MDA</i>	
		χ^2 Limite				<i>16,919</i>	<i>K-S Limite</i>	<i>0,074</i>	<i>0,017</i>	

Os resultados exibidos na tabela anterior mostraram uma conformidade dos dados com a Lei NB nos Testes Qui-Quadrado e K-S.

No Teste Z, o dígito 1 superou a fronteira de 1,96, por ocorrências excessivas na planilha de dados.

O MDA apontou uma não conformidade dos dados com a distribuição de Benford.

4.2.3 Teste dos Dois Primeiros Dígitos

A análise dos dois primeiros dígitos dos valores totais será exibida a seguir.

Tabela 220 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores totais – orçamento base Aeroporto de Brasília

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>	<i>K-S</i>		<i>DMA</i>	
<i>10</i>	13	0,039	0,041	-0,003	0,123	0,064	0,019	0,065	0,039	0,041	0,003	0,003
<i>11</i>	17	0,050	0,038	0,013	1,076	0,060	0,016	1,429	0,089	0,079	0,010	0,013
<i>12</i>	8	0,024	0,035	-0,011	0,956	0,056	0,014	1,178	0,113	0,114	0,001	0,011
<i>13</i>	7	0,021	0,032	-0,011	1,033	0,053	0,012	1,364	0,134	0,146	0,013	0,011
<i>14</i>	10	0,030	0,030	0,000	0,031	0,050	0,010	0,001	0,163	0,176	0,013	0,000

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>
15	10	0,030	0,028	0,002	0,018	0,047	0,009	0,033	0,193	0,204	0,011	0,002
16	7	0,021	0,026	-0,006	0,467	0,045	0,008	0,395	0,214	0,230	0,017	0,006
17	4	0,012	0,025	-0,013	1,353	0,043	0,007	2,278	0,226	0,255	0,030	0,013
18	16	0,047	0,023	0,024	2,729	0,041	0,006	8,264	0,273	0,279	0,006	0,024
19	7	0,021	0,022	-0,002	0,003	0,040	0,005	0,034	0,294	0,301	0,007	0,002
20	7	0,021	0,021	0,000	0,053	0,038	0,004	0,003	0,315	0,322	0,008	0,000
21	7	0,021	0,020	0,001	0,074	0,037	0,004	0,005	0,335	0,342	0,007	0,001
22	4	0,012	0,019	-0,007	0,794	0,035	0,003	0,965	0,347	0,362	0,015	0,007
23	4	0,012	0,018	-0,007	0,699	0,034	0,003	0,798	0,359	0,380	0,021	0,007
24	8	0,024	0,018	0,006	0,630	0,033	0,002	0,687	0,383	0,398	0,015	0,006
25	8	0,024	0,017	0,007	0,741	0,032	0,002	0,890	0,407	0,415	0,008	0,007
26	3	0,009	0,016	-0,007	0,868	0,031	0,001	1,153	0,415	0,431	0,016	0,007
27	3	0,009	0,016	-0,007	0,796	0,031	0,001	1,014	0,424	0,447	0,023	0,007
28	11	0,033	0,015	0,017	2,385	0,030	0,001	6,696	0,457	0,462	0,005	0,017
29	3	0,009	0,015	-0,006	0,661	0,029	0,000	0,776	0,466	0,477	0,011	0,006
30	0	0,000	0,014	-0,014	1,977	0,028	0,000	4,799	0,466	0,491	0,025	0,014
31	8	0,024	0,014	0,010	1,333	0,028	0,000	2,420	0,490	0,505	0,016	0,010
32	5	0,015	0,013	0,001	0,235	0,027	0,000	0,055	0,504	0,519	0,014	0,001
33	0	0,000	0,013	-0,013	1,863	0,027	-0,001	4,369	0,504	0,531	0,027	0,013
34	2	0,006	0,013	-0,007	0,851	0,026	-0,001	1,185	0,510	0,544	0,034	0,007
35	6	0,018	0,012	0,006	0,682	0,025	-0,001	0,854	0,528	0,556	0,028	0,006
36	3	0,009	0,012	-0,003	0,256	0,025	-0,001	0,254	0,537	0,568	0,031	0,003
37	2	0,006	0,012	-0,006	0,714	0,024	-0,001	0,928	0,543	0,580	0,037	0,006
38	5	0,015	0,011	0,004	0,360	0,024	-0,001	0,378	0,558	0,591	0,033	0,004
39	4	0,012	0,011	0,001	0,154	0,024	-0,002	0,023	0,570	0,602	0,032	0,001
40	5	0,015	0,011	0,004	0,469	0,023	-0,002	0,532	0,585	0,613	0,028	0,004
41	5	0,015	0,010	0,004	0,521	0,023	-0,002	0,615	0,599	0,623	0,024	0,004
42	4	0,012	0,010	0,002	0,030	0,022	-0,002	0,090	0,611	0,633	0,022	0,002
43	3	0,009	0,010	-0,001	0,200	0,022	-0,002	0,040	0,620	0,643	0,023	0,001
44	3	0,009	0,010	-0,001	0,160	0,022	-0,002	0,025	0,629	0,653	0,024	0,001
45	3	0,009	0,010	-0,001	0,121	0,021	-0,002	0,015	0,638	0,663	0,025	0,001
46	2	0,006	0,009	-0,003	0,367	0,021	-0,002	0,418	0,644	0,672	0,028	0,003
47	1	0,003	0,009	-0,006	0,905	0,021	-0,003	1,406	0,647	0,681	0,034	0,006
48	1	0,003	0,009	-0,006	0,878	0,020	-0,003	1,349	0,650	0,690	0,040	0,006
49	2	0,006	0,009	-0,003	0,267	0,020	-0,003	0,310	0,656	0,699	0,043	0,003
50	4	0,012	0,009	0,003	0,355	0,020	-0,003	0,419	0,668	0,708	0,040	0,003
51	6	0,018	0,008	0,009	1,583	0,020	-0,003	3,509	0,685	0,716	0,031	0,009
52	6	0,018	0,008	0,010	1,631	0,019	-0,003	3,701	0,703	0,724	0,021	0,010
53	3	0,009	0,008	0,001	0,160	0,019	-0,003	0,026	0,712	0,732	0,020	0,001
54	3	0,009	0,008	0,001	0,193	0,019	-0,003	0,037	0,721	0,740	0,019	0,001
55	1	0,003	0,008	-0,005	0,703	0,019	-0,003	1,016	0,724	0,748	0,024	0,005
56	2	0,006	0,008	-0,002	0,056	0,018	-0,003	0,135	0,730	0,756	0,026	0,002
57	3	0,009	0,008	0,001	0,286	0,018	-0,003	0,081	0,739	0,763	0,025	0,001
58	0	0,000	0,007	-0,007	1,270	0,018	-0,003	2,502	0,739	0,771	0,032	0,007
59	5	0,015	0,007	0,008	1,306	0,018	-0,003	2,623	0,754	0,778	0,024	0,008
60	4	0,012	0,007	0,005	0,697	0,018	-0,003	1,033	0,766	0,785	0,020	0,005
61	2	0,006	0,007	-0,001	0,247	0,017	-0,003	0,061	0,772	0,792	0,021	0,001

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>
62	4	0,012	0,007	0,005	0,760	0,017	-0,003	1,174	0,783	0,799	0,016	0,005
63	4	0,012	0,007	0,005	0,790	0,017	-0,003	1,247	0,795	0,806	0,011	0,005
64	0	0,000	0,007	-0,007	1,178	0,017	-0,003	2,269	0,795	0,813	0,018	0,007
65	1	0,003	0,007	-0,004	0,493	0,017	-0,004	0,682	0,798	0,820	0,021	0,004
66	1	0,003	0,007	-0,004	0,474	0,017	-0,004	0,655	0,801	0,826	0,025	0,004
67	5	0,015	0,006	0,008	1,589	0,016	-0,004	3,698	0,816	0,833	0,016	0,008
68	0	0,000	0,006	-0,006	1,123	0,016	-0,004	2,137	0,816	0,839	0,023	0,006
69	3	0,009	0,006	0,003	0,272	0,016	-0,004	0,380	0,825	0,845	0,020	0,003
70	5	0,015	0,006	0,009	1,688	0,016	-0,004	4,118	0,840	0,851	0,011	0,009
71	2	0,006	0,006	0,000	0,033	0,016	-0,004	0,001	0,846	0,857	0,012	0,000
72	4	0,012	0,006	0,006	1,046	0,016	-0,004	1,944	0,858	0,863	0,006	0,006
73	6	0,018	0,006	0,012	2,494	0,016	-0,004	8,070	0,875	0,869	0,006	0,012
74	3	0,009	0,006	0,003	0,383	0,015	-0,004	0,546	0,884	0,875	0,009	0,003
75	0	0,000	0,006	-0,006	1,036	0,015	-0,004	1,939	0,884	0,881	0,003	0,006
76	1	0,003	0,006	-0,003	0,300	0,015	-0,004	0,436	0,887	0,886	0,001	0,003
77	1	0,003	0,006	-0,003	0,284	0,015	-0,004	0,418	0,890	0,892	0,002	0,003
78	4	0,012	0,006	0,006	1,201	0,015	-0,004	2,446	0,902	0,898	0,004	0,006
79	2	0,006	0,005	0,000	0,118	0,015	-0,004	0,014	0,908	0,903	0,005	0,000
80	0	0,000	0,005	-0,005	0,980	0,015	-0,004	1,818	0,908	0,908	0,000	0,005
81	3	0,009	0,005	0,004	0,527	0,015	-0,004	0,807	0,917	0,914	0,003	0,004
82	4	0,012	0,005	0,007	1,299	0,014	-0,004	2,793	0,929	0,919	0,010	0,007
83	1	0,003	0,005	-0,002	0,191	0,014	-0,004	0,323	0,932	0,924	0,007	0,002
84	1	0,003	0,005	-0,002	0,177	0,014	-0,004	0,309	0,935	0,929	0,005	0,002
85	3	0,009	0,005	0,004	0,604	0,014	-0,004	0,969	0,944	0,934	0,009	0,004
86	0	0,000	0,005	-0,005	0,919	0,014	-0,004	1,692	0,944	0,940	0,004	0,005
87	0	0,000	0,005	-0,005	0,909	0,014	-0,004	1,673	0,944	0,944	0,001	0,005
88	2	0,006	0,005	0,001	0,270	0,014	-0,004	0,072	0,950	0,949	0,000	0,001
89	3	0,009	0,005	0,004	0,678	0,014	-0,004	1,139	0,958	0,954	0,004	0,004
90	3	0,009	0,005	0,004	0,696	0,014	-0,004	1,182	0,967	0,959	0,008	0,004
91	1	0,003	0,005	-0,002	0,079	0,014	-0,004	0,225	0,970	0,964	0,007	0,002
92	2	0,006	0,005	0,001	0,333	0,013	-0,004	0,110	0,976	0,968	0,008	0,001
93	0	0,000	0,005	-0,005	0,853	0,013	-0,004	1,565	0,976	0,973	0,003	0,005
94	2	0,006	0,005	0,001	0,363	0,013	-0,004	0,131	0,982	0,978	0,004	0,001
95	1	0,003	0,005	-0,002	0,026	0,013	-0,004	0,185	0,985	0,982	0,003	0,002
96	2	0,006	0,005	0,001	0,393	0,013	-0,004	0,154	0,991	0,987	0,004	0,001
97	1	0,003	0,004	-0,001	0,001	0,013	-0,004	0,167	0,994	0,991	0,003	0,001
98	0	0,000	0,004	-0,004	0,811	0,013	-0,004	1,486	0,994	0,996	0,002	0,004
99	2	0,006	0,004	0,002	0,024	0,013	-0,004	0,190	1,000	1,000	0,000	0,002
<i>N</i>	337			χ^2 Real				112,40	Supremo	0,043	MDA	
				χ^2 Limite				112,02	K-S Limite	0,074	0,0050	

Os testes, à exceção do MDA mostraram uma conformidade com a Lei NB.

Contudo, o MDA, que apresentou uma desconformidade, é o teste mais indicado por Nigrini (2012) para mensurar a conformidade, uma vez que seu cálculo independe da quantidade de dados da distribuição.

Os dígitos 18, 28, 30 e 73 não passaram no Teste Z. Todavia, como foram apenas quatro picos, pode-se considerar, segundo Nigrini (2012) que os dados em tela tiveram, em geral, um bom desempenho.

4.2.4 Teste de Soma

A análise do Teste de Soma dos valores totais será exibida a seguir.

Tabela 221 – Teste de Soma dos valores totais – orçamento base Aeroporto de Brasília

<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
10	48.882,39	0,029	0,011	0,018	55	5.550,76	0,003	0,011	-0,008
11	32.247,98	0,019	0,011	0,008	56	1.121,04	0,001	0,011	-0,010
12	40.634,00	0,024	0,011	0,013	57	686,89	0,000	0,011	-0,011
13	18.114,21	0,011	0,011	0,000	58	0,00	0,000	0,011	-0,011
14	10.471,40	0,006	0,011	-0,005	59	72.866,61	0,043	0,011	0,032
15	39.445,84	0,023	0,011	0,012	60	2.422,13	0,001	0,011	-0,010
16	22.827,82	0,013	0,011	0,002	61	6.808,31	0,004	0,011	-0,007
17	5.337,98	0,003	0,011	-0,008	62	1.938,23	0,001	0,011	-0,010
18	84.202,84	0,050	0,011	0,039	63	8.256,03	0,005	0,011	-0,006
19	25.934,69	0,015	0,011	0,004	64	0,00	0,000	0,011	-0,011
20	231.894,67	0,137	0,011	0,126	65	6.528,97	0,004	0,011	-0,007
21	921,88	0,001	0,011	-0,010	66	668,85	0,000	0,011	-0,011
22	7.041,76	0,004	0,011	-0,007	67	75.173,82	0,044	0,011	0,033
23	28.720,46	0,017	0,011	0,006	68	0,00	0,000	0,011	-0,011
24	8.104,44	0,005	0,011	-0,006	69	7.687,57	0,005	0,011	-0,006
25	266.598,69	0,157	0,011	0,146	70	1.621,66	0,001	0,011	-0,010
26	26.748,39	0,016	0,011	0,005	71	1.426,19	0,001	0,011	-0,010
27	816,67	0,000	0,011	-0,011	72	73.196,21	0,043	0,011	0,032
28	38.725,73	0,023	0,011	0,012	73	7.707,61	0,005	0,011	-0,006
29	615,96	0,000	0,011	-0,011	74	895,62	0,001	0,011	-0,010
30	0,00	0,000	0,011	-0,011	75	0,00	0,000	0,011	-0,011
31	10.508,25	0,006	0,011	-0,005	76	7.604,49	0,004	0,011	-0,007

<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
32	3.998,95	0,002	0,011	-0,009	77	77,58	0,000	0,011	-0,011
33	0,00	0,000	0,011	-0,011	78	2.424,18	0,001	0,011	-0,010
34	68,47	0,000	0,011	-0,011	79	8.791,01	0,005	0,011	-0,006
35	11.702,11	0,007	0,011	-0,004	80	0,00	0,000	0,011	-0,011
36	40.515,29	0,024	0,011	0,013	81	1.713,52	0,001	0,011	-0,010
37	7.494,43	0,004	0,011	-0,007	82	10.752,08	0,006	0,011	-0,005
38	42.976,30	0,025	0,011	0,014	83	83,52	0,000	0,011	-0,011
39	4.781,69	0,003	0,011	-0,008	84	845,54	0,000	0,011	-0,011
40	41.417,26	0,024	0,011	0,013	85	17.187,09	0,010	0,011	-0,001
41	8.792,20	0,005	0,011	-0,006	86	0,00	0,000	0,011	-0,011
42	4.736,62	0,003	0,011	-0,008	87	0,00	0,000	0,011	-0,011
43	5.254,83	0,003	0,011	-0,008	88	17.636,16	0,010	0,011	-0,001
44	9.325,33	0,005	0,011	-0,006	89	269,27	0,000	0,011	-0,011
45	9.135,85	0,005	0,011	-0,006	90	9.210,49	0,005	0,011	-0,006
46	5.101,60	0,003	0,011	-0,008	91	91,74	0,000	0,011	-0,011
47	4.707,71	0,003	0,011	-0,008	92	10.154,17	0,006	0,011	-0,005
48	4.833,84	0,003	0,011	-0,008	93	0,00	0,000	0,011	-0,011
49	5.415,80	0,003	0,011	-0,008	94	10.441,47	0,006	0,011	-0,005
50	56.093,78	0,033	0,011	0,022	95	95,76	0,000	0,011	-0,011
51	16.542,27	0,010	0,011	-0,001	96	10.590,22	0,006	0,011	-0,005
52	64.188,19	0,038	0,011	0,027	97	97,57	0,000	0,011	-0,011
53	5.901,86	0,003	0,011	-0,008	98	0,00	0,000	0,011	-0,011
54	11.450,27	0,007	0,011	-0,004	99	1.985,69	0,001	0,011	-0,010
SOMA TOTAL					1.697.868,88				

O Teste Z dos Dois Primeiros Dígitos apontou os valores 18, 28 e 73 como excessivos e o dígito 30 como insuficiente.

O Teste de Soma indicou os valores 10, 12, 15, 18, 20, 25, 28, 36, 38, 40, 50, 52, 59, 67 e 72 como tendo proporções bastante altas em suas somas.

Em uma auditoria para avaliar os preços dos serviços, seria recomendável primeiro se investigarem os dígitos 18 e 28, os quais foram apontados em ambos os testes.

4.3. Conclusão

Ante o exposto, pode-se concluir que, tanto para os valores unitários como para os valores totais, os dados tiveram um bom desempenho no Teste Z.

Contudo, segundo o MDA, os dados apresentaram uma desconformidade para os valores unitários em todos os testes primários. Para os valores totais, apenas no Teste do Primeiro Dígito os dados mostraram uma conformidade aceitável.

Além disso, como o conjunto de dados era pequeno, o Teste QQ e o Teste K-S apresentaram resultados extremamente favoráveis a uma conformidade, influenciados pelo tamanho de n .

5. CONSTRUÇÃO DO TECA DO AEROPORTO DE TOCANTINS

A obra em tela se destina à contratação de empresa de Engenharia Especializada para execução das obras de construção do Terminal de Logística de Cargas - TECA - do Aeroporto Brigadeiro Lysias Rodrigues em Palmas - Tocantins. O valor total do contrato foi estimado em R\$ 3.734.359,88.

O tipo de licitação foi menor preço; o regime de contratação, empreitada por preços unitários; e o critério de julgamento, menor preço global.

Cabe informar que, para essa obra, testou-se apenas o orçamento base.

5.1. Valores Unitários

5.1.1 Teste do Primeiro Dígito

A análise dos primeiros dígitos dos valores unitários será exibida a seguir.

Tabela 222 – Teste do Primeiro Dígito dos valores unitários – orçamento base Aeroporto de Tocantins

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>		
<i>1</i>	95	0,278	0,301	-0,023	0,877	0,613	0,278	0,301	0,023	0,023
<i>2</i>	50	0,146	0,176	-0,030	1,376	1,726	0,424	0,477	0,053	0,030
<i>3</i>	47	0,137	0,125	0,012	0,613	0,423	0,561	0,602	0,041	0,012
<i>4</i>	30	0,088	0,097	-0,009	0,489	0,304	0,649	0,699	0,050	0,009
<i>5</i>	32	0,094	0,079	0,015	0,898	0,919	0,743	0,778	0,035	0,015
<i>6</i>	26	0,076	0,067	0,009	0,559	0,416	0,819	0,845	0,026	0,009
<i>7</i>	28	0,082	0,058	0,024	1,773	3,360	0,901	0,903	0,002	0,024
<i>8</i>	16	0,047	0,051	-0,004	0,232	0,119	0,947	0,954	0,007	0,004
<i>9</i>	18	0,053	0,046	0,007	0,456	0,327	1,000	1,000	0,000	0,007
<i>N</i>	<i>342</i>			χ^2 Real		<i>8,205</i>	<i>Supremo</i>	<i>0,053</i>		<i>MDA</i>
				χ^2 Limite		<i>15,507</i>	<i>K-S Limite</i>	<i>0,074</i>		<i>0,0148</i>

Os dados mostraram um bom desempenho no Teste Qui-Quadrado e no Teste K-S, conforme se observa nos resultados apresentados na tabela anterior.

No Teste Z, o desempenho também foi bom, já que nenhum dígito superou a fronteira de 1,96.

Já no MDA, a distribuição apresentou uma conformidade marginal com a Lei NB.

5.1.2 Teste do Segundo Dígito

A análise dos segundos dígitos dos valores unitários será exibida a seguir.

Tabela 223 – Teste do Segundo Dígito dos valores unitários – orçamento base Aeroporto de Tocantins

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>		
0	36	0,137	0,120	0,017	0,748	0,625	0,137	0,120	0,017	0,017
1	28	0,106	0,114	-0,008	0,288	0,131	0,243	0,234	0,009	0,008
2	25	0,095	0,109	-0,014	0,627	0,469	0,338	0,343	0,005	0,014
3	20	0,076	0,104	-0,028	1,384	1,976	0,414	0,447	0,033	0,028
4	21	0,080	0,100	-0,020	0,987	1,068	0,494	0,547	0,053	0,020
5	21	0,080	0,097	-0,017	0,836	0,798	0,574	0,644	0,070	0,017
6	35	0,133	0,093	0,040	2,132	4,543	0,707	0,737	0,030	0,040
7	29	0,110	0,090	0,020	1,041	1,200	0,817	0,827	0,010	0,020
8	33	0,125	0,088	0,037	2,036	4,197	0,943	0,915	0,028	0,037
9	15	0,057	0,085	-0,028	1,516	2,420	1,000	1,000	0,000	0,028
<i>N</i>	<i>263</i>			χ^2 Real		<i>17,427</i>	<i>Supremo</i>	<i>0,070</i>		<i>MDA</i>
				χ^2 Limite		<i>16,919</i>	<i>K-S Limite</i>	<i>0,084</i>		<i>0,023</i>

Os dados passaram somente no Teste K-S.

No Teste Z, houve excessivas repetições dos dígitos 6 e 8.

Além disso, no MDA, a distribuição apresentou uma não conformidade.

5.1.3 Teste dos Dois Primeiros Dígitos

A análise dos dois primeiros dígitos dos valores unitários será exibida a seguir.

Tabela 224 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores unitários – orçamento base
Aeroporto de Tocantins

Dígito	Cont.	Real	Benford	Diferença	Teste-Z	Upper Bound	Lower Bound	QQ		K-S		DMA
10	18	0,068	0,041	0,027	2,047	0,067	0,015	4,649	0,068	0,041	0,027	0,027
11	9	0,034	0,038	-0,004	0,142	0,063	0,013	0,089	0,103	0,079	0,023	0,004
12	9	0,034	0,035	-0,001	0,048	0,059	0,011	0,002	0,137	0,114	0,023	0,001
13	6	0,023	0,032	-0,009	0,686	0,055	0,009	0,718	0,160	0,146	0,014	0,009
14	5	0,019	0,030	-0,011	0,861	0,052	0,007	1,053	0,179	0,176	0,003	0,011
15	9	0,034	0,028	0,006	0,422	0,050	0,006	0,360	0,213	0,204	0,009	0,006
16	6	0,023	0,026	-0,004	0,163	0,048	0,005	0,123	0,236	0,230	0,005	0,004
17	9	0,034	0,025	0,009	0,781	0,046	0,004	0,936	0,270	0,255	0,015	0,009
18	9	0,034	0,023	0,011	0,947	0,044	0,003	1,292	0,304	0,279	0,025	0,011
19	8	0,030	0,022	0,008	0,686	0,042	0,003	0,783	0,335	0,301	0,034	0,008
20	3	0,011	0,021	-0,010	0,888	0,040	0,002	1,188	0,346	0,322	0,024	0,010
21	6	0,023	0,020	0,003	0,082	0,039	0,001	0,089	0,369	0,342	0,026	0,003
22	3	0,011	0,019	-0,008	0,707	0,038	0,001	0,850	0,380	0,362	0,019	0,008
23	5	0,019	0,018	0,001	0,064	0,037	0,000	0,004	0,399	0,380	0,019	0,001
24	4	0,015	0,018	-0,003	0,076	0,036	0,000	0,094	0,414	0,398	0,017	0,003
25	2	0,008	0,017	-0,009	0,943	0,035	-0,001	1,373	0,422	0,415	0,007	0,009
26	6	0,023	0,016	0,006	0,578	0,034	-0,001	0,662	0,445	0,431	0,014	0,006
27	2	0,008	0,016	-0,008	0,818	0,033	-0,001	1,117	0,452	0,447	0,005	0,008
28	12	0,046	0,015	0,030	3,771	0,032	-0,001	15,935	0,498	0,462	0,036	0,030
29	2	0,008	0,015	-0,007	0,703	0,031	-0,002	0,905	0,506	0,477	0,029	0,007
30	2	0,008	0,014	-0,007	0,648	0,030	-0,002	0,813	0,513	0,491	0,022	0,007
31	3	0,011	0,014	-0,002	0,067	0,030	-0,002	0,108	0,525	0,505	0,020	0,002
32	1	0,004	0,013	-0,010	1,082	0,029	-0,002	1,799	0,529	0,519	0,010	0,010
33	4	0,015	0,013	0,002	0,049	0,029	-0,003	0,102	0,544	0,531	0,012	0,002
34	4	0,015	0,013	0,003	0,105	0,028	-0,003	0,143	0,559	0,544	0,015	0,003
35	7	0,027	0,012	0,014	1,841	0,027	-0,003	4,446	0,586	0,556	0,029	0,014
36	10	0,038	0,012	0,026	3,623	0,027	-0,003	15,084	0,624	0,568	0,055	0,026
37	8	0,030	0,012	0,019	2,567	0,026	-0,003	8,057	0,654	0,580	0,074	0,019
38	6	0,023	0,011	0,012	1,479	0,026	-0,003	3,101	0,677	0,591	0,086	0,012
39	0	0,000	0,011	-0,011	1,414	0,025	-0,004	2,892	0,677	0,602	0,075	0,011
40	3	0,011	0,011	0,001	0,108	0,025	-0,004	0,011	0,688	0,613	0,075	0,001
41	5	0,019	0,010	0,009	1,059	0,025	-0,004	1,835	0,707	0,623	0,084	0,009
42	4	0,015	0,010	0,005	0,498	0,024	-0,004	0,641	0,722	0,633	0,089	0,005
43	1	0,004	0,010	-0,006	0,698	0,024	-0,004	1,007	0,726	0,643	0,083	0,006
44	2	0,008	0,010	-0,002	0,042	0,024	-0,004	0,125	0,734	0,653	0,081	0,002
45	0	0,000	0,010	-0,010	1,275	0,023	-0,004	2,510	0,734	0,663	0,071	0,010
46	4	0,015	0,009	0,006	0,669	0,023	-0,004	0,970	0,749	0,672	0,077	0,006
47	1	0,004	0,009	-0,005	0,586	0,023	-0,004	0,821	0,753	0,681	0,072	0,005
48	3	0,011	0,009	0,002	0,095	0,022	-0,004	0,177	0,764	0,690	0,074	0,002
49	2	0,008	0,009	-0,001	0,203	0,022	-0,004	0,041	0,772	0,699	0,073	0,001
50	5	0,019	0,009	0,010	1,495	0,022	-0,004	3,315	0,791	0,708	0,083	0,010
51	1	0,004	0,008	-0,005	0,484	0,021	-0,005	0,669	0,795	0,716	0,079	0,005
52	3	0,011	0,008	0,003	0,221	0,021	-0,005	0,312	0,806	0,724	0,082	0,003
53	2	0,008	0,008	-0,001	0,093	0,021	-0,005	0,009	0,814	0,732	0,081	0,001
54	1	0,004	0,008	-0,004	0,413	0,021	-0,005	0,573	0,817	0,740	0,077	0,004

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>
55	1	0,004	0,008	-0,004	0,391	0,020	-0,005	0,544	0,821	0,748	0,073	0,004
56	3	0,011	0,008	0,004	0,338	0,020	-0,005	0,473	0,833	0,756	0,077	0,004
57	3	0,011	0,008	0,004	0,366	0,020	-0,005	0,517	0,844	0,763	0,081	0,004
58	0	0,000	0,007	-0,007	1,043	0,020	-0,005	1,953	0,844	0,771	0,073	0,007
59	1	0,004	0,007	-0,003	0,304	0,019	-0,005	0,441	0,848	0,778	0,070	0,003
60	1	0,004	0,007	-0,003	0,283	0,019	-0,005	0,418	0,852	0,785	0,066	0,003
61	1	0,004	0,007	-0,003	0,263	0,019	-0,005	0,396	0,856	0,792	0,063	0,003
62	2	0,008	0,007	0,001	0,128	0,019	-0,005	0,016	0,863	0,799	0,064	0,001
63	1	0,004	0,007	-0,003	0,224	0,019	-0,005	0,355	0,867	0,806	0,061	0,003
64	1	0,004	0,007	-0,003	0,204	0,019	-0,005	0,336	0,871	0,813	0,058	0,003
65	0	0,000	0,007	-0,007	0,945	0,018	-0,005	1,744	0,871	0,820	0,051	0,007
66	4	0,015	0,007	0,009	1,364	0,018	-0,005	3,033	0,886	0,826	0,060	0,009
67	2	0,008	0,006	0,001	0,237	0,018	-0,005	0,056	0,894	0,833	0,061	0,001
68	1	0,004	0,006	-0,003	0,130	0,018	-0,005	0,267	0,897	0,839	0,058	0,003
69	0	0,000	0,006	-0,006	0,895	0,018	-0,005	1,643	0,897	0,845	0,052	0,006
70	1	0,004	0,006	-0,002	0,095	0,018	-0,005	0,237	0,901	0,851	0,050	0,002
71	2	0,008	0,006	0,002	0,319	0,017	-0,005	0,101	0,909	0,857	0,051	0,002
72	2	0,008	0,006	0,002	0,339	0,017	-0,005	0,114	0,916	0,863	0,053	0,002
73	1	0,004	0,006	-0,002	0,043	0,017	-0,005	0,198	0,920	0,869	0,051	0,002
74	2	0,008	0,006	0,002	0,378	0,017	-0,005	0,142	0,928	0,875	0,053	0,002
75	0	0,000	0,006	-0,006	0,826	0,017	-0,005	1,513	0,928	0,881	0,047	0,006
76	1	0,004	0,006	-0,002	0,405	0,017	-0,005	0,163	0,932	0,886	0,045	0,002
77	1	0,004	0,006	-0,002	0,391	0,017	-0,005	0,152	0,935	0,892	0,043	0,002
78	0	0,000	0,006	-0,006	0,794	0,016	-0,005	1,455	0,935	0,898	0,038	0,006
79	1	0,004	0,005	-0,002	0,365	0,016	-0,005	0,133	0,939	0,903	0,036	0,002
80	2	0,008	0,005	0,002	0,068	0,016	-0,005	0,238	0,947	0,908	0,038	0,002
81	0	0,000	0,005	-0,005	0,764	0,016	-0,005	1,401	0,947	0,914	0,033	0,005
82	0	0,000	0,005	-0,005	0,754	0,016	-0,005	1,384	0,947	0,919	0,028	0,005
83	0	0,000	0,005	-0,005	0,744	0,016	-0,005	1,368	0,947	0,924	0,022	0,005
84	1	0,004	0,005	-0,001	0,303	0,016	-0,005	0,092	0,951	0,929	0,021	0,001
85	0	0,000	0,005	-0,005	0,725	0,016	-0,005	1,336	0,951	0,934	0,016	0,005
86	0	0,000	0,005	-0,005	0,716	0,015	-0,005	1,320	0,951	0,940	0,011	0,005
87	2	0,008	0,005	0,003	0,171	0,015	-0,005	0,370	0,958	0,944	0,014	0,003
88	0	0,000	0,005	-0,005	0,698	0,015	-0,005	1,291	0,958	0,949	0,009	0,005
89	1	0,004	0,005	-0,001	0,245	0,015	-0,005	0,060	0,962	0,954	0,008	0,001
90	1	0,004	0,005	-0,001	0,234	0,015	-0,005	0,054	0,966	0,959	0,007	0,001
91	1	0,004	0,005	-0,001	0,223	0,015	-0,005	0,049	0,970	0,964	0,006	0,001
92	1	0,004	0,005	-0,001	0,212	0,015	-0,005	0,045	0,973	0,968	0,005	0,001
93	0	0,000	0,005	-0,005	0,654	0,015	-0,005	1,222	0,973	0,973	0,000	0,005
94	1	0,004	0,005	-0,001	0,190	0,015	-0,005	0,036	0,977	0,978	0,001	0,001
95	2	0,008	0,005	0,003	0,279	0,015	-0,005	0,540	0,985	0,982	0,003	0,003
96	1	0,004	0,005	-0,001	0,169	0,014	-0,005	0,028	0,989	0,987	0,002	0,001
97	1	0,004	0,004	-0,001	0,159	0,014	-0,005	0,025	0,992	0,991	0,001	0,001
98	2	0,008	0,004	0,003	0,317	0,014	-0,005	0,609	1,000	0,996	0,004	0,003
99	0	0,000	0,004	-0,004	0,606	0,014	-0,006	1,148	1,000	1,000	0,000	0,004
<i>N</i>	<i>263</i>			χ^2 <i>Real</i>				<i>110,797</i>	<i>Supremo</i>	<i>0,089</i>		<i>MDA</i>
				χ^2 <i>Limite</i>				<i>112,02</i>	<i>K-S Limite</i>	<i>0,084</i>		<i>0,0055</i>

Os dígitos 10, 28, 36 e 37 não passaram no Teste Z. Todavia, como foram apenas quatro picos, pode-se considerar, segundo Nigrini (2012) que os dados em tela tiveram, em geral, um bom desempenho.

Contudo, os dados tiveram conjuntamente bom desempenho apenas no Teste Qui-Quadrado. Não passaram no Teste K-S e no MDA.

5.1.4 Teste de Soma

A análise do Teste de Soma dos valores unitários será exibida a seguir.

Tabela 225 – Teste de Soma para os valores unitários – orçamento base Aeroporto de Tocantins

<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
10	25.930,20	0,058	0,011	0,047	55	55,19	0,000	0,011	-0,011
11	3.926,13	0,009	0,011	-0,002	56	679,36	0,002	0,011	-0,009
12	26.528,66	0,059	0,011	0,048	57	57.943,17	0,129	0,011	0,118
13	1.417,07	0,003	0,011	-0,008	58	0,00	0,000	0,011	-0,011
14	142.010,15	0,315	0,011	0,304	59	596,53	0,001	0,011	-0,010
15	4.867,40	0,011	0,011	0,000	60	6.067,83	0,013	0,011	0,002
16	392,75	0,001	0,011	-0,010	61	61,63	0,000	0,011	-0,011
17	4.123,46	0,009	0,011	-0,002	62	125,03	0,000	0,011	-0,011
18	4.521,49	0,010	0,011	-0,001	63	634,17	0,001	0,011	-0,010
19	2.409,23	0,005	0,011	-0,006	64	64,51	0,000	0,011	-0,011
20	246,81	0,001	0,011	-0,010	65	0,00	0,000	0,011	-0,011
21	325,37	0,001	0,011	-0,010	66	1.471,72	0,003	0,011	-0,008
22	22.355,80	0,050	0,011	0,039	67	135,07	0,000	0,011	-0,011
23	2.461,11	0,005	0,011	-0,006	68	6.812,35	0,015	0,011	0,004
24	98,22	0,000	0,011	-0,011	69	0,00	0,000	0,011	-0,011
25	5.112,17	0,011	0,011	0,000	70	70,41	0,000	0,011	-0,011
26	3.508,11	0,008	0,011	-0,003	71	143,06	0,000	0,011	-0,011
27	2.795,33	0,006	0,011	-0,005	72	799,80	0,002	0,011	-0,009
28	2.108,83	0,005	0,011	-0,006	73	734,42	0,002	0,011	-0,009
29	323,45	0,001	0,011	-0,010	74	8.247,98	0,018	0,011	0,007
30	334,89	0,001	0,011	-0,010	75	0,00	0,000	0,011	-0,011

<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
31	32.029,19	0,071	0,011	0,060	76	76,41	0,000	0,011	-0,011
32	327,35	0,001	0,011	-0,010	77	777,41	0,002	0,011	-0,009
33	431,17	0,001	0,011	-0,010	78	0,00	0,000	0,011	-0,011
34	1.069,05	0,002	0,011	-0,009	79	79,54	0,000	0,011	-0,011
35	886,61	0,002	0,011	-0,009	80	160,73	0,000	0,011	-0,011
36	5.650,63	0,013	0,011	0,002	81	0,00	0,000	0,011	-0,011
37	39.938,24	0,089	0,011	0,078	82	0,00	0,000	0,011	-0,011
38	230,55	0,001	0,011	-0,010	83	0,00	0,000	0,011	-0,011
39	0,00	0,000	0,011	-0,011	84	0,00	0,000	0,011	-0,011
40	488,27	0,001	0,011	-0,010	85	84,10	0,000	0,011	-0,011
41	1.698,53	0,004	0,011	-0,007	86	0,00	0,000	0,011	-0,011
42	1.325,55	0,003	0,011	-0,008	87	0,00	0,000	0,011	-0,011
43	43,84	0,000	0,011	-0,011	88	958,82	0,002	0,011	-0,009
44	89,64	0,000	0,011	-0,011	89	0,00	0,000	0,011	-0,011
45	0,00	0,000	0,011	-0,011	90	895,37	0,002	0,011	-0,009
46	186,05	0,000	0,011	-0,011	91	90,11	0,000	0,011	-0,011
47	473,17	0,001	0,011	-0,010	92	91,39	0,000	0,011	-0,011
48	1.018,87	0,002	0,011	-0,009	93	92,55	0,000	0,011	-0,011
49	545,06	0,001	0,011	-0,010	94	0,00	0,000	0,011	-0,011
50	6.613,21	0,015	0,011	0,004	95	94,96	0,000	0,011	-0,011
51	517,50	0,001	0,011	-0,010	96	1.055,20	0,002	0,011	-0,009
52	157,38	0,000	0,011	-0,011	97	9.670,07	0,021	0,011	0,010
53	1.072,93	0,002	0,011	-0,009	98	97,43	0,000	0,011	-0,011
54	54,25	0,000	0,011	-0,011	99	1.083,19	0,002	0,011	-0,009
SOMA TOTAL					450.593,18				

O Teste Z dos Dois Primeiros Dígitos apontou os valores 10, 28, 36 e 37 como excessivos.

O Teste de Soma indicou os valores 10, 12, 14, 22, 31, 37 e 57 como tendo proporções bastante altas em suas somas.

Em uma auditoria para avaliar os preços dos serviços, seria recomendável primeiro se investigarem os dígitos 10 e 37, os quais foram apontados em ambos os testes.

5.2. Valores Totais

5.2.1 Teste do Primeiro Dígito

A análise dos primeiros dígitos dos valores totais será exibida a seguir.

Tabela 226 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais – orçamento base Aeroporto de Tocantins

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>		
<i>1</i>	114	0,331	0,301	0,030	1,170	1,056	0,331	0,301	0,030	0,030
<i>2</i>	53	0,154	0,176	-0,022	0,997	0,940	0,485	0,477	0,008	0,022
<i>3</i>	43	0,125	0,125	0,000	0,000	0,000	0,610	0,602	0,008	0,000
<i>4</i>	33	0,096	0,097	-0,001	0,067	0,004	0,706	0,699	0,007	0,001
<i>5</i>	20	0,058	0,079	-0,021	1,334	1,895	0,765	0,778	0,013	0,021
<i>6</i>	31	0,090	0,067	0,023	1,607	2,744	0,855	0,845	0,010	0,023
<i>7</i>	25	0,073	0,058	0,015	1,049	1,277	0,927	0,903	0,024	0,015
<i>8</i>	14	0,041	0,051	-0,010	0,746	0,716	0,968	0,954	0,014	0,010
<i>9</i>	11	0,032	0,046	-0,014	1,113	1,471	1,000	1,000	0,000	0,014
<i>N</i>	<i>344</i>					<i>10,102</i>	<i>Supremo</i>	<i>0,030</i>	<i>MDA</i>	
						<i>15,507</i>	<i>K-S Limite</i>	<i>0,073</i>	<i>0,0152</i>	

Os dados mostraram um bom desempenho no geral.

No Teste Z, nenhum dígito superou o limite de 1,96.

Entretanto, no MDA, a distribuição ficou na fronteira entre a conformidade marginal e a não conformidade.

5.2.2 Teste do Segundo Dígito

A análise dos segundos dígitos dos valores totais será exibida a seguir.

Tabela 227 – Teste do Segundo Dígito dos valores totais – orçamento base Aeroporto de Tocantins

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>		
0	48	0,142	0,120	0,022	1,223	1,317	0,142	0,120	0,022	0,022
1	39	0,115	0,114	0,001	0,060	0,003	0,257	0,234	0,023	0,001
2	35	0,103	0,109	-0,006	0,253	0,103	0,360	0,343	0,017	0,006
3	38	0,112	0,104	0,008	0,399	0,214	0,472	0,447	0,025	0,008
4	25	0,074	0,100	-0,026	1,521	2,337	0,546	0,547	0,001	0,026
5	27	0,080	0,097	-0,017	0,988	1,053	0,625	0,644	0,019	0,017
6	32	0,094	0,093	0,001	1,223	0,007	0,720	0,737	0,017	0,001
7	36	0,106	0,090	0,016	0,947	0,988	0,826	0,827	0,001	0,016
8	24	0,071	0,088	-0,017	1,022	1,140	0,897	0,915	0,018	0,017
9	35	0,103	0,085	0,018	1,107	1,328	1,000	1,000	0,000	0,018
N	339			χ^2 Real		8,489	<i>Supremo</i>	0,025	<i>MDA</i>	
				χ^2 Limite		16,919	<i>K-S Limite</i>	0,074	0,013	

Os resultados exibidos na tabela anterior mostraram uma conformidade dos dados com a Lei NB nos Testes Qui-Quadrado e K-S.

No Teste Z, o desempenho foi bom, pois nenhum dígito superou o limite de 1,96.

Todavia, o MDA apontou uma não conformidade dos dados com a distribuição de Benford.

5.2.3 Teste dos Dois Primeiros Dígitos

A análise dos dois primeiros dígitos dos valores totais será exibida a seguir.

Tabela 228 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores totais – orçamento base Aeroporto de Tocantins

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>	<i>K-S</i>	<i>DMA</i>		
10	16	0,047	0,041	0,006	0,400	0,064	0,019	0,276	0,047	0,041	0,006	0,006
11	14	0,041	0,038	0,004	0,196	0,060	0,016	0,110	0,088	0,079	0,009	0,004
12	14	0,041	0,035	0,007	0,509	0,056	0,014	0,417	0,130	0,114	0,016	0,007
13	14	0,041	0,032	0,009	0,797	0,052	0,012	0,875	0,171	0,146	0,025	0,009
14	12	0,035	0,030	0,005	0,428	0,050	0,010	0,334	0,206	0,176	0,030	0,005
15	5	0,015	0,028	-0,013	1,317	0,047	0,009	2,133	0,221	0,204	0,017	0,013
16	5	0,015	0,026	-0,012	1,162	0,045	0,008	1,726	0,236	0,230	0,006	0,012

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>
17	11	0,032	0,025	0,008	0,728	0,043	0,007	0,794	0,268	0,255	0,013	0,008
18	5	0,015	0,023	-0,009	0,882	0,041	0,006	1,101	0,283	0,279	0,004	0,009
19	18	0,053	0,022	0,031	3,661	0,039	0,005	14,456	0,336	0,301	0,035	0,031
20	9	0,027	0,021	0,005	0,497	0,038	0,004	0,460	0,363	0,322	0,041	0,005
21	6	0,018	0,020	-0,003	0,135	0,037	0,004	0,105	0,381	0,342	0,038	0,003
22	3	0,009	0,019	-0,010	1,202	0,035	0,003	1,920	0,389	0,362	0,028	0,010
23	3	0,009	0,018	-0,010	1,115	0,034	0,003	1,702	0,398	0,380	0,018	0,010
24	1	0,003	0,018	-0,015	1,856	0,033	0,002	4,176	0,401	0,398	0,003	0,015
25	7	0,021	0,017	0,004	0,305	0,032	0,002	0,260	0,422	0,415	0,007	0,004
26	8	0,024	0,016	0,007	0,831	0,031	0,001	1,075	0,445	0,431	0,014	0,007
27	3	0,009	0,016	-0,007	0,808	0,031	0,001	1,035	0,454	0,447	0,007	0,007
28	8	0,024	0,015	0,008	1,035	0,030	0,001	1,554	0,478	0,462	0,015	0,008
29	5	0,015	0,015	0,000	0,004	0,029	0,000	0,000	0,493	0,477	0,016	0,000
30	4	0,012	0,014	-0,002	0,150	0,028	0,000	0,142	0,504	0,491	0,013	0,002
31	4	0,012	0,014	-0,002	0,081	0,028	0,000	0,097	0,516	0,505	0,011	0,002
32	6	0,018	0,013	0,004	0,459	0,027	0,000	0,477	0,534	0,519	0,015	0,004
33	6	0,018	0,013	0,005	0,530	0,026	-0,001	0,586	0,552	0,531	0,020	0,005
34	3	0,009	0,013	-0,004	0,374	0,026	-0,001	0,377	0,560	0,544	0,016	0,004
35	3	0,009	0,012	-0,003	0,320	0,025	-0,001	0,317	0,569	0,556	0,013	0,003
36	7	0,021	0,012	0,009	1,235	0,025	-0,001	2,181	0,590	0,568	0,022	0,009
37	4	0,012	0,012	0,000	0,037	0,024	-0,001	0,001	0,602	0,580	0,022	0,000
38	4	0,012	0,011	0,001	0,090	0,024	-0,001	0,008	0,614	0,591	0,023	0,001
39	2	0,006	0,011	-0,005	0,639	0,024	-0,002	0,801	0,619	0,602	0,017	0,005
40	5	0,015	0,011	0,004	0,456	0,023	-0,002	0,512	0,634	0,613	0,021	0,004
41	6	0,018	0,010	0,007	1,042	0,023	-0,002	1,695	0,652	0,623	0,029	0,007
42	4	0,012	0,010	0,002	0,019	0,022	-0,002	0,083	0,664	0,633	0,030	0,002
43	4	0,012	0,010	0,002	0,063	0,022	-0,002	0,112	0,676	0,643	0,032	0,002
44	3	0,009	0,010	-0,001	0,170	0,022	-0,002	0,029	0,684	0,653	0,031	0,001
45	2	0,006	0,010	-0,004	0,411	0,021	-0,002	0,472	0,690	0,663	0,028	0,004
46	1	0,003	0,009	-0,006	0,941	0,021	-0,002	1,482	0,693	0,672	0,021	0,006
47	3	0,009	0,009	0,000	0,057	0,021	-0,002	0,003	0,702	0,681	0,021	0,000
48	1	0,003	0,009	-0,006	0,885	0,020	-0,003	1,365	0,705	0,690	0,015	0,006
49	3	0,009	0,009	0,000	0,015	0,020	-0,003	0,000	0,714	0,699	0,015	0,000
50	2	0,006	0,009	-0,003	0,244	0,020	-0,003	0,287	0,720	0,708	0,012	0,003
51	0	0,000	0,008	-0,008	1,401	0,020	-0,003	2,859	0,720	0,716	0,004	0,008
52	2	0,006	0,008	-0,002	0,183	0,019	-0,003	0,231	0,726	0,724	0,001	0,002
53	1	0,003	0,008	-0,005	0,758	0,019	-0,003	1,115	0,729	0,732	0,004	0,005
54	2	0,006	0,008	-0,002	0,123	0,019	-0,003	0,182	0,735	0,740	0,006	0,002
55	4	0,012	0,008	0,004	0,522	0,019	-0,003	0,684	0,746	0,748	0,002	0,004
56	5	0,015	0,008	0,007	1,178	0,018	-0,003	2,200	0,761	0,756	0,005	0,007
57	3	0,009	0,008	0,001	-0,038	0,018	-0,003	0,075	0,770	0,763	0,006	0,001
58	0	0,000	0,007	-0,007	1,276	0,018	-0,003	2,517	0,770	0,771	0,001	0,007
59	0	0,000	0,007	-0,007	1,260	0,018	-0,003	2,474	0,770	0,778	0,008	0,007
60	5	0,015	0,007	0,008	1,329	0,018	-0,003	2,707	0,785	0,785	0,001	0,008
61	2	0,006	0,007	-0,001	0,256	0,017	-0,003	0,065	0,791	0,792	0,002	0,001
62	4	0,012	0,007	0,005	0,748	0,017	-0,003	1,148	0,802	0,799	0,003	0,005
63	2	0,006	0,007	-0,001	0,210	0,017	-0,003	0,044	0,808	0,806	0,002	0,001

Dígito	Cont.	Real	Benford	Diferença	Teste-Z	Upper Bound	Lower Bound	QQ		K-S		DMA	
64	0	0,000	0,007	-0,007	1,184	0,017	-0,003	2,283	0,808	0,813	0,005	0,007	
65	1	0,003	0,007	-0,004	0,500	0,017	-0,003	0,693	0,811	0,820	0,008	0,004	
66	2	0,006	0,007	-0,001	0,144	0,017	-0,004	0,021	0,817	0,826	0,009	0,001	
67	10	0,029	0,006	0,023	4,972	0,016	-0,004	28,028	0,847	0,833	0,014	0,023	
68	3	0,009	0,006	0,003	0,240	0,016	-0,004	0,337	0,855	0,839	0,017	0,003	
69	1	0,003	0,006	-0,003	0,426	0,016	-0,004	0,590	0,858	0,845	0,013	0,003	
70	3	0,009	0,006	0,003	0,286	0,016	-0,004	0,398	0,867	0,851	0,016	0,003	
71	3	0,009	0,006	0,003	0,308	0,016	-0,004	0,430	0,876	0,857	0,019	0,003	
72	0	0,000	0,006	-0,006	1,077	0,016	-0,004	2,031	0,876	0,863	0,013	0,006	
73	4	0,012	0,006	0,006	1,061	0,016	-0,004	1,991	0,888	0,869	0,019	0,006	
74	2	0,006	0,006	0,000	0,017	0,015	-0,004	0,000	0,894	0,875	0,019	0,000	
75	4	0,012	0,006	0,006	1,113	0,015	-0,004	2,155	0,906	0,881	0,025	0,006	
76	1	0,003	0,006	-0,003	0,307	0,015	-0,004	0,444	0,909	0,886	0,022	0,003	
77	1	0,003	0,006	-0,003	0,291	0,015	-0,004	0,426	0,912	0,892	0,019	0,003	
78	2	0,006	0,006	0,000	0,091	0,015	-0,004	0,008	0,917	0,898	0,020	0,000	
79	4	0,012	0,005	0,006	1,214	0,015	-0,004	2,492	0,929	0,903	0,026	0,006	
80	3	0,009	0,005	0,003	0,498	0,015	-0,004	0,750	0,938	0,908	0,030	0,003	
81	4	0,012	0,005	0,006	1,263	0,015	-0,004	2,664	0,950	0,914	0,036	0,006	
82	0	0,000	0,005	-0,005	0,964	0,014	-0,004	1,785	0,950	0,919	0,031	0,005	
83	3	0,009	0,005	0,004	0,556	0,014	-0,004	0,868	0,959	0,924	0,034	0,004	
84	1	0,003	0,005	-0,002	0,184	0,014	-0,004	0,316	0,962	0,929	0,032	0,002	
85	0	0,000	0,005	-0,005	0,934	0,014	-0,004	1,722	0,962	0,934	0,027	0,005	
86	2	0,006	0,005	0,001	0,229	0,014	-0,004	0,052	0,968	0,940	0,028	0,001	
87	0	0,000	0,005	-0,005	0,914	0,014	-0,004	1,683	0,968	0,944	0,023	0,005	
88	0	0,000	0,005	-0,005	0,904	0,014	-0,004	1,664	0,968	0,949	0,018	0,005	
89	1	0,003	0,005	-0,002	0,113	0,014	-0,004	0,253	0,971	0,954	0,016	0,002	
90	1	0,003	0,005	-0,002	0,100	0,014	-0,004	0,242	0,973	0,959	0,014	0,002	
91	0	0,000	0,005	-0,005	0,876	0,014	-0,004	1,609	0,973	0,964	0,010	0,005	
92	2	0,006	0,005	0,001	0,324	0,013	-0,004	0,105	0,979	0,968	0,011	0,001	
93	1	0,003	0,005	-0,002	0,060	0,013	-0,004	0,210	0,982	0,973	0,009	0,002	
94	1	0,003	0,005	-0,002	0,047	0,013	-0,004	0,200	0,985	0,978	0,008	0,002	
95	1	0,003	0,005	-0,002	0,034	0,013	-0,004	0,190	0,988	0,982	0,006	0,002	
96	1	0,003	0,005	-0,002	0,021	0,013	-0,004	0,181	0,991	0,987	0,004	0,002	
97	1	0,003	0,004	-0,002	0,008	0,013	-0,004	0,172	0,994	0,991	0,003	0,002	
98	1	0,003	0,004	-0,001	0,406	0,013	-0,004	0,164	0,997	0,996	0,001	0,001	
99	1	0,003	0,004	-0,001	0,395	0,013	-0,004	0,155	1,000	1,000	0,000	0,001	
N	339			χ^2 Real			119,146		Supremo		0,041		MDA
				χ^2 Limite			112,02		K-S Limite		0,074		0,0048

No Teste Z, o desempenho foi muito bom, uma vez que apenas os dígitos 19 e 67 extrapolaram a fronteira de 1,96.

Os dados de forma conjunta não passaram no Teste Qui-Quadrado e nem no MDA, mas obtiveram um bom resultado no Teste K-S.

Contudo, o MDA, que apresentou uma desconformidade, é o teste mais indicado por Nigrini (2012) para mensurar a conformidade, uma vez que seu cálculo independe da quantidade de dados da distribuição.

5.2.4 Teste de Soma

A análise do Teste de Soma dos valores totais será exibida a seguir.

Tabela 229 – Teste de Soma dos valores totais – orçamento base Aeroporto de Tocantins

<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
10	1.065.789,00	0,285	0,011	0,274	55	11.679,98	0,003	0,011	-0,008
11	198.881,27	0,053	0,011	0,042	56	7.389,20	0,002	0,011	-0,009
12	174.584,20	0,047	0,011	0,036	57	63.241,11	0,017	0,011	0,006
13	64.471,64	0,017	0,011	0,006	58	0,00	0,000	0,011	-0,011
14	232.595,62	0,062	0,011	0,051	59	0,00	0,000	0,011	-0,011
15	7.748,05	0,002	0,011	-0,009	60	8.489,64	0,002	0,011	-0,009
16	34.802,52	0,009	0,011	-0,002	61	62.246,90	0,017	0,011	0,006
17	76.443,83	0,020	0,011	0,009	62	68.992,91	0,018	0,011	0,007
18	3.929,75	0,001	0,011	-0,010	63	1.276,16	0,000	0,011	-0,011
19	70.455,83	0,019	0,011	0,008	64	0,00	0,000	0,011	-0,011
20	55.144,73	0,015	0,011	0,004	65	65.632,00	0,018	0,011	0,007
21	27.927,06	0,007	0,011	-0,004	66	66.987,88	0,018	0,011	0,007
22	2.697,62	0,001	0,011	-0,010	67	28.679,75	0,008	0,011	-0,003
23	7.003,81	0,002	0,011	-0,009	68	8.175,31	0,002	0,011	-0,009
24	249,40	0,000	0,011	-0,011	69	69,10	0,000	0,011	-0,011
25	15.392,54	0,004	0,011	-0,007	70	7.784,54	0,002	0,011	-0,009
26	9.045,69	0,002	0,011	-0,009	71	7.306,02	0,002	0,011	-0,009
27	32.713,93	0,009	0,011	-0,002	72	0,00	0,000	0,011	-0,011
28	37.883,52	0,010	0,011	-0,001	73	8.277,03	0,002	0,011	-0,009
29	9.363,42	0,003	0,011	-0,008	74	8.215,06	0,002	0,011	-0,009
30	950,18	0,000	0,011	-0,011	75	77.899,14	0,021	0,011	0,010
31	35.167,24	0,009	0,011	-0,002	76	7.676,76	0,002	0,011	-0,009
32	43.316,23	0,012	0,011	0,001	77	7.711,60	0,002	0,011	-0,009
33	4.071,48	0,001	0,011	-0,010	78	8.678,48	0,002	0,011	-0,009
34	1.033,00	0,000	0,011	-0,011	79	8.939,68	0,002	0,011	-0,009

<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
35	7.452,71	0,002	0,011	-0,009	80	88.963,77	0,024	0,011	0,013
36	9.121,01	0,002	0,011	-0,009	81	91.580,35	0,025	0,011	0,014
37	38.728,50	0,010	0,011	-0,001	82	0,00	0,000	0,011	-0,011
38	8.525,81	0,002	0,011	-0,009	83	1.753,97	0,000	0,011	-0,011
39	794,40	0,000	0,011	-0,011	84	84,37	0,000	0,011	-0,011
40	450.598,16	0,121	0,011	0,110	85	0,00	0,000	0,011	-0,011
41	42.646,25	0,011	0,011	0,000	86	87.057,16	0,023	0,011	0,012
42	4.751,58	0,001	0,011	-0,010	87	0,00	0,000	0,011	-0,011
43	48.219,64	0,013	0,011	0,002	88	0,00	0,000	0,011	-0,011
44	4.934,52	0,001	0,011	-0,010	89	896,22	0,000	0,011	-0,011
45	9.100,59	0,002	0,011	-0,009	90	9.040,75	0,002	0,011	-0,009
46	463,97	0,000	0,011	-0,011	91	0,00	0,000	0,011	-0,011
47	9.581,66	0,003	0,011	-0,008	92	10.131,52	0,003	0,011	-0,008
48	4.899,75	0,001	0,011	-0,010	93	9.397,72	0,003	0,011	-0,008
49	5.483,02	0,001	0,011	-0,010	94	946,34	0,000	0,011	-0,011
50	5.547,04	0,001	0,011	-0,010	95	9.585,00	0,003	0,011	-0,008
51	0,00	0,000	0,011	-0,011	96	9.670,07	0,003	0,011	-0,008
52	5.282,04	0,001	0,011	-0,010	97	971,44	0,000	0,011	-0,011
53	539,61	0,000	0,011	-0,011	98	9.870,96	0,003	0,011	-0,008
54	597,10	0,000	0,011	-0,011	99	99,04	0,000	0,011	-0,011
SOMA TOTAL					3.734.359,88				

O Teste Z dos Dois Primeiros Dígitos apontou os valores 19 e 67 como excessivos.

O Teste de Soma indicou os valores 10, 11, 12, 14, 40, 80, 81 e 86 como tendo proporções bastante altas em suas somas.

Observou-se que não houve coincidências de dígitos entre os dois testes. Contudo, como se tratam de valores totais, recomenda-se, em uma auditoria, priorizar os valores detectados no Teste de Soma por ordem decrescente de magnitude.

O dígito 19 apresentou uma soma considerável, mas o dígito 67 poderia ser descartado, em função de sua baixa materialidade.

5.3. Conclusão

Ante o exposto, pode-se concluir que os dados, tanto para os valores unitários como para os valores totais, apresentaram uma conformidade marginal com a Lei NB no Teste do Primeiro Dígito, e uma não conformidade nos demais testes. Apesar disso, os dados mostraram um bom desempenho geral no Teste Z.

6. CONSTRUÇÃO DO TMP DO PORTO DE NATAL

Nos últimos anos, a imagem da cidade de Natal como um dos principais destinos turísticos do nordeste vem aumentando consideravelmente, como pode ser visto pelo sensível acréscimo no número de embarcações e turistas, o que obriga a construção de instalações adequadas para recepção e atendimento dessas pessoas, prevendo espaços para todos os órgãos federais e estaduais ligados às operações portuárias. Diante disso, veio a necessidade de se construir um Terminal Marítimo de Passageiros, para que o Porto de Natal possa atender, de maneira adequada, ao embarque e desembarque de passageiros.

O Porto de Natal recebe anualmente em torno de 36 navios de cruzeiro, totalizando uma movimentação de aproximadamente 14.000 passageiros/ano, sendo que as perspectivas são de contínua e plena expansão em razão da vocação turística da cidade e dos projetos para melhoria da infraestrutura do Porto. O fluxo de passageiros no Porto de Natal ocorre durante o período de alta estação, compreendido entre os meses de novembro e março, quando os navios de cruzeiro fazem escala no Porto de Natal com destinos nacionais e internacionais.

O valor total do contrato foi estimado em R\$ 51.015.936,26.

O tipo de licitação foi menor preço; o regime de contratação, empreitada por preços unitários; e o critério de julgamento, menor preço global.

Cabe informar que, para essa obra, testou-se apenas o orçamento base.

6.1. Valores Unitários

6.1.1 Teste do Primeiro Dígito

A análise dos primeiros dígitos dos valores unitários será exibida a seguir.

Tabela 230 – Teste do Primeiro Dígito dos valores unitários – orçamento base Porto de Natal

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>	
<i>1</i>	188	0,278	0,301	-0,023	1,256	1,177	0,278	0,301	0,023
<i>2</i>	107	0,158	0,176	-0,018	1,159	1,205	0,436	0,477	0,041
<i>3</i>	99	0,146	0,125	0,021	1,628	2,488	0,583	0,602	0,019
<i>4</i>	72	0,107	0,097	0,010	0,770	0,630	0,689	0,699	0,010
<i>5</i>	51	0,075	0,079	-0,004	0,271	0,108	0,765	0,778	0,013
<i>6</i>	56	0,083	0,067	0,016	1,570	2,532	0,848	0,845	0,003
<i>7</i>	39	0,058	0,058	0,000	0,034	0,001	0,905	0,903	0,002
<i>8</i>	29	0,043	0,051	-0,008	0,870	0,870	0,948	0,954	0,006
<i>9</i>	35	0,052	0,046	0,006	0,625	0,490	1,000	1,000	0,000
<i>N</i>	<i>676</i>		χ^2 Real			<i>9,502</i>	<i>Supremo</i>	<i>0,041</i>	<i>MDA</i>
			χ^2 Limite			<i>15,507</i>	<i>K-S Limite</i>	<i>0,052</i>	<i>0,012</i>

Os dados mostraram um bom desempenho em todos os testes, conforme se observou nos resultados apresentados na tabela anterior.

No Teste Z, nenhum dígito superou a fronteira de 1,96.

Já no MDA, a distribuição apresentou uma conformidade aceitável com a Lei NB.

6.1.2 Teste do Segundo Dígito

A análise dos segundos dígitos dos valores unitários será exibida a seguir.

Tabela 231 – Teste do Segundo Dígito dos valores unitários – orçamento base Porto de Natal

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>	
<i>0</i>	68	0,132	0,120	0,012	0,739	0,573	0,132	0,120	0,012
<i>1</i>	56	0,108	0,114	-0,006	0,337	0,146	0,240	0,234	0,006
<i>2</i>	62	0,120	0,109	0,011	0,726	0,566	0,360	0,343	0,017
<i>3</i>	59	0,114	0,104	0,010	0,682	0,509	0,474	0,447	0,027
<i>4</i>	62	0,120	0,100	0,020	1,437	2,052	0,594	0,547	0,047
<i>5</i>	35	0,068	0,097	-0,029	2,177	4,576	0,662	0,644	0,018
<i>6</i>	44	0,085	0,093	-0,008	0,542	0,346	0,747	0,737	0,010
<i>7</i>	44	0,085	0,090	-0,005	0,312	0,138	0,832	0,827	0,005
<i>8</i>	41	0,079	0,088	-0,009	0,620	0,444	0,911	0,915	0,004
<i>9</i>	46	0,089	0,085	0,004	0,245	0,096	1,000	1,000	0,000
<i>N</i>	<i>517</i>		χ^2 Real			<i>9,447</i>	<i>Supremo</i>	<i>0,047</i>	<i>MDA</i>
			χ^2 Limite			<i>16,919</i>	<i>K-S Limite</i>	<i>0,060</i>	<i>0,011</i>

Os dados mostraram um bom desempenho em todos os testes, conforme se observou nos resultados apresentados na tabela anterior.

No Teste Z, apenas o dígito 5 superou a fronteira de 1,96, contudo por insuficiência de repetições na planilha de dados, em relação à frequência esperada da Lei NB.

Já no MDA, a distribuição apresentou uma conformidade marginal com a Lei NB.

6.1.3 Teste dos Dois Primeiros Dígitos

A análise dos dois primeiros dígitos dos valores unitários será exibida a seguir.

Tabela 232 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores unitários – orçamento base Porto de Natal

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>
10	30	0,058	0,041	0,017	1,788	0,060	0,023	3,456	0,058	0,041	0,017	0,017
11	27	0,052	0,038	0,014	1,606	0,055	0,020	2,851	0,110	0,079	0,031	0,014
12	19	0,037	0,035	0,002	0,127	0,052	0,018	0,059	0,147	0,114	0,033	0,002
13	18	0,035	0,032	0,003	0,214	0,048	0,016	0,111	0,182	0,146	0,036	0,003
14	12	0,023	0,030	-0,007	0,772	0,046	0,014	0,787	0,205	0,176	0,029	0,007
15	16	0,031	0,028	0,003	0,269	0,043	0,013	0,157	0,236	0,204	0,032	0,003
16	14	0,027	0,026	0,001	0,107	0,041	0,012	0,011	0,263	0,230	0,033	0,001
17	11	0,021	0,025	-0,004	0,377	0,039	0,010	0,262	0,284	0,255	0,029	0,004
18	9	0,017	0,023	-0,006	0,767	0,038	0,009	0,812	0,302	0,279	0,023	0,006
19	21	0,041	0,022	0,018	2,677	0,036	0,009	7,808	0,342	0,301	0,041	0,018
20	9	0,017	0,021	-0,004	0,444	0,035	0,008	0,349	0,360	0,322	0,038	0,004
21	5	0,010	0,020	-0,011	1,546	0,033	0,007	2,839	0,369	0,342	0,027	0,011
22	18	0,035	0,019	0,016	2,403	0,032	0,006	6,443	0,404	0,362	0,043	0,016
23	10	0,019	0,018	0,001	0,145	0,031	0,006	0,021	0,424	0,380	0,043	0,001
24	14	0,027	0,018	0,009	1,444	0,030	0,005	2,550	0,451	0,398	0,053	0,009
25	4	0,008	0,017	-0,009	1,464	0,029	0,005	2,623	0,458	0,415	0,043	0,009
26	7	0,014	0,016	-0,003	0,337	0,028	0,004	0,256	0,472	0,431	0,041	0,003
27	7	0,014	0,016	-0,002	0,235	0,028	0,004	0,166	0,485	0,447	0,038	0,002
28	10	0,019	0,015	0,004	0,582	0,027	0,004	0,571	0,505	0,462	0,042	0,004
29	8	0,015	0,015	0,001	0,142	0,026	0,003	0,020	0,520	0,477	0,043	0,001
30	11	0,021	0,014	0,007	1,165	0,025	0,003	1,797	0,542	0,491	0,050	0,007
31	9	0,017	0,014	0,004	0,517	0,025	0,003	0,491	0,559	0,505	0,054	0,004
32	10	0,019	0,013	0,006	0,992	0,024	0,002	1,383	0,578	0,519	0,060	0,006
33	7	0,014	0,013	0,001	0,116	0,024	0,002	0,013	0,592	0,531	0,060	0,001

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>
34	7	0,014	0,013	0,001	0,194	0,023	0,002	0,037	0,605	0,544	0,061	0,001
35	8	0,015	0,012	0,003	0,470	0,023	0,002	0,443	0,621	0,556	0,065	0,003
36	7	0,014	0,012	0,002	0,141	0,022	0,002	0,117	0,634	0,568	0,066	0,002
37	3	0,006	0,012	-0,006	1,023	0,022	0,001	1,491	0,640	0,580	0,060	0,006
38	6	0,012	0,011	0,000	0,070	0,021	0,001	0,005	0,652	0,591	0,061	0,000
39	5	0,010	0,011	-0,001	0,078	0,021	0,001	0,082	0,662	0,602	0,059	0,001
40	4	0,008	0,011	-0,003	0,446	0,021	0,001	0,430	0,669	0,613	0,056	0,003
41	4	0,008	0,010	-0,003	0,394	0,020	0,001	0,368	0,677	0,623	0,054	0,003
42	4	0,008	0,010	-0,002	0,343	0,020	0,001	0,312	0,685	0,633	0,051	0,002
43	10	0,019	0,010	0,009	1,919	0,020	0,000	4,535	0,704	0,643	0,061	0,009
44	7	0,014	0,010	0,004	0,651	0,019	0,000	0,757	0,718	0,653	0,064	0,004
45	2	0,004	0,010	-0,006	1,101	0,019	0,000	1,745	0,721	0,663	0,059	0,006
46	3	0,006	0,009	-0,004	0,608	0,019	0,000	0,693	0,727	0,672	0,055	0,004
47	7	0,014	0,009	0,004	0,819	0,018	0,000	1,093	0,741	0,681	0,060	0,004
48	2	0,004	0,009	-0,005	0,994	0,018	0,000	1,494	0,745	0,690	0,054	0,005
49	4	0,008	0,009	-0,001	0,017	0,018	0,000	0,063	0,752	0,699	0,053	0,001
50	1	0,002	0,009	-0,007	1,403	0,018	0,000	2,671	0,754	0,708	0,047	0,007
51	2	0,004	0,008	-0,005	0,895	0,017	0,000	1,277	0,758	0,716	0,042	0,005
52	2	0,004	0,008	-0,004	0,863	0,017	-0,001	1,212	0,762	0,724	0,038	0,004
53	2	0,004	0,008	-0,004	0,832	0,017	-0,001	1,150	0,766	0,732	0,034	0,004
54	1	0,002	0,008	-0,006	1,296	0,017	-0,001	2,363	0,768	0,740	0,028	0,006
55	2	0,004	0,008	-0,004	0,771	0,016	-0,001	1,034	0,772	0,748	0,024	0,004
56	3	0,006	0,008	-0,002	0,239	0,016	-0,001	0,239	0,778	0,756	0,022	0,002
57	3	0,006	0,008	-0,002	0,206	0,016	-0,001	0,210	0,783	0,763	0,020	0,002
58	4	0,008	0,007	0,000	0,083	0,016	-0,001	0,007	0,791	0,771	0,020	0,000
59	2	0,004	0,007	-0,003	0,658	0,016	-0,001	0,834	0,795	0,778	0,017	0,003
60	5	0,010	0,007	0,002	0,411	0,015	-0,001	0,447	0,805	0,785	0,019	0,002
61	4	0,008	0,007	0,001	0,183	0,015	-0,001	0,033	0,812	0,792	0,020	0,001
62	1	0,002	0,007	-0,005	1,108	0,015	-0,001	1,871	0,814	0,799	0,015	0,005
63	10	0,019	0,007	0,013	3,183	0,015	-0,001	11,817	0,834	0,806	0,027	0,013
64	9	0,017	0,007	0,011	2,699	0,015	-0,001	8,749	0,851	0,813	0,038	0,011
65	1	0,002	0,007	-0,005	1,045	0,015	-0,001	1,720	0,853	0,820	0,033	0,005
66	2	0,004	0,007	-0,003	0,479	0,014	-0,001	0,561	0,857	0,826	0,031	0,003
67	5	0,010	0,006	0,003	0,646	0,014	-0,001	0,842	0,867	0,833	0,034	0,003
68	3	0,006	0,006	-0,001	0,154	0,014	-0,001	0,024	0,872	0,839	0,033	0,001
69	2	0,004	0,006	-0,002	0,408	0,014	-0,002	0,469	0,876	0,845	0,031	0,002
70	5	0,010	0,006	0,004	0,739	0,014	-0,002	1,034	0,886	0,851	0,035	0,004
71	0	0,000	0,006	-0,006	1,494	0,014	-0,002	3,140	0,886	0,857	0,029	0,006
72	4	0,008	0,006	0,002	0,230	0,014	-0,002	0,263	0,894	0,863	0,030	0,002
73	2	0,004	0,006	-0,002	0,318	0,013	-0,002	0,364	0,897	0,869	0,028	0,002
74	2	0,004	0,006	-0,002	0,297	0,013	-0,002	0,341	0,901	0,875	0,026	0,002
75	1	0,002	0,006	-0,004	0,857	0,013	-0,002	1,310	0,903	0,881	0,022	0,004
76	5	0,010	0,006	0,004	0,916	0,013	-0,002	1,453	0,913	0,886	0,026	0,004
77	2	0,004	0,006	-0,002	0,234	0,013	-0,002	0,278	0,917	0,892	0,025	0,002
78	1	0,002	0,006	-0,004	0,807	0,013	-0,002	1,210	0,919	0,898	0,021	0,004
79	0	0,000	0,005	-0,005	1,387	0,013	-0,002	2,824	0,919	0,903	0,016	0,005
80	0	0,000	0,005	-0,005	1,374	0,013	-0,002	2,789	0,919	0,908	0,010	0,005

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>
81	3	0,006	0,005	0,000	0,148	0,013	-0,002	0,022	0,925	0,914	0,011	0,000
82	1	0,002	0,005	-0,003	0,742	0,012	-0,002	1,089	0,926	0,919	0,007	0,003
83	0	0,000	0,005	-0,005	1,338	0,012	-0,002	2,689	0,926	0,924	0,002	0,005
84	1	0,002	0,005	-0,003	0,712	0,012	-0,002	1,034	0,928	0,929	0,001	0,003
85	0	0,000	0,005	-0,005	1,315	0,012	-0,002	2,626	0,928	0,934	0,006	0,005
86	2	0,004	0,005	-0,001	0,060	0,012	-0,002	0,137	0,932	0,940	0,007	0,001
87	4	0,008	0,005	0,003	0,584	0,012	-0,002	0,801	0,940	0,944	0,004	0,003
88	4	0,008	0,005	0,003	0,606	0,012	-0,002	0,844	0,948	0,949	0,002	0,003
89	2	0,004	0,005	-0,001	0,006	0,012	-0,002	0,103	0,952	0,954	0,003	0,001
90	3	0,006	0,005	0,001	0,012	0,012	-0,002	0,109	0,957	0,959	0,002	0,001
91	2	0,004	0,005	-0,001	0,290	0,012	-0,002	0,084	0,961	0,964	0,002	0,001
92	3	0,006	0,005	0,001	0,047	0,012	-0,002	0,135	0,967	0,968	0,001	0,001
93	0	0,000	0,005	-0,005	1,230	0,011	-0,002	2,401	0,967	0,973	0,006	0,005
94	9	0,017	0,005	0,013	3,982	0,011	-0,002	18,467	0,985	0,978	0,007	0,013
95	1	0,002	0,005	-0,003	0,556	0,011	-0,002	0,776	0,986	0,982	0,004	0,003
96	1	0,002	0,005	-0,003	0,543	0,011	-0,002	0,757	0,988	0,987	0,002	0,003
97	2	0,004	0,004	-0,001	0,200	0,011	-0,002	0,040	0,992	0,991	0,001	0,001
98	2	0,004	0,004	-0,001	0,186	0,011	-0,002	0,034	0,996	0,996	0,000	0,001
99	2	0,004	0,004	0,000	0,171	0,011	-0,002	0,029	1,000	1,000	0,000	0,000
<i>N</i>	<i>517</i>			<i>χ² Real</i>				<i>134,215</i>	<i>Supremo</i>		<i>0,066</i>	<i>MDA</i>
				<i>χ² Limite</i>				<i>112,02</i>	<i>K-S Limite</i>		<i>0,060</i>	<i>0,0042</i>

Os dígitos 19, 22, 63, 64 e 94 não passaram no Teste Z. Todavia, como foram apenas cinco picos, pode-se considerar, segundo Nigrini (2012) que os dados em tela tiveram, em geral, um bom desempenho.

Contudo, os dados conjuntamente não apresentaram conformidade com a Lei de Benford, de acordo com os demais testes aplicados.

6.1.4 Teste de Soma

A análise do Teste de Soma dos valores unitários será exibida a seguir.

Tabela 233 – Teste de Soma para os valores unitários – orçamento base Porto de Natal

<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
10	1.022.905,64	0,145	0,011	0,134	55	1.113,24	0,000	0,011	-0,011
11	135.268,46	0,019	0,011	0,008	56	1.194,42	0,000	0,011	-0,011
12	8.557,27	0,001	0,011	-0,010	57	57.682,47	0,008	0,011	-0,003
13	17.744,09	0,003	0,011	-0,008	58	1.289,23	0,000	0,011	-0,011
14	167.947,86	0,024	0,011	0,013	59	119,08	0,000	0,011	-0,011
15	3.524,36	0,001	0,011	-0,010	60	6.276,96	0,001	0,011	-0,010
16	22.309,07	0,003	0,011	-0,008	61	62.232,11	0,009	0,011	-0,002
17	193.805,37	0,028	0,011	0,017	62	62,47	0,000	0,011	-0,011
18	1.855.422,37	0,264	0,011	0,253	63	14.281,95	0,002	0,011	-0,009
19	62.333,55	0,009	0,011	-0,002	64	1.738,57	0,000	0,011	-0,011
20	5.160,22	0,001	0,011	-0,010	65	65,77	0,000	0,011	-0,011
21	107,56	0,000	0,011	-0,011	66	132,57	0,000	0,011	-0,011
22	456.546,24	0,065	0,011	0,054	67	1.552,10	0,000	0,011	-0,011
23	237.377,65	0,034	0,011	0,023	68	6.972,47	0,001	0,011	-0,010
24	6.495,29	0,001	0,011	-0,010	69	768,51	0,000	0,011	-0,011
25	5.332,76	0,001	0,011	-0,010	70	14.874,76	0,002	0,011	-0,009
26	3.037,57	0,000	0,011	-0,011	71	0,00	0,000	0,011	-0,011
27	31.244,85	0,004	0,011	-0,007	72	937,90	0,000	0,011	-0,011
28	3.155,03	0,000	0,011	-0,011	73	806,36	0,000	0,011	-0,011
29	4.174,13	0,001	0,011	-0,010	74	750.044,82	0,107	0,011	0,096
30	7.499,04	0,001	0,011	-0,010	75	75,57	0,000	0,011	-0,011
31	312.818,11	0,044	0,011	0,033	76	16.142,82	0,002	0,011	-0,009
32	2.092,31	0,000	0,011	-0,011	77	855,09	0,000	0,011	-0,011
33	35.631,44	0,005	0,011	-0,006	78	782,48	0,000	0,011	-0,011
34	854,33	0,000	0,011	-0,011	79	0,00	0,000	0,011	-0,011
35	4.466,90	0,001	0,011	-0,010	80	0,00	0,000	0,011	-0,011
36	4.525,37	0,001	0,011	-0,010	81	974,27	0,000	0,011	-0,011
37	113,62	0,000	0,011	-0,011	82	824,20	0,000	0,011	-0,011
38	8.531,03	0,001	0,011	-0,010	83	0,00	0,000	0,011	-0,011
39	1.976,12	0,000	0,011	-0,011	84	0,00	0,000	0,011	-0,011
40	1.257,99	0,000	0,011	-0,011	85	84,10	0,000	0,011	-0,011
41	916,18	0,000	0,011	-0,011	86	0,00	0,000	0,011	-0,011
42	556,29	0,000	0,011	-0,011	87	0,00	0,000	0,011	-0,011
43	10.196,20	0,001	0,011	-0,010	88	84,72	0,000	0,011	-0,011
44	1.510,56	0,000	0,011	-0,011	89	0,00	0,000	0,011	-0,011
45	4.627,62	0,001	0,011	-0,010	90	863.270,93	0,123	0,011	0,112
46	5.164,32	0,001	0,011	-0,010	91	2.719,36	0,000	0,011	-0,011

<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
47	485.190,38	0,069	0,011	0,058	92	9.927,63	0,001	0,011	-0,010
48	530,01	0,000	0,011	-0,011	93	178,75	0,000	0,011	-0,011
49	197,14	0,000	0,011	-0,011	94	270,46	0,000	0,011	-0,011
50	50,38	0,000	0,011	-0,011	95	182,04	0,000	0,011	-0,011
51	562,67	0,000	0,011	-0,011	96	9.396,12	0,001	0,011	-0,010
52	104,70	0,000	0,011	-0,011	97	0,00	0,000	0,011	-0,011
53	587,82	0,000	0,011	-0,011	98	58.110,27	0,008	0,011	-0,003
54	54,63	0,000	0,011	-0,011	99	956,41	0,000	0,011	-0,011
SOMA TOTAL					7.031.512,77				

O Teste Z dos Dois Primeiros Dígitos apontou os valores 19, 22, 63, 64 e 94 como excessivos.

O Teste de Soma indicou os valores 10, 14, 17, 18, 22, 23, 31, 47, 74 e 90 como tendo proporções bastante altas em suas somas.

Em uma auditoria para avaliar os preços dos serviços, seria recomendável primeiro se investigar o dígito 22, o qual foi apontado em ambos os testes.

6.2. Valores Totais

6.2.1 Teste do Primeiro Dígito

A análise dos primeiros dígitos dos valores totais será exibida a seguir.

Tabela 234 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais – orçamento base Porto de Natal

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>		
1	199	0,291	0,301	-0,010	0,507	0,211	0,291	0,301	0,010	0,010
2	140	0,205	0,176	0,029	1,938	3,259	0,496	0,477	0,019	0,029
3	85	0,124	0,125	-0,001	0,043	0,002	0,621	0,602	0,019	0,001
4	55	0,081	0,097	-0,016	1,390	1,911	0,701	0,699	0,002	0,016
5	35	0,051	0,079	-0,028	2,618	6,660	0,753	0,778	0,025	0,028
6	51	0,075	0,067	0,008	0,725	0,600	0,827	0,845	0,018	0,008
7	55	0,081	0,058	0,023	2,519	5,976	0,908	0,903	0,005	0,023
8	35	0,051	0,051	0,000	0,029	0,001	0,959	0,954	0,005	0,000
9	28	0,041	0,046	-0,005	0,533	0,372	1,000	1,000	0,000	0,005
N	683	χ^2 Real			18,990	Supremo	0,025	MDA		
		χ^2 Limite			15,507	K-S Limite	0,052	0,013		

No Teste Z, os dígitos 5 e 7 superaram o limite de 1,96, o primeiro teve ocorrências insuficientes em relação à distribuição de Benford e o segundo foi excessivamente frequente na planilha.

Conjuntamente, os dados não passaram no Teste Qui-Quadrado, mas tiveram um bom desempenho no Teste K-S.

No MDA, a distribuição apresentou uma conformidade marginal.

6.2.2 Teste do Segundo Dígito

A análise dos segundos dígitos dos valores totais será exibida a seguir.

Tabela 235 – Teste do Segundo Dígito dos valores totais – orçamento base Porto de Natal

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>		
<i>0</i>	70	0,105	0,120	-0,015	1,164	1,316	0,105	0,120	0,015	0,015
<i>1</i>	78	0,117	0,114	0,003	0,150	0,039	0,221	0,234	0,013	0,003
<i>2</i>	73	0,109	0,109	0,000	0,010	0,000	0,330	0,343	0,013	0,000
<i>3</i>	71	0,106	0,104	0,002	0,117	0,029	0,436	0,447	0,011	0,002
<i>4</i>	75	0,112	0,100	0,012	0,979	0,981	0,549	0,547	0,002	0,012
<i>5</i>	69	0,103	0,097	0,006	0,471	0,260	0,652	0,644	0,008	0,006
<i>6</i>	59	0,088	0,093	-0,005	0,362	0,166	0,740	0,737	0,003	0,005
<i>7</i>	57	0,085	0,090	-0,005	0,366	0,171	0,825	0,827	0,002	0,005
<i>8</i>	55	0,082	0,088	-0,006	0,460	0,255	0,907	0,915	0,008	0,006
<i>9</i>	62	0,093	0,085	0,008	0,643	0,464	1,000	1,000	0,000	0,008
<i>N</i>	<i>669</i>	χ^2 Real				<i>3,682</i>	<i>Supremo</i>	<i>0,013</i>	<i>MDA</i>	
		χ^2 Limite				<i>16,919</i>	<i>K-S Limite</i>	<i>0,053</i>	<i>0,006</i>	

Os resultados exibidos na tabela anterior mostraram uma conformidade dos dados com a Lei NB em todos os testes.

No Teste Z, o desempenho foi bom, pois nenhum dígito superou o limite de 1,96.

O MDA apontou uma conformidade aproximada dos dados com a distribuição de Benford.

6.2.3 Teste dos Dois Primeiros Dígitos

A análise dos dois primeiros dígitos dos valores totais será exibida a seguir.

Tabela 236 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores totais – orçamento base Porto de Natal

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>
10	28	0,042	0,041	0,000	0,060	0,057	0,026	0,003	0,042	0,041	0,000	0,000
11	24	0,036	0,038	-0,002	0,158	0,053	0,023	0,065	0,078	0,079	0,001	0,002
12	28	0,042	0,035	0,007	0,896	0,049	0,020	0,968	0,120	0,114	0,006	0,007
13	20	0,030	0,032	-0,002	0,226	0,046	0,018	0,109	0,149	0,146	0,003	0,002
14	13	0,019	0,030	-0,011	1,484	0,044	0,016	2,476	0,169	0,176	0,007	0,011
15	19	0,028	0,028	0,000	0,058	0,041	0,015	0,003	0,197	0,204	0,007	0,000
16	16	0,024	0,026	-0,002	0,390	0,039	0,013	0,148	0,221	0,230	0,009	0,002
17	14	0,021	0,025	-0,004	0,524	0,037	0,012	0,409	0,242	0,255	0,013	0,004
18	20	0,030	0,023	0,006	0,968	0,036	0,011	1,172	0,272	0,279	0,007	0,006
19	17	0,025	0,022	0,003	0,418	0,034	0,010	0,295	0,297	0,301	0,004	0,003
20	15	0,022	0,021	0,001	0,087	0,033	0,010	0,048	0,320	0,322	0,002	0,001
21	14	0,021	0,020	0,001	0,133	0,032	0,009	0,017	0,341	0,342	0,002	0,001
22	20	0,030	0,019	0,011	1,850	0,030	0,008	3,887	0,371	0,362	0,009	0,011
23	16	0,024	0,018	0,005	1,043	0,029	0,008	1,068	0,395	0,380	0,014	0,005
24	20	0,030	0,018	0,012	2,238	0,028	0,007	5,586	0,425	0,398	0,027	0,012
25	12	0,018	0,017	0,001	0,031	0,028	0,006	0,032	0,442	0,415	0,027	0,001
26	12	0,018	0,016	0,002	0,163	0,027	0,006	0,098	0,460	0,431	0,029	0,002
27	8	0,012	0,016	-0,004	0,641	0,026	0,006	0,623	0,472	0,447	0,025	0,004
28	9	0,013	0,015	-0,002	0,220	0,025	0,005	0,140	0,486	0,462	0,023	0,002
29	12	0,018	0,015	0,003	0,690	0,025	0,005	0,469	0,504	0,477	0,027	0,003
30	10	0,015	0,014	0,001	0,154	0,024	0,005	0,023	0,519	0,491	0,027	0,001
31	13	0,019	0,014	0,006	1,086	0,023	0,004	1,545	0,538	0,505	0,033	0,006
32	4	0,006	0,013	-0,007	1,495	0,023	0,004	2,730	0,544	0,519	0,026	0,007
33	6	0,009	0,013	-0,004	0,914	0,022	0,004	0,824	0,553	0,531	0,022	0,004
34	11	0,016	0,013	0,004	0,894	0,022	0,003	0,789	0,570	0,544	0,025	0,004
35	9	0,013	0,012	0,001	0,111	0,021	0,003	0,081	0,583	0,556	0,027	0,001
36	7	0,010	0,012	-0,001	0,164	0,021	0,003	0,116	0,593	0,568	0,025	0,001
37	10	0,015	0,012	0,003	0,633	0,020	0,003	0,654	0,608	0,580	0,029	0,003
38	4	0,006	0,011	-0,005	1,298	0,020	0,003	1,667	0,614	0,591	0,023	0,005
39	7	0,010	0,011	-0,001	0,132	0,020	0,002	0,017	0,625	0,602	0,023	0,001
40	2	0,003	0,011	-0,008	1,755	0,019	0,002	3,732	0,628	0,613	0,015	0,008
41	8	0,012	0,010	0,001	0,189	0,019	0,002	0,142	0,640	0,623	0,017	0,001
42	8	0,012	0,010	0,002	0,255	0,019	0,002	0,198	0,652	0,633	0,018	0,002
43	5	0,007	0,010	-0,003	0,459	0,018	0,002	0,422	0,659	0,643	0,016	0,003
44	6	0,009	0,010	-0,001	0,012	0,018	0,002	0,043	0,668	0,653	0,015	0,001
45	7	0,010	0,010	0,001	0,045	0,018	0,001	0,059	0,679	0,663	0,016	0,001
46	5	0,007	0,009	-0,002	0,301	0,017	0,001	0,249	0,686	0,672	0,014	0,002

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>
47	6	0,009	0,009	0,000	0,047	0,017	0,001	0,002	0,695	0,681	0,014	0,000
48	4	0,006	0,009	-0,003	0,612	0,017	0,001	0,662	0,701	0,690	0,011	0,003
49	4	0,006	0,009	-0,003	0,568	0,017	0,001	0,596	0,707	0,699	0,008	0,003
50	4	0,006	0,009	-0,003	0,525	0,016	0,001	0,534	0,713	0,708	0,005	0,003
51	4	0,006	0,008	-0,002	0,483	0,016	0,001	0,478	0,719	0,716	0,003	0,002
52	3	0,004	0,008	-0,004	0,868	0,016	0,001	1,161	0,723	0,724	0,001	0,004
53	6	0,009	0,008	0,001	0,030	0,016	0,001	0,060	0,732	0,732	0,000	0,001
54	4	0,006	0,008	-0,002	0,361	0,015	0,000	0,332	0,738	0,740	0,002	0,002
55	5	0,007	0,008	0,000	0,103	0,015	0,000	0,011	0,746	0,748	0,002	0,000
56	1	0,001	0,008	-0,006	1,612	0,015	0,000	3,337	0,747	0,756	0,008	0,006
57	1	0,001	0,008	-0,006	1,587	0,015	0,000	3,251	0,749	0,763	0,015	0,006
58	2	0,003	0,007	-0,004	1,336	0,015	0,000	1,772	0,752	0,771	0,019	0,004
59	3	0,004	0,007	-0,003	0,628	0,014	0,000	0,726	0,756	0,778	0,022	0,003
60	0	0,000	0,007	-0,007	1,970	0,014	0,000	4,802	0,756	0,785	0,029	0,007
61	3	0,004	0,007	-0,003	0,796	0,014	0,000	0,629	0,761	0,792	0,032	0,003
62	5	0,007	0,007	0,001	0,163	0,014	0,000	0,027	0,768	0,799	0,031	0,001
63	3	0,004	0,007	-0,002	0,505	0,014	0,000	0,543	0,773	0,806	0,033	0,002
64	7	0,010	0,007	0,004	0,943	0,014	0,000	1,382	0,783	0,813	0,030	0,004
65	5	0,007	0,007	0,001	0,031	0,014	0,000	0,072	0,791	0,820	0,029	0,001
66	3	0,004	0,007	-0,002	0,417	0,013	0,000	0,429	0,795	0,826	0,031	0,002
67	4	0,006	0,006	0,000	0,147	0,013	0,000	0,022	0,801	0,833	0,031	0,000
68	6	0,009	0,006	0,003	0,857	0,013	0,000	0,729	0,810	0,839	0,029	0,003
69	11	0,016	0,006	0,010	3,100	0,013	0,000	11,124	0,827	0,845	0,018	0,010
70	7	0,010	0,006	0,004	1,175	0,013	-0,001	2,011	0,837	0,851	0,014	0,004
71	8	0,012	0,006	0,006	1,710	0,013	-0,001	3,813	0,849	0,857	0,008	0,006
72	3	0,004	0,006	-0,002	0,254	0,013	-0,001	0,253	0,854	0,863	0,010	0,002
73	11	0,016	0,006	0,011	3,303	0,012	-0,001	12,562	0,870	0,869	0,001	0,011
74	7	0,010	0,006	0,005	1,320	0,012	-0,001	2,464	0,880	0,875	0,005	0,005
75	7	0,010	0,006	0,005	1,356	0,012	-0,001	2,581	0,891	0,881	0,010	0,005
76	4	0,006	0,006	0,000	0,104	0,012	-0,001	0,011	0,897	0,886	0,010	0,000
77	3	0,004	0,006	-0,001	0,129	0,012	-0,001	0,150	0,901	0,892	0,009	0,001
78	0	0,000	0,006	-0,006	1,669	0,012	-0,001	3,701	0,901	0,898	0,004	0,006
79	3	0,004	0,005	-0,001	0,081	0,012	-0,001	0,117	0,906	0,903	0,003	0,001
80	2	0,003	0,005	-0,002	0,585	0,012	-0,001	0,718	0,909	0,908	0,000	0,002
81	2	0,003	0,005	-0,002	0,831	0,012	-0,001	0,687	0,912	0,914	0,002	0,002
82	0	0,000	0,005	-0,005	1,614	0,011	-0,001	3,522	0,912	0,919	0,007	0,005
83	4	0,006	0,005	0,001	0,011	0,011	-0,001	0,078	0,918	0,924	0,006	0,001
84	2	0,003	0,005	-0,002	0,507	0,011	-0,001	0,602	0,921	0,929	0,009	0,002
85	1	0,001	0,005	-0,004	1,032	0,011	-0,001	1,692	0,922	0,934	0,012	0,004
86	8	0,012	0,005	0,007	2,265	0,011	-0,001	6,413	0,934	0,940	0,005	0,007
87	8	0,012	0,005	0,007	2,299	0,011	-0,001	6,595	0,946	0,944	0,002	0,007
88	6	0,009	0,005	0,004	1,227	0,011	-0,001	2,249	0,955	0,949	0,006	0,004
89	2	0,003	0,005	-0,002	0,415	0,011	-0,001	0,478	0,958	0,954	0,004	0,002
90	2	0,003	0,005	-0,002	0,397	0,011	-0,001	0,456	0,961	0,959	0,002	0,002
91	2	0,003	0,005	-0,002	0,661	0,011	-0,001	0,435	0,964	0,964	0,000	0,002
92	2	0,003	0,005	-0,002	0,363	0,011	-0,001	0,415	0,967	0,968	0,001	0,002
93	0	0,000	0,005	-0,005	1,483	0,011	-0,001	3,107	0,967	0,973	0,006	0,005

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>
94	5	0,007	0,005	0,003	0,815	0,010	-0,001	1,206	0,975	0,978	0,003	0,003
95	4	0,006	0,005	0,001	0,263	0,010	-0,001	0,301	0,981	0,982	0,002	0,001
96	3	0,004	0,005	0,000	0,006	0,010	-0,001	0,000	0,985	0,987	0,002	0,000
97	3	0,004	0,004	0,000	0,012	0,010	-0,001	0,000	0,990	0,991	0,002	0,000
98	4	0,006	0,004	0,002	0,613	0,010	-0,001	0,374	0,996	0,996	0,000	0,002
99	3	0,004	0,004	0,000	0,047	0,010	-0,001	0,002	1,000	1,000	0,000	0,000
N	669			χ^2 Real				120,585	<i>Supremo</i>		0,033	<i>MDA</i>
				χ^2 Limite				112,02	<i>K-S Limite</i>		0,074	0,0032

No Teste Z, os dígitos 24, 60, 69, 73, 86 e 87 extrapolaram a fronteira de 1,96. O dígito 60 foi o único com um baixo volume de repetições.

Os dados, de forma conjunta, não passaram no Teste Qui-Quadrado e nem no MDA, mas obtiveram um bom resultado no Teste K-S.

Contudo, o MDA, que apresentou uma desconformidade, é o teste mais indicado por Nigrini (2012) para mensurar a conformidade, uma vez que seu cálculo independe da quantidade de dados da distribuição.

6.2.4 Teste de Soma

A análise do Teste de Soma dos valores totais será exibida a seguir.

Tabela 237 – Teste de Soma dos valores totais – orçamento base Porto de Natal

<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
10	1.311.942,42	0,026	0,011	0,015	55	621.947,25	0,012	0,011	0,001
11	260.298,59	0,005	0,011	-0,006	56	5.619,20	0,000	0,011	-0,011
12	3.009.146,44	0,059	0,011	0,048	57	576,27	0,000	0,011	-0,011
13	472.773,86	0,009	0,011	-0,002	58	6.427,22	0,000	0,011	-0,011
14	336.518,61	0,007	0,011	-0,004	59	11.972,94	0,000	0,011	-0,011
15	301.876,35	0,006	0,011	-0,005	60	0,00	0,000	0,011	-0,011
16	60.867,14	0,001	0,011	-0,010	61	61.617,19	0,001	0,011	-0,010
17	221.420,02	0,004	0,011	-0,007	62	635.518,02	0,012	0,011	0,001
18	1.959.724,68	0,038	0,011	0,027	63	12.806,00	0,000	0,011	-0,011
19	260.346,61	0,005	0,011	-0,006	64	661.445,37	0,013	0,011	0,002
20	317.626,78	0,006	0,011	-0,005	65	719.180,93	0,014	0,011	0,003

<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
21	2.382.073,43	0,047	0,011	0,036	66	8.024,33	0,000	0,011	-0,011
22	511.089,92	0,010	0,011	-0,001	67	69.528,97	0,001	0,011	-0,010
23	760.642,80	0,015	0,011	0,004	68	15.285,98	0,000	0,011	-0,011
24	605.495,59	0,012	0,011	0,001	69	920.341,45	0,018	0,011	0,007
25	69.594,32	0,001	0,011	-0,010	70	791.005,36	0,016	0,011	0,005
26	2.951.881,67	0,058	0,011	0,047	71	733.872,54	0,014	0,011	0,003
27	86.671,21	0,002	0,011	-0,009	72	8.700,56	0,000	0,011	-0,011
28	148.785,60	0,003	0,011	-0,008	73	828.053,71	0,016	0,011	0,005
29	3.066.960,33	0,060	0,011	0,049	74	981.540,55	0,019	0,011	0,008
30	71.178,54	0,001	0,011	-0,010	75	1.603.609,37	0,031	0,011	0,020
31	3.499.545,65	0,069	0,011	0,058	76	16.812,25	0,000	0,011	-0,011
32	71.004,42	0,001	0,011	-0,010	77	85.585,26	0,002	0,011	-0,009
33	373.577,53	0,007	0,011	-0,004	78	0,00	0,000	0,011	-0,011
34	704.185,28	0,014	0,011	0,003	79	795.193,80	0,016	0,011	0,005
35	396.734,78	0,008	0,011	-0,003	80	80.911,68	0,002	0,011	-0,009
36	4.442.302,62	0,087	0,011	0,076	81	163.183,00	0,003	0,011	-0,008
37	121.828,13	0,002	0,011	-0,009	82	0,00	0,000	0,011	-0,011
38	11.946,84	0,000	0,011	-0,011	83	10.076,86	0,000	0,011	-0,011
39	84.575,40	0,002	0,011	-0,009	84	841.229,42	0,016	0,011	0,005
40	406.790,56	0,008	0,011	-0,003	85	850,80	0,000	0,011	-0,011
41	54.726,38	0,001	0,011	-0,010	86	977.434,01	0,019	0,011	0,008
42	98.511,67	0,002	0,011	-0,009	87	5.434,73	0,000	0,011	-0,011
43	922.188,08	0,018	0,011	0,007	88	28.473,93	0,001	0,011	-0,010
44	10.284,07	0,000	0,011	-0,011	89	1.785,38	0,000	0,011	-0,011
45	52.799,16	0,001	0,011	-0,010	90	181,10	0,000	0,011	-0,011
46	467.137,12	0,009	0,011	-0,002	91	92.586,15	0,002	0,011	-0,009
47	536.111,16	0,011	0,011	0,000	92	921.997,64	0,018	0,011	0,007
48	486.708,61	0,010	0,011	-0,001	93	0,00	0,000	0,011	-0,011
49	4.988.378,74	0,098	0,011	0,087	94	11.580,43	0,000	0,011	-0,011
50	1.019.460,74	0,020	0,011	0,009	95	2.099,60	0,000	0,011	-0,011
51	11.296,40	0,000	0,011	-0,011	96	20.207,44	0,000	0,011	-0,011
52	58.091,95	0,001	0,011	-0,010	97	2.921,40	0,000	0,011	-0,011
53	171.897,02	0,003	0,011	-0,008	98	99.886,10	0,002	0,011	-0,009
54	2.165,90	0,000	0,011	-0,011	99	1.199,20	0,000	0,011	-0,011
SOMA TOTAL					51.015.936,26				

O Teste Z dos Dois Primeiros Dígitos apontou os valores 24, 69, 73, 86 e 87 como excessivos e o dígito 60 como insuficientemente frequente.

O Teste de Soma indicou os valores 10, 12, 18, 21, 26, 29, 31, 36, 49 e 75 como tendo proporções bastante altas em suas somas.

Observou-se que não houve coincidências de dígitos entre os dois testes. Contudo, como se tratam de valores totais, recomenda-se, em uma auditoria, priorizar os valores detectados no Teste de Soma por ordem decrescente de magnitude.

Dos valores apontados no Teste dos Dois Primeiros Dígitos, o dígito 24 e o 87 apresentaram soma baixa e por isso poderiam ser descartados da análise.

6.3. Conclusão

Ante o exposto, concluiu-se que, para os valores unitários, o Teste do Primeiro Dígito mostrou uma conformidade aceitável com a Lei NB. Para os valores totais, tal teste revelou uma conformidade marginal.

O Teste do Segundo Dígito mostrou uma conformidade marginal para os valores unitários e uma conformidade aproximada para os valores totais.

Contudo, tanto para os valores unitários quanto para os valores totais, o Teste dos Dois Primeiros Dígitos apresentou uma não conformidade.

7. IMPLANTAÇÃO DO TMP DO PORTO DE SALVADOR

A obra em tela tem como finalidade a contratação de empresa para execução de obras destinadas à implantação do Terminal Marítimo de Passageiros e Receptivo Turístico do Porto Organizado de Salvador/BA e desenvolvimento do projeto executivo.

A construção do Terminal de Navios de Turismo objetiva integrar parte da orla marítima do Cais Comercial do Porto à área central do bairro do Comércio, bem como dotar a cidade de Salvador de instalações adequadas para receptivo turístico. O novo terminal representa uma obra importante para o turismo e geração de novos negócios, atendendo ao Plano de Reabilitação do Centro Antigo de Salvador.

O tipo de licitação foi menor preço; o regime de contratação, empreitada por preços unitários; e o critério de julgamento, menor preço global.

Os serviços foram estimados em R\$ 32.150.026,30.

Contudo, foram obtidos apenas o orçamento base e o orçamento fornecido pela empresa contratada, Chroma, para análise deste trabalho.

A análise a seguir será comparativa, evidenciando qual das planilhas mais se aproximou da distribuição de Benford.

7.1. Valores Unitários

7.1.1 Teste do Primeiro Dígito

A análise dos primeiros dígitos dos valores unitários de cada planilha orçamentária será exibida a seguir.

Tabela 238 – Teste do Primeiro Dígito dos valores unitários – orçamento base Porto de Salvador

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>		
<i>1</i>	243	0,282	0,301	-0,019	1,207	1,082	0,282	0,301	0,019	0,019
<i>2</i>	170	0,197	0,176	0,021	1,574	2,160	0,479	0,477	0,002	0,021
<i>3</i>	120	0,139	0,125	0,014	1,197	1,363	0,618	0,602	0,016	0,014
<i>4</i>	90	0,104	0,097	0,007	0,666	0,472	0,722	0,699	0,023	0,007
<i>5</i>	70	0,081	0,079	0,002	0,167	0,049	0,803	0,778	0,025	0,002
<i>6</i>	54	0,063	0,067	-0,004	0,452	0,253	0,866	0,845	0,021	0,004
<i>7</i>	40	0,046	0,058	-0,012	1,391	2,019	0,912	0,903	0,009	0,012
<i>8</i>	47	0,054	0,051	0,003	0,385	0,203	0,966	0,954	0,012	0,003
<i>9</i>	29	0,034	0,046	-0,012	1,657	2,883	1,000	1,000	0,000	0,012
<i>N</i>	<i>863</i>		<i>χ^2 Real</i>			<i>10,483</i>	<i>Supremo</i>	<i>0,025</i>		<i>MDA</i>
			<i>χ^2 Limite</i>			<i>15,507</i>	<i>K-S Limite</i>	<i>0,046</i>		<i>0,011</i>

Os dados mostraram um bom desempenho em todos os testes estatísticos realizados, conforme se observou nos resultados apresentados na tabela anterior.

No Teste Z, nenhum dígito superou a fronteira de 1,96.

No MDA, a distribuição apresentou uma conformidade aceitável.

Tabela 239 – Teste do Primeiro Dígito dos valores unitários: Porto de Salvador-Chroma

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>		
<i>1</i>	243	0,282	0,301	-0,019	1,207	1,082	0,282	0,301	0,019	0,019
<i>2</i>	171	0,198	0,176	0,022	1,664	2,405	0,480	0,477	0,003	0,022
<i>3</i>	120	0,139	0,125	0,014	1,197	1,363	0,619	0,602	0,017	0,014
<i>4</i>	101	0,117	0,097	0,020	1,931	3,571	0,736	0,699	0,037	0,020
<i>5</i>	63	0,073	0,079	-0,006	0,590	0,393	0,809	0,778	0,031	0,006
<i>6</i>	42	0,049	0,067	-0,018	2,086	4,329	0,857	0,845	0,012	0,018
<i>7</i>	49	0,057	0,058	-0,001	0,081	0,022	0,914	0,903	0,011	0,001
<i>8</i>	43	0,050	0,051	-0,001	0,079	0,023	0,964	0,954	0,010	0,001
<i>9</i>	31	0,036	0,046	-0,010	1,332	1,906	1,000	1,000	0,000	0,010
<i>N</i>	<i>863</i>		<i>χ^2 Real</i>			<i>15,094</i>	<i>Supremo</i>	<i>0,037</i>		<i>MDA</i>
			<i>χ^2 Limite</i>			<i>15,507</i>	<i>K-S Limite</i>	<i>0,046</i>		<i>0,012</i>

Os dados mostraram um bom desempenho em todos os testes aplicados, conforme se observa nos resultados apresentados na tabela anterior.

Contudo, o Teste Z mostrou uma insuficiência de incidências do dígito 6, o qual superou a fronteira de 1,96.

Já no MDA, a distribuição apresentou uma conformidade marginal com a Lei de Benford.

Em geral, os resultados dos testes se aproximaram dos resultados obtidos para o orçamento base. Contudo, orçamento da Administração, observando-se os valores calculados, obteve um desempenho superior ao da Chroma.

7.1.2 Teste do Segundo Dígito

A análise dos segundos dígitos dos valores unitários de cada planilha orçamentária será exibida a seguir.

Tabela 240 – Teste do Segundo Dígito dos valores unitários – orçamento base Porto de Salvador

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>			<i>MDA</i>
<i>0</i>	69	0,105	0,120	-0,015	1,162	1,314	0,105	0,120	0,015	0,015
<i>1</i>	87	0,132	0,114	0,018	1,379	1,838	0,236	0,234	0,002	0,018
<i>2</i>	82	0,124	0,109	0,015	1,194	1,407	0,361	0,343	0,018	0,015
<i>3</i>	50	0,076	0,104	-0,028	2,313	5,062	0,436	0,447	0,011	0,028
<i>4</i>	61	0,092	0,100	-0,008	0,584	0,379	0,529	0,547	0,018	0,008
<i>5</i>	80	0,121	0,097	0,024	2,036	3,989	0,650	0,644	0,006	0,024
<i>6</i>	62	0,094	0,093	0,001	0,016	0,006	0,744	0,737	0,007	0,001
<i>7</i>	42	0,064	0,090	-0,026	2,299	5,097	0,808	0,827	0,019	0,026
<i>8</i>	80	0,121	0,088	0,033	2,943	8,273	0,929	0,915	0,014	0,033
<i>9</i>	47	0,071	0,085	-0,014	1,200	1,476	1,000	1,000	0,000	0,014
<i>N</i>	660				χ^2 Real	28,840	Supremo	0,019	MDA	
					χ^2 Limite	16,919	K-S Limite	0,053	0,018	

Para esse teste, os dados não obtiveram um bom desempenho, pois somente passaram no Teste K-S.

No Teste Z, os dígitos 3, 5, 7 e 8 superaram a fronteira de 1,96. Dentre eles, os dígitos 5 e 8 tiveram um excesso de repetições na planilha.

Já no MDA, a distribuição apresentou uma não conformidade.

Tabela 241 – Teste do Segundo Dígito dos valores unitários: Porto de Salvador - Chroma

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>			
0	91	0,141	0,120	0,021	1,572	2,344	0,141	0,120	0,021	0,021	
1	72	0,111	0,114	-0,003	0,142	0,037	0,252	0,234	0,018	0,003	
2	74	0,115	0,109	0,006	0,390	0,183	0,367	0,343	0,024	0,006	
3	73	0,113	0,104	0,009	0,685	0,503	0,480	0,447	0,033	0,009	
4	62	0,096	0,100	-0,004	0,275	0,105	0,576	0,547	0,029	0,004	
5	48	0,074	0,097	-0,023	1,883	3,431	0,650	0,644	0,006	0,023	
6	43	0,067	0,093	-0,026	2,246	4,855	0,717	0,737	0,020	0,026	
7	86	0,133	0,090	0,043	3,761	13,350	0,850	0,827	0,023	0,043	
8	44	0,068	0,088	-0,020	1,715	2,904	0,918	0,915	0,003	0,020	
9	53	0,082	0,085	-0,003	0,199	0,066	1,000	1,000	0,000	0,003	
<i>N</i>	417	χ^2 Real				27,777	Supremo		0,033	MDA	
		χ^2 Limite				16,919	K-S Limite		0,054	0,016	

Assim como ocorreu com o orçamento da Administração, para esse teste, os dados não obtiveram um bom desempenho, pois somente passaram no Teste K-S.

No Teste Z, os dígitos 6 e 7 superaram a fronteira de 1,96. Dentre eles, o dígito 7 teve um excesso de repetições na planilha.

Já no MDA, a distribuição apresentou uma não conformidade.

7.1.3 Teste dos Dois Primeiros Dígitos

A análise dos dois primeiros dígitos dos valores unitários de cada planilha orçamentária será exibida a seguir.

Tabela 242 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores unitários – orçamento base Porto de Salvador

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>	<i>K-S</i>	<i>DMA</i>		
10	32	0,048	0,041	0,007	0,817	0,057	0,025	0,802	0,048	0,041	0,007	0,007
11	34	0,052	0,038	0,014	1,747	0,053	0,022	3,291	0,100	0,079	0,021	0,014
12	37	0,056	0,035	0,021	2,881	0,049	0,020	8,613	0,156	0,114	0,042	0,021
13	19	0,029	0,032	-0,003	0,384	0,046	0,018	0,237	0,185	0,146	0,039	0,003
14	28	0,042	0,030	0,012	1,764	0,044	0,016	3,420	0,227	0,176	0,051	0,012
15	12	0,018	0,028	-0,010	1,415	0,041	0,015	2,283	0,245	0,204	0,041	0,010
16	16	0,024	0,026	-0,002	0,213	0,039	0,013	0,109	0,270	0,230	0,039	0,002

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferen- ça</i>	<i>Teste- Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>
17	9	0,014	0,025	-0,011	1,722	0,037	0,012	3,328	0,283	0,255	0,028	0,011
18	29	0,044	0,023	0,020	3,342	0,036	0,011	11,764	0,327	0,279	0,049	0,020
19	13	0,020	0,022	-0,003	0,317	0,034	0,010	0,197	0,347	0,301	0,046	0,003
20	19	0,029	0,021	0,008	1,220	0,033	0,009	1,798	0,376	0,322	0,054	0,008
21	16	0,024	0,020	0,004	0,599	0,032	0,009	0,533	0,400	0,342	0,058	0,004
22	11	0,017	0,019	-0,003	0,351	0,031	0,008	0,238	0,417	0,362	0,055	0,003
23	2	0,003	0,018	-0,015	2,803	0,030	0,007	8,527	0,420	0,380	0,039	0,015
24	6	0,009	0,018	-0,009	1,534	0,029	0,007	2,778	0,429	0,398	0,031	0,009
25	20	0,030	0,017	0,013	2,484	0,028	0,006	6,823	0,459	0,415	0,044	0,013
26	15	0,023	0,016	0,006	1,129	0,027	0,006	1,617	0,482	0,431	0,050	0,006
27	5	0,008	0,016	-0,008	1,537	0,026	0,006	2,822	0,489	0,447	0,042	0,008
28	19	0,029	0,015	0,014	2,682	0,025	0,005	7,949	0,518	0,462	0,056	0,014
29	17	0,026	0,015	0,011	2,192	0,025	0,005	5,458	0,544	0,477	0,067	0,011
30	4	0,006	0,014	-0,008	1,609	0,024	0,004	3,101	0,550	0,491	0,059	0,008
31	10	0,015	0,014	0,001	0,133	0,023	0,004	0,089	0,565	0,505	0,060	0,001
32	10	0,015	0,013	0,002	0,230	0,023	0,004	0,158	0,580	0,519	0,062	0,002
33	11	0,017	0,013	0,004	0,669	0,022	0,004	0,698	0,597	0,531	0,065	0,004
34	12	0,018	0,013	0,006	1,114	0,022	0,003	1,640	0,615	0,544	0,071	0,006
35	11	0,017	0,012	0,004	0,859	0,021	0,003	1,060	0,632	0,556	0,076	0,004
36	11	0,017	0,012	0,005	0,950	0,021	0,003	1,261	0,648	0,568	0,080	0,005
37	10	0,015	0,012	0,004	0,675	0,021	0,003	0,726	0,664	0,580	0,084	0,004
38	9	0,014	0,011	0,002	0,389	0,020	0,002	0,325	0,677	0,591	0,086	0,002
39	4	0,006	0,011	-0,005	1,029	0,020	0,002	1,462	0,683	0,602	0,081	0,005
40	5	0,008	0,011	-0,003	0,596	0,019	0,002	0,610	0,691	0,613	0,078	0,003
41	6	0,009	0,010	-0,001	0,156	0,019	0,002	0,119	0,700	0,623	0,077	0,001
42	8	0,012	0,010	0,002	0,292	0,019	0,002	0,234	0,712	0,633	0,079	0,002
43	2	0,003	0,010	-0,007	1,601	0,018	0,002	3,197	0,715	0,643	0,072	0,007
44	3	0,005	0,010	-0,005	1,165	0,018	0,002	1,839	0,720	0,653	0,066	0,005
45	15	0,023	0,010	0,013	3,283	0,018	0,001	12,015	0,742	0,663	0,080	0,013
46	5	0,008	0,009	-0,002	0,269	0,017	0,001	0,220	0,750	0,672	0,078	0,002
47	2	0,003	0,009	-0,006	1,445	0,017	0,001	2,697	0,753	0,681	0,072	0,006
48	8	0,012	0,009	0,003	0,657	0,017	0,001	0,739	0,765	0,690	0,075	0,003
49	2	0,003	0,009	-0,006	1,374	0,017	0,001	2,482	0,768	0,699	0,069	0,006
50	3	0,005	0,009	-0,004	0,917	0,016	0,001	1,262	0,773	0,708	0,065	0,004
51	6	0,009	0,008	0,001	0,185	0,016	0,001	0,034	0,782	0,716	0,066	0,001
52	5	0,008	0,008	-0,001	0,198	0,016	0,001	0,039	0,789	0,724	0,065	0,001
53	7	0,011	0,008	0,002	0,495	0,016	0,001	0,503	0,800	0,732	0,068	0,002
54	3	0,005	0,008	-0,003	0,770	0,016	0,000	0,971	0,805	0,740	0,064	0,003
55	5	0,008	0,008	0,000	0,073	0,015	0,000	0,005	0,812	0,748	0,064	0,000
56	8	0,012	0,008	0,004	1,082	0,015	0,000	1,688	0,824	0,756	0,068	0,004
57	4	0,006	0,008	-0,001	0,218	0,015	0,000	0,195	0,830	0,763	0,067	0,001
58	4	0,006	0,007	-0,001	0,181	0,015	0,000	0,165	0,836	0,771	0,066	0,001
59	2	0,003	0,007	-0,004	1,060	0,015	0,000	1,648	0,839	0,778	0,061	0,004
60	5	0,008	0,007	0,000	0,121	0,014	0,000	0,015	0,847	0,785	0,062	0,000
61	7	0,011	0,007	0,004	0,855	0,014	0,000	1,174	0,858	0,792	0,065	0,004
62	4	0,006	0,007	-0,001	0,040	0,014	0,000	0,075	0,864	0,799	0,064	0,001
63	2	0,003	0,007	-0,004	0,951	0,014	0,000	1,400	0,867	0,806	0,060	0,004
64	3	0,005	0,007	-0,002	0,449	0,014	0,000	0,469	0,871	0,813	0,058	0,002
65	5	0,008	0,007	0,001	0,059	0,014	0,000	0,089	0,879	0,820	0,059	0,001

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>
66	4	0,006	0,007	0,000	0,150	0,013	0,000	0,022	0,885	0,826	0,059	0,000
67	2	0,003	0,006	-0,003	0,850	0,013	0,000	1,188	0,888	0,833	0,055	0,003
68	2	0,003	0,006	-0,003	0,826	0,013	0,000	1,140	0,891	0,839	0,052	0,003
69	1	0,002	0,006	-0,005	1,296	0,013	-0,001	2,367	0,892	0,845	0,047	0,005
70	0	0,000	0,006	-0,006	1,774	0,013	-0,001	4,066	0,892	0,851	0,041	0,006
71	6	0,009	0,006	0,003	0,747	0,013	-0,001	0,989	0,902	0,857	0,044	0,003
72	1	0,002	0,006	-0,004	1,238	0,013	-0,001	2,207	0,903	0,863	0,040	0,004
73	1	0,002	0,006	-0,004	1,219	0,013	-0,001	2,156	0,905	0,869	0,035	0,004
74	0	0,000	0,006	-0,006	1,712	0,012	-0,001	3,847	0,905	0,875	0,029	0,006
75	7	0,011	0,006	0,005	1,391	0,012	-0,001	2,703	0,915	0,881	0,034	0,005
76	1	0,002	0,006	-0,004	1,164	0,012	-0,001	2,014	0,917	0,886	0,030	0,004
77	4	0,006	0,006	0,000	0,157	0,012	-0,001	0,025	0,923	0,892	0,031	0,000
78	4	0,006	0,006	0,001	0,183	0,012	-0,001	0,033	0,929	0,898	0,031	0,001
79	4	0,006	0,005	0,001	0,208	0,012	-0,001	0,043	0,935	0,903	0,032	0,001
80	1	0,002	0,005	-0,004	1,095	0,012	-0,001	1,842	0,936	0,908	0,028	0,004
81	0	0,000	0,005	-0,005	1,613	0,012	-0,001	3,517	0,936	0,914	0,023	0,005
82	3	0,005	0,005	-0,001	0,255	0,012	-0,001	0,065	0,941	0,919	0,022	0,001
83	3	0,005	0,005	-0,001	0,234	0,011	-0,001	0,055	0,945	0,924	0,021	0,001
84	4	0,006	0,005	0,001	0,059	0,011	-0,001	0,109	0,952	0,929	0,022	0,001
85	4	0,006	0,005	0,001	0,081	0,011	-0,001	0,125	0,958	0,934	0,023	0,001
86	1	0,002	0,005	-0,004	0,999	0,011	-0,001	1,616	0,959	0,940	0,020	0,004
87	6	0,009	0,005	0,004	1,232	0,011	-0,001	2,265	0,968	0,944	0,024	0,004
88	4	0,006	0,005	0,001	0,145	0,011	-0,001	0,179	0,974	0,949	0,025	0,001
89	3	0,005	0,005	0,000	0,114	0,011	-0,001	0,013	0,979	0,954	0,025	0,000
90	0	0,000	0,005	-0,005	1,502	0,011	-0,001	3,167	0,979	0,959	0,020	0,005
91	2	0,003	0,005	-0,002	0,358	0,011	-0,001	0,410	0,982	0,964	0,018	0,002
92	3	0,005	0,005	0,000	0,056	0,011	-0,001	0,003	0,986	0,968	0,018	0,000
93	3	0,005	0,005	0,000	0,038	0,011	-0,001	0,001	0,991	0,973	0,018	0,000
94	2	0,003	0,005	-0,002	0,307	0,011	-0,001	0,352	0,994	0,978	0,016	0,002
95	1	0,002	0,005	-0,003	0,869	0,010	-0,001	1,335	0,995	0,982	0,013	0,003
96	1	0,002	0,005	-0,003	0,855	0,010	-0,001	1,307	0,997	0,987	0,010	0,003
97	0	0,000	0,004	-0,004	1,426	0,010	-0,001	2,940	0,997	0,991	0,006	0,004
98	1	0,002	0,004	-0,003	0,828	0,010	-0,001	1,254	0,998	0,996	0,003	0,003
99	1	0,002	0,004	-0,003	0,815	0,010	-0,001	1,228	1,000	1,000	0,000	0,003
<i>N</i>	<i>660</i>				<i>χ² Real</i>			<i>161,568</i>	<i>Supremo</i>	<i>0,086</i>		
					<i>χ² Limite</i>			<i>112,02</i>	<i>K-S Limite</i>	<i>0,053</i>		<i>MDA</i>
												<i>0,0046</i>

Os dígitos 12, 18, 23, 25, 28, 29, 45 e 71 não passaram no Teste Z. Todos eles, menos o 23, apresentaram um excesso de repetições.

Além disso, a distribuição mostrou desconformidade em todos os demais testes aplicados.

Tabela 243 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores unitários: Porto de Salvador
- Chroma

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>
10	40	0,062	0,041	0,021	2,520	0,058	0,025	6,576	0,062	0,041	0,021	0,021
11	38	0,059	0,038	0,021	2,701	0,053	0,022	7,564	0,059	0,038	0,021	0,021
12	20	0,031	0,035	-0,004	0,420	0,050	0,020	0,269	0,031	0,035	0,004	0,004
13	31	0,048	0,032	0,016	2,164	0,047	0,018	5,013	0,048	0,032	0,016	0,016
14	12	0,019	0,030	-0,011	1,582	0,044	0,016	2,796	0,019	0,030	0,011	0,011
15	19	0,029	0,028	0,001	0,094	0,042	0,015	0,044	0,029	0,028	0,001	0,001
16	7	0,011	0,026	-0,015	2,337	0,039	0,013	5,889	0,011	0,026	0,015	0,015
17	33	0,051	0,025	0,026	4,163	0,038	0,012	17,946	0,051	0,025	0,026	0,026
18	15	0,023	0,023	0,000	0,044	0,036	0,011	0,002	0,023	0,023	0,000	0,000
19	14	0,022	0,022	-0,001	0,104	0,034	0,010	0,011	0,022	0,022	0,001	0,001
20	22	0,034	0,021	0,013	2,134	0,033	0,009	5,047	0,034	0,021	0,013	0,013
21	6	0,009	0,020	-0,011	1,832	0,032	0,009	3,810	0,009	0,020	0,011	0,011
22	4	0,006	0,019	-0,013	2,279	0,031	0,008	5,754	0,006	0,019	0,013	0,013
23	11	0,017	0,018	-0,001	0,129	0,030	0,007	0,074	0,017	0,018	0,001	0,001
24	22	0,034	0,018	0,016	2,996	0,029	0,007	9,713	0,034	0,018	0,016	0,016
25	7	0,011	0,017	-0,006	1,065	0,028	0,006	1,457	0,011	0,017	0,006	0,006
26	12	0,019	0,016	0,002	0,283	0,027	0,006	0,188	0,019	0,016	0,002	0,002
27	25	0,039	0,016	0,023	4,512	0,026	0,005	21,459	0,039	0,016	0,023	0,023
28	6	0,009	0,015	-0,006	1,074	0,025	0,005	1,502	0,009	0,015	0,006	0,006
29	10	0,015	0,015	0,001	0,160	0,025	0,005	0,025	0,015	0,015	0,001	0,001
30	9	0,014	0,014	0,000	0,066	0,024	0,004	0,004	0,014	0,014	0,000	0,000
31	11	0,017	0,014	0,003	0,537	0,024	0,004	0,492	0,017	0,014	0,003	0,003
32	16	0,025	0,013	0,011	2,353	0,023	0,004	6,286	0,025	0,013	0,011	0,011
33	10	0,015	0,013	0,003	0,391	0,022	0,003	0,315	0,015	0,013	0,003	0,003
34	9	0,014	0,013	0,001	0,130	0,022	0,003	0,093	0,014	0,013	0,001	0,001
35	9	0,014	0,012	0,002	0,214	0,021	0,003	0,152	0,014	0,012	0,002	0,002
36	9	0,014	0,012	0,002	0,295	0,021	0,003	0,224	0,014	0,012	0,002	0,002
37	6	0,009	0,012	-0,002	0,361	0,021	0,003	0,294	0,009	0,012	0,002	0,002
38	3	0,005	0,011	-0,007	1,411	0,020	0,002	2,523	0,005	0,011	0,007	0,007
39	12	0,019	0,011	0,008	1,659	0,020	0,002	3,376	0,019	0,011	0,008	0,008
40	4	0,006	0,011	-0,005	0,927	0,019	0,002	1,237	0,006	0,011	0,005	0,005
41	2	0,003	0,010	-0,007	1,647	0,019	0,002	3,352	0,003	0,010	0,007	0,007
42	13	0,020	0,010	0,010	2,308	0,019	0,002	6,202	0,020	0,010	0,010	0,010
43	3	0,005	0,010	-0,005	1,167	0,018	0,002	1,845	0,005	0,010	0,005	0,005
44	7	0,011	0,010	0,001	0,078	0,018	0,001	0,077	0,011	0,010	0,001	0,001
45	5	0,008	0,010	-0,002	0,270	0,018	0,001	0,221	0,008	0,010	0,002	0,002
46	5	0,008	0,009	-0,002	0,218	0,018	0,001	0,177	0,008	0,009	0,002	0,002
47	3	0,005	0,009	-0,004	0,995	0,017	0,001	1,430	0,005	0,009	0,004	0,004
48	6	0,009	0,009	0,000	0,090	0,017	0,001	0,008	0,009	0,009	0,000	0,000
49	8	0,012	0,009	0,004	0,773	0,017	0,001	0,960	0,012	0,009	0,004	0,004
50	6	0,009	0,009	0,001	0,189	0,016	0,001	0,036	0,009	0,009	0,001	0,001
51	2	0,003	0,008	-0,005	1,268	0,016	0,001	2,182	0,003	0,008	0,005	0,005
52	6	0,009	0,008	0,001	0,068	0,016	0,001	0,081	0,009	0,008	0,001	0,001
53	8	0,012	0,008	0,004	0,989	0,016	0,000	1,448	0,012	0,008	0,004	0,004
54	2	0,003	0,008	-0,005	1,172	0,016	0,000	1,925	0,003	0,008	0,005	0,005

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferen- ça</i>	<i>Teste- Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>
55	4	0,006	0,008	-0,002	0,248	0,015	0,000	0,220	0,006	0,008	0,002	0,002
56	6	0,009	0,008	0,002	0,241	0,015	0,000	0,215	0,009	0,008	0,002	0,002
57	7	0,011	0,008	0,003	0,736	0,015	0,000	0,922	0,011	0,008	0,003	0,003
58	5	0,008	0,007	0,000	0,094	0,015	0,000	0,009	0,008	0,007	0,000	0,000
59	1	0,002	0,007	-0,006	1,486	0,015	0,000	2,927	0,002	0,007	0,006	0,006
60	4	0,006	0,007	-0,001	0,064	0,014	0,000	0,088	0,006	0,007	0,001	0,001
61	5	0,008	0,007	0,001	0,206	0,014	0,000	0,042	0,008	0,007	0,001	0,001
62	4	0,006	0,007	-0,001	0,232	0,014	0,000	0,053	0,006	0,007	0,001	0,001
63	3	0,005	0,007	-0,002	0,438	0,014	0,000	0,455	0,005	0,007	0,002	0,002
64	1	0,002	0,007	-0,005	1,371	0,014	0,000	2,580	0,002	0,007	0,005	0,005
65	1	0,002	0,007	-0,005	1,349	0,014	0,000	2,517	0,002	0,007	0,005	0,005
66	0	0,000	0,007	-0,007	1,817	0,014	0,000	4,219	0,000	0,007	0,007	0,007
67	6	0,009	0,006	0,003	0,661	0,013	-0,001	0,818	0,009	0,006	0,003	0,003
68	1	0,002	0,006	-0,005	1,287	0,013	-0,001	2,340	0,002	0,006	0,005	0,005
69	1	0,002	0,006	-0,005	1,267	0,013	-0,001	2,285	0,002	0,006	0,005	0,005
70	0	0,000	0,006	-0,006	1,750	0,013	-0,001	3,980	0,000	0,006	0,006	0,006
71	8	0,012	0,006	0,006	1,811	0,013	-0,001	4,234	0,012	0,006	0,006	0,006
72	2	0,003	0,006	-0,003	0,698	0,013	-0,001	0,903	0,003	0,006	0,003	0,003
73	4	0,006	0,006	0,000	0,094	0,013	-0,001	0,009	0,006	0,006	0,000	0,000
74	5	0,008	0,006	0,002	0,379	0,012	-0,001	0,404	0,008	0,006	0,002	0,002
75	1	0,002	0,006	-0,004	1,153	0,012	-0,001	1,985	0,002	0,006	0,004	0,004
76	1	0,002	0,006	-0,004	1,135	0,012	-0,001	1,940	0,002	0,006	0,004	0,004
77	3	0,005	0,006	-0,001	0,063	0,012	-0,001	0,106	0,005	0,006	0,001	0,001
78	3	0,005	0,006	-0,001	0,039	0,012	-0,001	0,092	0,005	0,006	0,001	0,001
79	5	0,008	0,005	0,002	0,518	0,012	-0,001	0,613	0,008	0,005	0,002	0,002
80	4	0,006	0,005	0,001	0,008	0,012	-0,001	0,076	0,006	0,005	0,001	0,001
81	0	0,000	0,005	-0,005	1,590	0,012	-0,001	3,442	0,000	0,005	0,005	0,005
82	8	0,012	0,005	0,007	2,229	0,012	-0,001	6,220	0,012	0,005	0,007	0,007
83	2	0,003	0,005	-0,002	0,470	0,012	-0,001	0,550	0,003	0,005	0,002	0,002
84	3	0,005	0,005	0,000	0,176	0,011	-0,001	0,031	0,005	0,005	0,000	0,000
85	2	0,003	0,005	-0,002	0,432	0,011	-0,001	0,500	0,003	0,005	0,002	0,002
86	3	0,005	0,005	0,000	0,136	0,011	-0,001	0,018	0,005	0,005	0,000	0,000
87	1	0,002	0,005	-0,003	0,955	0,011	-0,001	1,518	0,002	0,005	0,003	0,003
88	3	0,005	0,005	0,000	0,096	0,011	-0,001	0,009	0,005	0,005	0,000	0,000
89	1	0,002	0,005	-0,003	0,926	0,011	-0,001	1,454	0,002	0,005	0,003	0,003
90	2	0,003	0,005	-0,002	0,342	0,011	-0,001	0,390	0,003	0,005	0,002	0,002
91	0	0,000	0,005	-0,005	1,469	0,011	-0,001	3,066	0,000	0,005	0,005	0,005
92	1	0,002	0,005	-0,003	0,882	0,011	-0,001	1,363	0,002	0,005	0,003	0,003
93	1	0,002	0,005	-0,003	0,868	0,011	-0,001	1,334	0,002	0,005	0,003	0,003
94	1	0,002	0,005	-0,003	0,854	0,011	-0,001	1,306	0,002	0,005	0,003	0,003
95	0	0,000	0,005	-0,005	1,426	0,011	-0,001	2,938	0,000	0,005	0,005	0,005
96	0	0,000	0,005	-0,005	1,415	0,010	-0,001	2,907	0,000	0,005	0,005	0,005
97	2	0,003	0,004	-0,001	0,223	0,010	-0,001	0,268	0,003	0,004	0,001	0,001
98	2	0,003	0,004	-0,001	0,207	0,010	-0,001	0,253	0,003	0,004	0,001	0,001
99	1	0,002	0,004	-0,003	0,788	0,010	-0,001	1,174	0,002	0,004	0,003	0,003
<i>N</i>	<i>417</i>			<i>χ² Real</i>				<i>192,850</i>	<i>Supremo</i>	<i>0,026</i>		<i>MDA</i>
				<i>χ² Limite</i>				<i>112,02</i>	<i>K-S Limite</i>	<i>0,054</i>		<i>0,0048</i>

Os dígitos 10, 11, 13, 16, 17, 20, 22, 24,27, 32, 42 e 82 não passaram no Teste Z. Dentre eles, apenas o 16 e o 22 apresentaram repetições baixas na planilha.

Além disso, a distribuição mostrou desconformidade no Teste Qui-Quadrado e no DMA. Passou apenas no Teste K-S.

7.1.4 Teste de Soma

A análise do Teste de Soma dos valores unitários de cada planilha orçamentária será exibida a seguir.

Tabela 244 – Teste de Soma para os valores unitários – orçamento base Porto de Salvador

<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
10	110.195,63	0,020	0,011	0,009	55	1.775,21	0,000	0,011	-0,011
11	373.534,34	0,067	0,011	0,056	56	6.553,15	0,001	0,011	-0,010
12	132.940,93	0,024	0,011	0,013	57	6.386,47	0,001	0,011	-0,010
13	1.943,95	0,000	0,011	-0,011	58	764,19	0,000	0,011	-0,011
14	1.972,60	0,000	0,011	-0,011	59	6.028,30	0,001	0,011	-0,010
15	5.234,33	0,001	0,011	-0,010	60	302,60	0,000	0,011	-0,011
16	9.286,72	0,002	0,011	-0,009	61	1.535,29	0,000	0,011	-0,011
17	172.372,46	0,031	0,011	0,020	62	63.318,21	0,011	0,011	0,000
18	4.058,28	0,001	0,011	-0,010	63	6.462,13	0,001	0,011	-0,010
19	5.147,14	0,001	0,011	-0,010	64	193,50	0,000	0,011	-0,011
20	23.332,82	0,004	0,011	-0,007	65	72.281,09	0,013	0,011	0,002
21	1.506,68	0,000	0,011	-0,011	66	265,96	0,000	0,011	-0,011
22	3.046,46	0,001	0,011	-0,010	67	135,60	0,000	0,011	-0,011
23	4.739,33	0,001	0,011	-0,010	68	749,08	0,000	0,011	-0,011
24	3.209,80	0,001	0,011	-0,010	69	692.077,54	0,124	0,011	0,113
25	6.370,05	0,001	0,011	-0,010	70	0,00	0,000	0,011	-0,011
26	62.645,16	0,011	0,011	0,000	71	430,48	0,000	0,011	-0,011
27	1.138,52	0,000	0,011	-0,011	72	72,80	0,000	0,011	-0,011
28	11.078,60	0,002	0,011	-0,009	73	73,96	0,000	0,011	-0,011
29	7.429,79	0,001	0,011	-0,010	74	0,00	0,000	0,011	-0,011
30	30.757,51	0,006	0,011	-0,005	75	8.732,96	0,002	0,011	-0,009

<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
31	35.327,02	0,006	0,011	-0,005	76	76,50	0,000	0,011	-0,011
32	42.467,25	0,008	0,011	-0,003	77	78.804,04	0,014	0,011	0,003
33	2.445,61	0,000	0,011	-0,011	78	314,81	0,000	0,011	-0,011
34	36.790,95	0,007	0,011	-0,004	79	317,64	0,000	0,011	-0,011
35	364.583,32	0,065	0,011	0,054	80	80,85	0,000	0,011	-0,011
36	5.926,69	0,001	0,011	-0,010	81	0,00	0,000	0,011	-0,011
37	39.488,55	0,007	0,011	-0,004	82	82.765,84	0,015	0,011	0,004
38	40.336,17	0,007	0,011	-0,004	83	838.864,15	0,150	0,011	0,139
39	1.229,54	0,000	0,011	-0,011	84	338,70	0,000	0,011	-0,011
40	4.600,26	0,001	0,011	-0,010	85	341,95	0,000	0,011	-0,011
41	461.709,60	0,083	0,011	0,072	86	860,00	0,000	0,011	-0,011
42	1.856,84	0,000	0,011	-0,011	87	3.685,89	0,001	0,011	-0,010
43	430.898,56	0,077	0,011	0,066	88	353,60	0,000	0,011	-0,011
44	448.958,50	0,080	0,011	0,069	89	269,50	0,000	0,011	-0,011
45	3.547,22	0,001	0,011	-0,010	90	0,00	0,000	0,011	-0,011
46	234,58	0,000	0,011	-0,011	91	91.913,29	0,016	0,011	0,005
47	95,37	0,000	0,011	-0,011	92	276,98	0,000	0,011	-0,011
48	10.913,74	0,002	0,011	-0,009	93	93.634,64	0,017	0,011	0,006
49	98,24	0,000	0,011	-0,011	94	9.518,54	0,002	0,011	-0,009
50	5.137,78	0,001	0,011	-0,010	95	95,76	0,000	0,011	-0,011
51	51.911,49	0,009	0,011	-0,002	96	96,80	0,000	0,011	-0,011
52	6.921,73	0,001	0,011	-0,010	97	0,00	0,000	0,011	-0,011
53	5.683,47	0,001	0,011	-0,010	98	98,65	0,000	0,011	-0,011
54	541.847,74	0,097	0,011	0,086	99	99,52	0,000	0,011	-0,011
SOMA TOTAL					5.585.897,49				

O Teste Z dos Dois Primeiros Dígitos apontou os valores 12, 18, 25, 28, 29, 45 e 71 como excessivos.

O Teste de Soma indicou os valores 11, 12, 17, 35, 41, 43, 44, 54, 69 e 83 como tendo proporções bastante altas em suas somas.

Em uma auditoria para avaliar os preços dos serviços, seria recomendável primeiro se investigar o dígito 12, o qual foi apontado em ambos os testes.

Tabela 245 – Teste Soma dos valores unitários: Porto de Salvador - Chroma

<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
10	231.391,67	0,044	0,011	0,033	55	718,33	0,000	0,011	-0,011
11	347.277,26	0,066	0,011	0,055	56	5.894,05	0,001	0,011	-0,010
12	1.701,96	0,000	0,011	-0,011	57	919,49	0,000	0,011	-0,011
13	2.119,24	0,000	0,011	-0,011	58	60.099,82	0,011	0,011	0,000
14	3.560,16	0,001	0,011	-0,010	59	59,50	0,000	0,011	-0,011
15	170.045,93	0,032	0,011	0,021	60	6.196,79	0,001	0,011	-0,010
16	2.214,13	0,000	0,011	-0,011	61	67.944,23	0,013	0,011	0,002
17	6.139,02	0,001	0,011	-0,010	62	250,02	0,000	0,011	-0,011
18	2.967,93	0,001	0,011	-0,010	63	767,23	0,000	0,011	-0,011
19	21.677,19	0,004	0,011	-0,007	64	64,36	0,000	0,011	-0,011
20	3.420,16	0,001	0,011	-0,010	65	650.552,89	0,124	0,011	0,113
21	702,73	0,000	0,011	-0,011	66	0,00	0,000	0,011	-0,011
22	6.757,30	0,001	0,011	-0,010	67	404,66	0,000	0,011	-0,011
23	6.170,17	0,001	0,011	-0,010	68	68,43	0,000	0,011	-0,011
24	31.421,93	0,006	0,011	-0,005	69	69,52	0,000	0,011	-0,011
25	28.255,05	0,005	0,011	-0,006	70	0,00	0,000	0,011	-0,011
26	9.456,52	0,002	0,011	-0,009	71	8.280,88	0,002	0,011	-0,009
27	8.162,60	0,002	0,011	-0,009	72	145,58	0,000	0,011	-0,011
28	29.474,02	0,006	0,011	-0,005	73	74.077,95	0,014	0,011	0,003
29	33.207,11	0,006	0,011	-0,005	74	371,71	0,000	0,011	-0,011
30	39.888,53	0,008	0,011	-0,003	75	75,06	0,000	0,011	-0,011
31	2.298,87	0,000	0,011	-0,011	76	76,00	0,000	0,011	-0,011
32	38.564,40	0,007	0,011	-0,004	77	77.799,88	0,015	0,011	0,004
33	342.794,52	0,065	0,011	0,054	78	788.532,31	0,150	0,011	0,139
34	1.852,93	0,000	0,011	-0,011	79	398,27	0,000	0,011	-0,011
35	36.770,26	0,007	0,011	-0,004	80	1.049,93	0,000	0,011	-0,011
36	37.915,99	0,007	0,011	-0,004	81	0,00	0,000	0,011	-0,011
37	1.231,28	0,000	0,011	-0,011	82	3.630,67	0,001	0,011	-0,010
38	4.248,74	0,001	0,011	-0,010	83	166,47	0,000	0,011	-0,011
39	435.672,42	0,083	0,011	0,072	84	253,33	0,000	0,011	-0,011
40	405.124,68	0,077	0,011	0,066	85	86.398,49	0,016	0,011	0,005
41	83,19	0,000	0,011	-0,011	86	260,36	0,000	0,011	-0,011
42	423.981,29	0,081	0,011	0,070	87	87.840,18	0,017	0,011	0,006
43	1.290,90	0,000	0,011	-0,011	88	9.034,69	0,002	0,011	-0,009
44	310,14	0,000	0,011	-0,011	89	89,12	0,000	0,011	-0,011
45	9.706,45	0,002	0,011	-0,009	90	181,00	0,000	0,011	-0,011
46	644,80	0,000	0,011	-0,011	91	0,00	0,000	0,011	-0,011
47	4.829,51	0,001	0,011	-0,010	92	92,73	0,000	0,011	-0,011

<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
48	48.796,80	0,009	0,011	-0,002	93	93,55	0,000	0,011	-0,011
49	6.656,07	0,001	0,011	-0,010	94	94,94	0,000	0,011	-0,011
50	514.478,02	0,098	0,011	0,087	95	0,00	0,000	0,011	-0,011
51	103,56	0,000	0,011	-0,011	96	0,00	0,000	0,011	-0,011
52	1.722,53	0,000	0,011	-0,011	97	194,26	0,000	0,011	-0,011
53	11.949,18	0,002	0,011	-0,009	98	196,68	0,000	0,011	-0,011
54	108,36	0,000	0,011	-0,011	99	99,41	0,000	0,011	-0,011
<i>SOMA TOTAL</i>					<i>5.729.921,38</i>				

O Teste Z dos Dois Primeiros Dígitos apontou os valores 10, 11, 13, 17, 20, 24, 27, 32, 42 e 82 como excessivos.

O Teste de Soma indicou os valores 10, 11, 15, 33, 39, 40, 42, 50 e 78 como tendo proporções bastante altas em suas somas.

Em uma auditoria para avaliar os preços dos serviços, seria recomendável primeiro se investigarem os dígitos 10, 11 e 42, os quais foram apontados em ambos os testes.

E, como se tratam de valores unitários, apesar de os outros valores identificados no Teste dos Dois Primeiros Dígitos não terem tido soma relevante, eles podem, quando multiplicados pela quantidade (a depender desta), resultar em altas quantias. Assim, não devem ser, à princípio, descartados em uma auditoria.

7.2. Valores Totais

7.2.1 Teste do Primeiro Dígito

A análise dos primeiros dígitos dos valores totais de cada planilha orçamentária será exibida a seguir.

Tabela 246 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais – orçamento base Porto de Salvador

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>		
<i>1</i>	257	0,296	0,301	-0,005	0,279	0,070	0,296	0,301	0,005	0,005
<i>2</i>	150	0,173	0,176	-0,003	0,202	0,050	0,469	0,477	0,008	0,003
<i>3</i>	96	0,111	0,125	-0,014	1,232	1,440	0,579	0,602	0,023	0,014
<i>4</i>	82	0,094	0,097	-0,003	0,195	0,057	0,674	0,699	0,025	0,003
<i>5</i>	74	0,085	0,079	0,006	0,620	0,430	0,759	0,778	0,019	0,006
<i>6</i>	74	0,085	0,067	0,018	2,083	4,317	0,844	0,845	0,001	0,018
<i>7</i>	54	0,062	0,058	0,004	0,458	0,266	0,907	0,903	0,004	0,004
<i>8</i>	36	0,041	0,051	-0,010	1,198	1,544	0,948	0,954	0,006	0,010
<i>9</i>	45	0,052	0,046	0,006	0,741	0,644	1,000	1,000	0,000	0,006
<i>N</i>	<i>868</i>		χ^2 Real			<i>8,817</i>	<i>Supremo</i>	<i>0,025</i>		<i>MDA</i>
			χ^2 Limite			<i>15,507</i>	<i>K-S Limite</i>	<i>0,046</i>		<i>0,008</i>

Os dados mostraram um bom desempenho em todos os testes realizados, conforme se observou nos resultados apresentados na tabela anterior.

No Teste Z, contudo, o dígito 6 superou o limite de 1,96, tendo sido excessivamente repetido na planilha orçamentária em relação aos parâmetros da Lei NB.

No MDA, a distribuição apresentou uma conformidade aceitável.

Tabela 247 – Teste do Primeiro Dígito dos valores totais: Porto de Salvador - Chroma

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>		
<i>1</i>	249	0,287	0,301	-0,014	0,871	0,576	0,287	0,301	0,014	0,014
<i>2</i>	151	0,174	0,176	-0,002	0,113	0,020	0,461	0,477	0,016	0,002
<i>3</i>	99	0,114	0,125	-0,011	0,924	0,832	0,575	0,602	0,027	0,011
<i>4</i>	89	0,103	0,097	0,006	0,494	0,274	0,677	0,699	0,022	0,006
<i>5</i>	73	0,084	0,079	0,005	0,494	0,286	0,762	0,778	0,016	0,005
<i>6</i>	71	0,082	0,067	0,015	1,676	2,837	0,843	0,845	0,002	0,015
<i>7</i>	48	0,055	0,058	-0,003	0,268	0,109	0,899	0,903	0,004	0,003
<i>8</i>	43	0,050	0,051	-0,001	0,118	0,036	0,948	0,954	0,006	0,001
<i>9</i>	45	0,052	0,046	0,006	0,741	0,644	1,000	1,000	0,000	0,006
<i>N</i>	<i>868</i>		χ^2 Real			<i>5,615</i>	<i>Supremo</i>	<i>0,027</i>		<i>MDA</i>
			χ^2 Limite			<i>15,507</i>	<i>K-S Limite</i>	<i>0,046</i>		<i>0,007</i>

Os dados mostraram um bom desempenho em todos os testes aplicados, conforme se observou nos resultados apresentados na tabela anterior.

No Teste Z, nenhum dígito superou o limite de 1,96, o que significou um excelente resultado.

Além disso, no MDA, a distribuição apresentou uma conformidade aceitável.

Dessa maneira, os dados da proposta da Chroma tiveram um desempenho superior aos dados do orçamento base, a exemplo do Teste Z.

7.2.2 Teste do Segundo Dígito

A análise dos segundos dígitos dos valores totais de cada planilha orçamentária será exibida a seguir.

Tabela 248 – Teste do Segundo Dígito dos valores totais – orçamento base Porto de Salvador

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>		
<i>0</i>	86	0,101	0,120	-0,019	1,613	2,441	0,101	0,120	0,019	0,019
<i>1</i>	101	0,119	0,114	0,005	0,414	0,194	0,221	0,234	0,013	0,005
<i>2</i>	98	0,116	0,109	0,007	0,558	0,335	0,336	0,343	0,007	0,007
<i>3</i>	99	0,117	0,104	0,013	1,160	1,325	0,453	0,447	0,006	0,013
<i>4</i>	83	0,098	0,100	-0,002	0,149	0,038	0,551	0,547	0,004	0,002
<i>5</i>	73	0,086	0,097	-0,011	1,016	1,042	0,637	0,644	0,007	0,011
<i>6</i>	65	0,077	0,093	-0,016	1,580	2,437	0,713	0,737	0,024	0,016
<i>7</i>	75	0,088	0,090	-0,002	0,098	0,023	0,802	0,827	0,025	0,002
<i>8</i>	94	0,111	0,088	0,023	2,288	5,031	0,913	0,915	0,002	0,023
<i>9</i>	74	0,087	0,085	0,002	0,175	0,051	1,000	1,000	0,000	0,002
<i>N</i>	848		χ^2 Real			12,916	<i>Supremo</i>		0,025	<i>MDA</i>
			χ^2 Limite			16,919	<i>K-S Limite</i>		0,047	0,010

Os resultados exibidos na tabela anterior mostraram uma conformidade dos dados com a Lei NB em todos os testes.

No Teste Z, apenas o dígito 8 superou a fronteira de 1,96, por excessivas repetições na planilha.

O MDA apontou uma conformidade aceitável dos dados com a distribuição de Benford.

Tabela 249 – Teste do Segundo Dígito dos valores totais: Porto de Salvador - Chroma

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	χ^2	<i>K-S</i>	<i>MDA</i>			
0	105	0,124	0,120	0,004	0,302	0,111	0,124	0,120	0,004	0,004	
1	98	0,116	0,114	0,002	0,102	0,022	0,240	0,234	0,006	0,002	
2	85	0,100	0,109	-0,009	0,752	0,581	0,340	0,343	0,003	0,009	
3	82	0,097	0,104	-0,007	0,629	0,421	0,437	0,447	0,010	0,007	
4	89	0,105	0,100	0,005	0,435	0,218	0,542	0,547	0,005	0,005	
5	52	0,061	0,097	-0,036	3,443	11,071	0,603	0,644	0,041	0,036	
6	81	0,096	0,093	0,003	0,205	0,063	0,699	0,737	0,038	0,003	
7	104	0,123	0,090	0,033	3,274	10,116	0,822	0,827	0,005	0,033	
8	71	0,084	0,088	-0,004	0,368	0,168	0,906	0,915	0,009	0,004	
9	80	0,094	0,085	0,009	0,925	0,890	1,000	1,000	0,000	0,009	
<i>N</i>	847					χ^2 Real	23,661	<i>Supremo</i>	0,041	<i>MDA</i>	
						χ^2 Limite	16,919	<i>K-S Limite</i>	0,047	0,011	

Os resultados exibidos na tabela anterior mostraram uma conformidade dos dados com a Lei NB no Teste K-S e no MDA.

No Teste Z, os dígitos cinco e sete superaram a fronteira de 1,96, o primeiro por insuficientes repetições e o segundo pelo excesso em relação às frequências esperadas.

O MDA apontou uma conformidade marginal dos dados com a distribuição de Benford.

Os resultados foram inferiores aos do orçamento base para todos os testes realizados.

7.2.3 Teste dos Dois Primeiros Dígitos

A análise dos dois primeiros dígitos dos valores totais de cada planilha orçamentária será exibida a seguir.

Tabela 250 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores totais – orçamento base
Porto de Salvador

Dígito	Cont.	Real	Benford	Diferença	Teste-Z	Upper Bound	Lower Bound	QQ		K-S		DMA
10	38	0,045	0,041	0,003	0,414	0,055	0,027	0,239	0,045	0,041	0,003	0,003
11	34	0,040	0,038	0,002	0,262	0,051	0,024	0,119	0,040	0,038	0,002	0,002
12	31	0,037	0,035	0,002	0,192	0,048	0,022	0,079	0,037	0,035	0,002	0,002
13	30	0,035	0,032	0,003	0,429	0,045	0,020	0,269	0,035	0,032	0,003	0,003
14	21	0,025	0,030	-0,005	0,787	0,042	0,018	0,765	0,025	0,030	0,005	0,005
15	21	0,025	0,028	-0,003	0,472	0,040	0,016	0,322	0,025	0,028	0,003	0,003
16	12	0,014	0,026	-0,012	2,108	0,038	0,015	4,777	0,014	0,026	0,012	0,012
17	20	0,024	0,025	-0,001	0,121	0,036	0,014	0,052	0,024	0,025	0,001	0,001
18	36	0,042	0,023	0,019	3,535	0,034	0,013	12,998	0,042	0,023	0,019	0,019
19	14	0,017	0,022	-0,006	1,022	0,033	0,012	1,266	0,017	0,022	0,006	0,006
20	12	0,014	0,021	-0,007	1,304	0,031	0,011	1,983	0,014	0,021	0,007	0,007
21	15	0,018	0,020	-0,003	0,398	0,030	0,010	0,265	0,018	0,020	0,003	0,003
22	18	0,021	0,019	0,002	0,282	0,029	0,009	0,162	0,021	0,019	0,002	0,002
23	17	0,020	0,018	0,002	0,211	0,028	0,009	0,112	0,020	0,018	0,002	0,002
24	15	0,018	0,018	0,000	0,009	0,027	0,008	0,000	0,018	0,018	0,000	0,000
25	14	0,017	0,017	-0,001	0,118	0,026	0,008	0,014	0,017	0,017	0,001	0,001
26	12	0,014	0,016	-0,002	0,378	0,026	0,007	0,259	0,014	0,016	0,002	0,002
27	15	0,018	0,016	0,002	0,305	0,025	0,007	0,193	0,018	0,016	0,002	0,002
28	18	0,021	0,015	0,006	1,283	0,024	0,006	1,994	0,021	0,015	0,006	0,006
29	13	0,015	0,015	0,001	0,004	0,023	0,006	0,021	0,015	0,015	0,001	0,001
30	7	0,008	0,014	-0,006	1,326	0,023	0,006	2,134	0,008	0,014	0,006	0,006
31	12	0,014	0,014	0,000	0,091	0,022	0,005	0,008	0,014	0,014	0,000	0,000
32	8	0,009	0,013	-0,004	0,847	0,022	0,005	0,980	0,009	0,013	0,004	0,004
33	15	0,018	0,013	0,005	1,064	0,021	0,005	1,459	0,018	0,013	0,005	0,005
34	7	0,008	0,013	-0,004	0,978	0,021	0,004	1,265	0,008	0,013	0,004	0,004
35	6	0,007	0,012	-0,005	1,210	0,020	0,004	1,845	0,007	0,012	0,005	0,005
36	11	0,013	0,012	0,001	0,130	0,020	0,004	0,082	0,013	0,012	0,001	0,001
37	7	0,008	0,012	-0,003	0,745	0,019	0,004	0,811	0,008	0,012	0,003	0,003
38	9	0,011	0,011	-0,001	0,022	0,019	0,004	0,034	0,011	0,011	0,001	0,001
39	12	0,014	0,011	0,003	0,717	0,019	0,003	0,768	0,014	0,011	0,003	0,003
40	9	0,011	0,011	0,000	0,031	0,018	0,003	0,001	0,011	0,011	0,000	0,000
41	9	0,011	0,010	0,000	0,042	0,018	0,003	0,002	0,011	0,010	0,000	0,000
42	7	0,008	0,010	-0,002	0,398	0,018	0,003	0,320	0,008	0,010	0,002	0,002
43	7	0,008	0,010	-0,002	0,334	0,017	0,003	0,254	0,008	0,010	0,002	0,002
44	10	0,012	0,010	0,002	0,427	0,017	0,003	0,359	0,012	0,010	0,002	0,002
45	5	0,006	0,010	-0,004	0,916	0,017	0,002	1,183	0,006	0,010	0,004	0,004
46	7	0,008	0,009	-0,001	0,150	0,016	0,002	0,107	0,008	0,009	0,001	0,001
47	6	0,007	0,009	-0,002	0,452	0,016	0,002	0,397	0,007	0,009	0,002	0,002
48	9	0,011	0,009	0,002	0,330	0,016	0,002	0,260	0,011	0,009	0,002	0,002
49	9	0,011	0,009	0,002	0,390	0,016	0,002	0,327	0,011	0,009	0,002	0,002
50	8	0,009	0,009	0,001	0,077	0,015	0,002	0,069	0,009	0,009	0,001	0,001
51	11	0,013	0,008	0,005	1,258	0,015	0,002	2,071	0,013	0,008	0,005	0,005
52	6	0,007	0,008	-0,001	0,195	0,015	0,002	0,147	0,007	0,008	0,001	0,001
53	12	0,014	0,008	0,006	1,767	0,015	0,001	3,802	0,014	0,008	0,006	0,006
54	9	0,011	0,008	0,003	0,673	0,015	0,001	0,744	0,011	0,008	0,003	0,003
55	0	0,000	0,008	-0,008	2,391	0,014	0,001	6,636	0,000	0,008	0,008	0,008

<i>Dígito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>		<i>K-S</i>		<i>DMA</i>
56	4	0,005	0,008	-0,003	0,794	0,014	0,001	0,973	0,005	0,008	0,003	0,003
57	8	0,009	0,008	0,002	0,434	0,014	0,001	0,397	0,009	0,008	0,002	0,002
58	9	0,011	0,007	0,003	0,882	0,014	0,001	1,162	0,011	0,007	0,003	0,003
59	6	0,007	0,007	0,000	0,077	0,014	0,001	0,006	0,007	0,007	0,000	0,000
60	5	0,006	0,007	-0,001	0,239	0,013	0,001	0,194	0,006	0,007	0,001	0,001
61	8	0,009	0,007	0,002	0,620	0,013	0,001	0,676	0,009	0,007	0,002	0,002
62	8	0,009	0,007	0,002	0,664	0,013	0,001	0,754	0,009	0,007	0,002	0,002
63	5	0,006	0,007	-0,001	0,125	0,013	0,001	0,110	0,006	0,007	0,001	0,001
64	8	0,009	0,007	0,003	0,752	0,013	0,001	0,918	0,009	0,007	0,003	0,003
65	9	0,011	0,007	0,004	1,217	0,013	0,001	2,029	0,011	0,007	0,004	0,004
66	6	0,007	0,007	0,001	0,197	0,013	0,001	0,039	0,007	0,007	0,001	0,001
67	7	0,008	0,006	0,002	0,448	0,012	0,000	0,437	0,008	0,006	0,002	0,002
68	6	0,007	0,006	0,001	0,053	0,012	0,000	0,072	0,007	0,006	0,001	0,001
69	8	0,009	0,006	0,003	0,959	0,012	0,000	1,377	0,009	0,006	0,003	0,003
70	4	0,005	0,006	-0,001	0,318	0,012	0,000	0,287	0,005	0,006	0,001	0,001
71	6	0,007	0,006	0,001	0,154	0,012	0,000	0,140	0,007	0,006	0,001	0,001
72	7	0,008	0,006	0,002	0,632	0,012	0,000	0,726	0,008	0,006	0,002	0,002
73	4	0,005	0,006	-0,001	0,229	0,012	0,000	0,204	0,005	0,006	0,001	0,001
74	7	0,008	0,006	0,002	0,702	0,012	0,000	0,856	0,008	0,006	0,002	0,002
75	7	0,008	0,006	0,003	0,737	0,011	0,000	0,923	0,008	0,006	0,003	0,003
76	5	0,006	0,006	0,000	0,085	0,011	0,000	0,007	0,006	0,006	0,000	0,000
77	3	0,004	0,006	-0,002	0,576	0,011	0,000	0,646	0,004	0,006	0,002	0,002
78	5	0,006	0,006	0,000	0,143	0,011	0,000	0,020	0,006	0,006	0,000	0,000
79	4	0,005	0,005	-0,001	0,062	0,011	0,000	0,086	0,005	0,005	0,001	0,001
80	0	0,000	0,005	-0,005	1,910	0,011	0,000	4,575	0,000	0,005	0,005	0,005
81	3	0,004	0,005	-0,002	0,481	0,011	0,000	0,511	0,004	0,005	0,002	0,002
82	6	0,007	0,005	0,002	0,492	0,011	0,000	0,528	0,007	0,005	0,002	0,002
83	6	0,007	0,005	0,002	0,520	0,011	0,000	0,573	0,007	0,005	0,002	0,002
84	3	0,004	0,005	-0,002	0,412	0,011	0,000	0,423	0,004	0,005	0,002	0,002
85	5	0,006	0,005	0,001	0,093	0,010	0,000	0,111	0,006	0,005	0,001	0,001
86	6	0,007	0,005	0,002	0,604	0,010	0,000	0,713	0,007	0,005	0,002	0,002
87	2	0,002	0,005	-0,003	0,835	0,010	0,000	1,159	0,002	0,005	0,003	0,003
88	2	0,002	0,005	-0,003	0,816	0,010	0,000	1,123	0,002	0,005	0,003	0,003
89	3	0,004	0,005	-0,001	0,304	0,010	0,000	0,302	0,004	0,005	0,001	0,001
90	3	0,004	0,005	-0,001	0,283	0,010	0,000	0,281	0,004	0,005	0,001	0,001
91	3	0,004	0,005	-0,001	0,262	0,010	0,000	0,261	0,004	0,005	0,001	0,001
92	7	0,008	0,005	0,004	1,265	0,010	0,000	2,288	0,008	0,005	0,004	0,004
93	3	0,004	0,005	-0,001	0,222	0,010	-0,001	0,224	0,004	0,005	0,001	0,001
94	3	0,004	0,005	-0,001	0,202	0,010	-0,001	0,207	0,004	0,005	0,001	0,001
95	6	0,007	0,005	0,003	0,839	0,010	-0,001	1,192	0,007	0,005	0,003	0,003
96	2	0,002	0,005	-0,002	0,675	0,010	-0,001	0,865	0,002	0,005	0,002	0,002
97	7	0,008	0,004	0,004	1,404	0,010	-0,001	2,750	0,008	0,004	0,004	0,004
98	0	0,000	0,004	-0,004	1,679	0,009	-0,001	3,739	0,000	0,004	0,004	0,004
99	5	0,006	0,004	0,002	0,416	0,009	-0,001	0,456	0,006	0,004	0,002	0,002
<i>N</i>	<i>848</i>			<i>χ² Real</i>				<i>87,272</i>	<i>Supremo</i>	<i>0,019</i>		<i>MDA</i>
				<i>χ² Limite</i>				<i>112,02</i>	<i>K-S Limite</i>	<i>0,047</i>		<i>0,0027</i>

Os testes, à exceção do MDA mostraram uma conformidade com a Lei NB.

Contudo, o MDA, que apresentou uma desconformidade, é o teste mais indicado por Nigrini (2012) para mensurar a conformidade, uma vez que seu cálculo independe da quantidade de dados da distribuição.

Os dígitos 16, 18 e 55 não passaram no Teste Z. Todavia, como foram apenas três picos, pode-se considerar, segundo Nigrini (2012) que os dados em tela tiveram, em geral, um bom desempenho.

Tabela 251 – Teste dos Dois Primeiros Dígitos dos valores totais: Porto de Salvador - Chroma

Dígito	Cont.	Real	Benford	Diferença	Teste-Z	Upper Bound	Lower Bound	QQ	K-S	DMA		
10	37	0,044	0,041	0,002	0,248	0,055	0,027	0,107	0,044	0,041	0,002	0,002
11	29	0,034	0,038	-0,004	0,452	0,051	0,024	0,282	0,034	0,038	0,004	0,004
12	37	0,044	0,035	0,009	1,324	0,048	0,022	1,939	0,044	0,035	0,009	0,009
13	24	0,028	0,032	-0,004	0,537	0,045	0,020	0,390	0,028	0,032	0,004	0,004
14	20	0,024	0,030	-0,006	0,983	0,042	0,018	1,140	0,024	0,030	0,006	0,006
15	13	0,015	0,028	-0,013	2,132	0,040	0,016	4,859	0,015	0,028	0,013	0,013
16	23	0,027	0,026	0,001	0,043	0,038	0,015	0,022	0,027	0,026	0,001	0,001
17	35	0,041	0,025	0,016	2,976	0,036	0,014	9,288	0,041	0,025	0,016	0,016
18	13	0,015	0,023	-0,008	1,563	0,034	0,013	2,386	0,015	0,023	0,008	0,008
19	18	0,021	0,022	-0,001	0,202	0,033	0,012	0,040	0,021	0,022	0,001	0,001
20	16	0,019	0,021	-0,002	0,345	0,031	0,011	0,211	0,019	0,021	0,002	0,002
21	19	0,022	0,020	0,002	0,339	0,030	0,010	0,208	0,022	0,020	0,002	0,002
22	14	0,017	0,019	-0,003	0,462	0,029	0,009	0,338	0,017	0,019	0,003	0,003
23	18	0,021	0,018	0,003	0,471	0,028	0,009	0,351	0,021	0,018	0,003	0,003
24	16	0,019	0,018	0,001	0,126	0,027	0,008	0,064	0,019	0,018	0,001	0,001
25	8	0,009	0,017	-0,008	1,574	0,026	0,008	2,863	0,009	0,017	0,008	0,008
26	17	0,020	0,016	0,004	0,708	0,026	0,007	0,700	0,020	0,016	0,004	0,004
27	16	0,019	0,016	0,003	0,585	0,025	0,007	0,514	0,019	0,016	0,003	0,003
28	12	0,014	0,015	-0,001	0,115	0,024	0,006	0,064	0,014	0,015	0,001	0,001
29	13	0,015	0,015	0,001	0,151	0,023	0,006	0,022	0,015	0,015	0,001	0,001
30	8	0,009	0,014	-0,005	1,178	0,023	0,006	1,368	0,009	0,014	0,005	0,005
31	16	0,019	0,014	0,005	1,126	0,022	0,005	1,599	0,019	0,014	0,005	0,005
32	8	0,009	0,013	-0,004	0,844	0,022	0,005	0,973	0,009	0,013	0,004	0,004
33	6	0,007	0,013	-0,006	1,361	0,021	0,005	2,260	0,007	0,013	0,006	0,006
34	10	0,012	0,013	-0,001	0,050	0,021	0,004	0,041	0,012	0,013	0,001	0,001
35	7	0,008	0,012	-0,004	0,895	0,020	0,004	1,091	0,008	0,012	0,004	0,004
36	15	0,018	0,012	0,006	1,401	0,020	0,004	2,403	0,018	0,012	0,006	0,006
37	12	0,014	0,012	0,003	0,543	0,019	0,004	0,489	0,014	0,012	0,003	0,003
38	4	0,005	0,011	-0,007	1,645	0,019	0,004	3,230	0,005	0,011	0,007	0,007
39	12	0,014	0,011	0,003	0,721	0,019	0,003	0,775	0,014	0,011	0,003	0,003
40	9	0,011	0,011	0,000	0,028	0,018	0,003	0,001	0,011	0,011	0,000	0,000
41	5	0,006	0,010	-0,005	1,136	0,018	0,003	1,685	0,006	0,010	0,005	0,005
42	10	0,012	0,010	0,002	0,288	0,018	0,003	0,209	0,012	0,010	0,002	0,002

<i>Digito</i>	<i>Cont.</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferen ça</i>	<i>Teste-Z</i>	<i>Upper Bound</i>	<i>Lower Bound</i>	<i>QQ</i>	<i>K-S</i>	<i>DMA</i>		
43	7	0,008	0,010	-0,002	0,331	0,017	0,003	0,251	0,008	0,010	0,002	0,002
44	7	0,008	0,010	-0,001	0,268	0,017	0,003	0,194	0,008	0,010	0,001	0,001
45	10	0,012	0,010	0,002	0,500	0,017	0,002	0,454	0,012	0,010	0,002	0,002
46	9	0,011	0,009	0,001	0,210	0,016	0,002	0,150	0,011	0,009	0,001	0,001
47	9	0,011	0,009	0,001	0,273	0,016	0,002	0,204	0,011	0,009	0,001	0,001
48	11	0,013	0,009	0,004	1,246	0,016	0,002	1,538	0,013	0,009	0,004	0,004
49	8	0,009	0,009	0,001	0,025	0,016	0,002	0,043	0,009	0,009	0,001	0,001
50	14	0,017	0,009	0,008	2,499	0,015	0,002	6,191	0,017	0,009	0,008	0,008
51	4	0,005	0,008	-0,004	0,993	0,015	0,002	1,383	0,005	0,008	0,004	0,004
52	0	0,000	0,008	-0,008	2,468	0,015	0,002	7,007	0,000	0,008	0,008	0,008
53	8	0,009	0,008	0,001	0,239	0,015	0,001	0,184	0,009	0,008	0,001	0,001
54	11	0,013	0,008	0,005	1,449	0,015	0,001	2,676	0,013	0,008	0,005	0,005
55	6	0,007	0,008	-0,001	0,050	0,014	0,001	0,060	0,007	0,008	0,001	0,001
56	3	0,004	0,008	-0,004	1,184	0,014	0,001	1,893	0,004	0,008	0,004	0,004
57	8	0,009	0,008	0,002	0,438	0,014	0,001	0,401	0,009	0,008	0,002	0,002
58	10	0,012	0,007	0,004	1,486	0,014	0,001	2,191	0,012	0,007	0,004	0,004
59	5	0,006	0,007	-0,001	0,275	0,014	0,001	0,226	0,006	0,007	0,001	0,001
60	8	0,009	0,007	0,002	0,578	0,013	0,001	0,606	0,009	0,007	0,002	0,002
61	10	0,012	0,007	0,005	1,649	0,013	0,001	2,700	0,012	0,007	0,005	0,005
62	7	0,008	0,007	0,001	0,461	0,013	0,001	0,211	0,008	0,007	0,001	0,001
63	8	0,009	0,007	0,003	0,712	0,013	0,001	0,841	0,009	0,007	0,003	0,003
64	6	0,007	0,007	0,000	0,125	0,013	0,001	0,015	0,007	0,007	0,000	0,000
65	5	0,006	0,007	-0,001	0,049	0,013	0,001	0,068	0,006	0,007	0,001	0,001
66	4	0,005	0,007	-0,002	0,440	0,013	0,001	0,424	0,005	0,007	0,002	0,002
67	9	0,011	0,006	0,004	1,311	0,012	0,000	2,313	0,011	0,006	0,004	0,004
68	8	0,009	0,006	0,003	0,922	0,012	0,000	1,288	0,009	0,006	0,003	0,003
69	4	0,005	0,006	-0,002	0,346	0,012	0,000	0,316	0,005	0,006	0,002	0,002
70	6	0,007	0,006	0,001	0,124	0,012	0,000	0,117	0,007	0,006	0,001	0,001
71	5	0,006	0,006	0,000	0,064	0,012	0,000	0,004	0,006	0,006	0,000	0,000
72	5	0,006	0,006	0,000	0,033	0,012	0,000	0,001	0,006	0,006	0,000	0,000
73	4	0,005	0,006	-0,001	0,450	0,012	0,000	0,202	0,005	0,006	0,001	0,001
74	6	0,007	0,006	0,001	0,254	0,012	0,000	0,229	0,007	0,006	0,001	0,001
75	1	0,001	0,006	-0,005	1,532	0,011	0,000	3,077	0,001	0,006	0,005	0,005
76	2	0,002	0,006	-0,003	1,056	0,011	0,000	1,640	0,002	0,006	0,003	0,003
77	7	0,008	0,006	0,003	0,807	0,011	0,000	1,070	0,008	0,006	0,003	0,003
78	6	0,007	0,006	0,002	0,377	0,011	0,000	0,368	0,007	0,006	0,002	0,002
79	5	0,006	0,005	0,000	0,174	0,011	0,000	0,030	0,006	0,005	0,000	0,000
80	5	0,006	0,005	0,001	0,202	0,011	0,000	0,041	0,006	0,005	0,001	0,001
81	4	0,005	0,005	-0,001	0,006	0,011	0,000	0,058	0,005	0,005	0,001	0,001
82	2	0,002	0,005	-0,003	0,930	0,011	0,000	1,356	0,002	0,005	0,003	0,003
83	2	0,002	0,005	-0,003	0,910	0,011	0,000	1,313	0,002	0,005	0,003	0,003
84	6	0,007	0,005	0,002	0,791	0,011	0,000	0,623	0,007	0,005	0,002	0,002
85	2	0,002	0,005	-0,003	0,871	0,010	0,000	1,232	0,002	0,005	0,003	0,003
86	4	0,005	0,005	0,000	0,123	0,010	0,000	0,015	0,005	0,005	0,000	0,000
87	5	0,006	0,005	0,001	0,145	0,010	0,000	0,151	0,006	0,005	0,001	0,001
88	4	0,005	0,005	0,000	0,077	0,010	0,000	0,006	0,005	0,005	0,000	0,000
89	6	0,007	0,005	0,002	0,687	0,010	0,000	0,869	0,007	0,005	0,002	0,002

Dígito	Cont.	Real	Benford	Diferença	Teste-Z	Upper Bound	Lower Bound	QQ	K-S	DMA		
90	2	0,002	0,005	-0,002	0,778	0,010	0,000	1,049	0,002	0,005	0,002	0,002
91	6	0,007	0,005	0,002	0,740	0,010	0,000	0,975	0,007	0,005	0,002	0,002
92	2	0,002	0,005	-0,002	0,742	0,010	0,000	0,983	0,002	0,005	0,002	0,002
93	5	0,006	0,005	0,001	0,286	0,010	-0,001	0,289	0,006	0,005	0,001	0,001
94	7	0,008	0,005	0,004	1,325	0,010	-0,001	2,481	0,008	0,005	0,004	0,004
95	0	0,000	0,005	-0,005	1,712	0,010	-0,001	3,852	0,000	0,005	0,005	0,005
96	4	0,005	0,005	0,000	0,097	0,010	-0,001	0,009	0,005	0,005	0,000	0,000
97	3	0,004	0,004	-0,001	0,141	0,010	-0,001	0,158	0,004	0,004	0,001	0,001
98	3	0,004	0,004	-0,001	0,122	0,009	-0,001	0,144	0,004	0,004	0,001	0,001
99	9	0,011	0,004	0,006	2,503	0,009	-0,001	7,607	0,011	0,004	0,006	0,006
N	847			χ^2 Real				105,69	Supremo	0,016	MDA	
				χ^2 Limite				112,02	K-S Limite	0,047	0,0030	

Os testes, à exceção do MDA mostraram uma conformidade com a Lei NB.

Os dígitos 15, 17, 50, 52 e 99 não passaram no Teste Z. Todavia, como foram apenas cinco picos, pode-se considerar, segundo Nigrini (2012) que os dados em tela tiveram, em geral, um bom desempenho nesse teste.

O desempenho dos dados da empresa contratada, de uma maneira geral, foi parecido, contudo um pouco pior do que o desempenho dos dados do orçamento base.

7.2.4 Teste de Soma

A análise do Teste de Soma dos valores totais de cada planilha orçamentária será exibida a seguir.

Tabela 252 – Teste de Soma dos valores totais – orçamento base Porto de Salvador

Dígito	Soma	Real	Benford	Diferença	Dígito	Soma	Real	Benford	Diferença
10	2.578.430,44	0,080	0,011	0,069	55	0,00	0,000	0,011	-0,011
11	1.046.871,12	0,033	0,011	0,022	56	11.931,82	0,000	0,011	-0,011
12	2.877.791,21	0,090	0,011	0,079	57	70.841,56	0,002	0,011	-0,009
13	1.990.001,90	0,062	0,011	0,051	58	72.855,97	0,002	0,011	-0,009
14	530.873,79	0,017	0,011	0,006	59	13.713,22	0,000	0,011	-0,011
15	1.796.311,77	0,056	0,011	0,045	60	123.572,69	0,004	0,011	-0,007
16	1.921.213,80	0,060	0,011	0,049	61	153.826,03	0,005	0,011	-0,006
17	64.520,64	0,002	0,011	-0,009	62	70.862,86	0,002	0,011	-0,009

<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
18	509.687,79	0,016	0,011	0,005	63	8.361,40	0,000	0,011	-0,011
19	453.268,59	0,014	0,011	0,003	64	150.363,27	0,005	0,011	-0,006
20	273.369,77	0,009	0,011	-0,002	65	210.534,34	0,007	0,011	-0,004
21	267.864,47	0,008	0,011	-0,003	66	75.445,01	0,002	0,011	-0,009
22	502.099,81	0,016	0,011	0,005	67	21.725,54	0,001	0,011	-0,010
23	1.028.908,81	0,032	0,011	0,021	68	77.236,93	0,002	0,011	-0,009
24	87.479,04	0,003	0,011	-0,008	69	783.446,04	0,024	0,011	0,013
25	90.054,60	0,003	0,011	-0,008	70	721.063,76	0,022	0,011	0,011
26	114.115,36	0,004	0,011	-0,007	71	1.458.018,20	0,045	0,011	0,034
27	63.778,03	0,002	0,011	-0,009	72	154.813,57	0,005	0,011	-0,006
28	73.784,58	0,002	0,011	-0,009	73	75.492,93	0,002	0,011	-0,009
29	75.839,59	0,002	0,011	-0,009	74	9.897,70	0,000	0,011	-0,011
30	310.165,29	0,010	0,011	-0,001	75	16.853,65	0,001	0,011	-0,010
31	79.624,55	0,002	0,011	-0,009	76	92.950,41	0,003	0,011	-0,008
32	14.058,92	0,000	0,011	-0,011	77	156.264,60	0,005	0,011	-0,006
33	719.211,81	0,022	0,011	0,011	78	884.298,77	0,028	0,011	0,017
34	45.725,64	0,001	0,011	-0,010	79	17.495,38	0,001	0,011	-0,010
35	11.394,75	0,000	0,011	-0,011	80	0,00	0,000	0,011	-0,011
36	118.969,95	0,004	0,011	-0,007	81	90.946,03	0,003	0,011	-0,008
37	124.138,65	0,004	0,011	-0,007	82	92.613,79	0,003	0,011	-0,008
38	474.534,57	0,015	0,011	0,004	83	1.774.431,92	0,055	0,011	0,044
39	124.230,75	0,004	0,011	-0,007	84	1.013,35	0,000	0,011	-0,011
40	86.477,00	0,003	0,011	-0,008	85	25.742,92	0,001	0,011	-0,010
41	594.295,62	0,018	0,011	0,007	86	90.291,37	0,003	0,011	-0,008
42	143.722,88	0,004	0,011	-0,007	87	88.489,53	0,003	0,011	-0,008
43	1.352.248,99	0,042	0,011	0,031	88	9.723,14	0,000	0,011	-0,011
44	464.457,88	0,014	0,011	0,003	89	9.987,07	0,000	0,011	-0,011
45	5.535,90	0,000	0,011	-0,011	90	1.892,60	0,000	0,011	-0,011
46	617.011,26	0,019	0,011	0,008	91	10.933,58	0,000	0,011	-0,011
47	57.786,14	0,002	0,011	-0,009	92	1.044.769,86	0,032	0,011	0,021
48	205.215,40	0,006	0,011	-0,005	93	102.925,19	0,003	0,011	-0,008
49	110.182,21	0,003	0,011	-0,008	94	104.265,65	0,003	0,011	-0,008
50	72.101,10	0,002	0,011	-0,009	95	115.475,81	0,004	0,011	-0,007
51	259.635,10	0,008	0,011	-0,003	96	1.929,84	0,000	0,011	-0,011
52	64.091,08	0,002	0,011	-0,009	97	23.463,01	0,001	0,011	-0,010
53	79.174,05	0,002	0,011	-0,009	98	0,00	0,000	0,011	-0,011
54	620.789,57	0,019	0,011	0,008	99	29.953,12	0,001	0,011	-0,010
SOMA TOTAL					R\$32.150.026,30				

O Teste Z dos Dois Primeiros Dígitos apontou o valor 18 como excessivo e os dígitos 16 e 55 como insuficientes em volume de repetições, em relação à Lei NB.

O Teste de Soma indicou os valores 10, 11, 12, 13, 15, 16, 23, 43, 69, 71, 78, 83 e 92 como tendo proporções bastante altas em suas somas.

O dígito 16 foi detectado em ambos os testes. Ele teve baixa frequência na planilha a ponto de ter extrapolado o limite de 1,96 do Teste Z e, ao mesmo tempo, possuía grande soma. Seria altamente recomendável incluí-lo em na amostra a ser auditada.

Tabela 253 – Teste de Soma dos valores totais: Porto de Salvador - Chroma

<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
10	1.801.283,89	0,060	0,011	0,049	55	12.812,41	0,000	0,011	-0,011
11	2.804.302,84	0,093	0,011	0,082	56	6.757,51	0,000	0,011	-0,011
12	2.112.096,97	0,070	0,011	0,059	57	189.906,71	0,006	0,011	-0,005
13	514.791,49	0,017	0,011	0,006	58	135.726,24	0,004	0,011	-0,007
14	1.672.171,63	0,055	0,011	0,044	59	2.447,62	0,000	0,011	-0,011
15	1.819.991,81	0,060	0,011	0,049	60	146.737,93	0,005	0,011	-0,006
16	232.031,69	0,008	0,011	-0,003	61	198.508,89	0,007	0,011	-0,004
17	311.325,61	0,010	0,011	-0,001	62	70.974,90	0,002	0,011	-0,009
18	424.375,56	0,014	0,011	0,003	63	20.486,54	0,001	0,011	-0,010
19	281.462,42	0,009	0,011	-0,002	64	143.336,05	0,005	0,011	-0,006
20	238.190,79	0,008	0,011	-0,003	65	664.925,27	0,022	0,011	0,011
21	709.374,66	0,023	0,011	0,012	66	677.388,69	0,022	0,011	0,011
22	765.573,53	0,025	0,011	0,014	67	1.507.151,52	0,050	0,011	0,039
23	91.012,99	0,003	0,011	-0,008	68	79.872,08	0,003	0,011	-0,008
24	134.557,76	0,004	0,011	-0,007	69	8.460,95	0,000	0,011	-0,011
25	4.137,88	0,000	0,011	-0,011	70	8.710,94	0,000	0,011	-0,011
26	96.385,00	0,003	0,011	-0,008	71	15.170,55	0,001	0,011	-0,010
27	65.611,57	0,002	0,011	-0,009	72	153.106,16	0,005	0,011	-0,006
28	35.686,99	0,001	0,011	-0,010	73	147.990,19	0,005	0,011	-0,006
29	365.201,17	0,012	0,011	0,001	74	766.129,75	0,025	0,011	0,014
30	13.216,87	0,000	0,011	-0,011	75	7.507,92	0,000	0,011	-0,011
31	676.390,85	0,022	0,011	0,011	76	8.465,19	0,000	0,011	-0,011
32	46.282,24	0,002	0,011	-0,009	77	164.089,12	0,005	0,011	-0,006
33	7.464,18	0,000	0,011	-0,011	78	1.667.942,17	0,055	0,011	0,044
34	114.955,27	0,004	0,011	-0,007	79	16.946,95	0,001	0,011	-0,010
35	116.820,56	0,004	0,011	-0,007	80	9.824,41	0,000	0,011	-0,011

<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>	<i>Dígito</i>	<i>Soma</i>	<i>Real</i>	<i>Benford</i>	<i>Diferença</i>
36	524.316,25	0,017	0,011	0,006	81	83.246,42	0,003	0,011	-0,008
37	119.096,11	0,004	0,011	-0,007	82	83.181,54	0,003	0,011	-0,008
38	39.393,03	0,001	0,011	-0,010	83	9.139,81	0,000	0,011	-0,011
39	607.016,22	0,020	0,011	0,009	84	11.165,82	0,000	0,011	-0,011
40	907.992,95	0,030	0,011	0,019	85	9.418,19	0,000	0,011	-0,011
41	420.402,52	0,014	0,011	0,003	86	877.567,67	0,029	0,011	0,018
42	432.216,02	0,014	0,011	0,003	87	193.230,99	0,006	0,011	-0,005
43	576.011,38	0,019	0,011	0,008	88	97.989,88	0,003	0,011	-0,008
44	58.725,26	0,002	0,011	-0,009	89	116.560,58	0,004	0,011	-0,007
45	193.345,42	0,006	0,011	-0,005	90	1.805,50	0,000	0,011	-0,011
46	103.480,68	0,003	0,011	-0,008	91	21.952,83	0,001	0,011	-0,010
47	115.756,50	0,004	0,011	-0,007	92	1.012,86	0,000	0,011	-0,011
48	196.544,79	0,007	0,011	-0,004	93	28.152,87	0,001	0,011	-0,010
49	65.737,82	0,002	0,011	-0,009	94	97.582,67	0,003	0,011	-0,008
50	130.038,01	0,004	0,011	-0,007	95	0,00	0,000	0,011	-0,011
51	521.944,18	0,017	0,011	0,006	96	976.768,93	0,032	0,011	0,021
52	0,00	0,000	0,011	-0,011	97	1.170,04	0,000	0,011	-0,011
53	71.286,15	0,002	0,011	-0,009	98	11.851,89	0,000	0,011	-0,011
54	64.092,80	0,002	0,011	-0,009	99	161.192,58	0,005	0,011	-0,006
SOMA TOTAL					R\$ 30.221.024,90				

O Teste Z dos Dois Primeiros Dígitos apontou os valores 17, 50 e 99 como excessivos e os dígitos 15 e 52 como pouco frequentes na planilha orçamentária.

O Teste de Soma indicou os valores 10, 11, 12, 14, 15, 21, 22, 40, 67, 74, 78, 86 e 96 como tendo proporções bastante altas em suas somas.

O dígito 15 foi detectado em ambos os testes. Ele teve baixa frequência na planilha a ponto de ter extrapolado o limite de 1,96 do Teste Z e, ao mesmo tempo, possuía grande soma. Seria altamente recomendável incluí-lo em na amostra a ser auditada.

7.3. Conclusão

Ante o exposto, conclui-se que, para o Teste do Primeiro Dígito, o orçamento da Administração obteve um desempenho superior ao da Chroma para os valores

unitários, já que mostrou uma conformidade aceitável com a Lei NB, enquanto a empresa apresentou uma conformidade marginal. Para os valores totais, ambos os conjuntos de dados mostraram uma conformidade aceitável, contudo a Chroma teve um desempenho ligeiramente superior.

Para o Teste do Segundo Dígito dos valores unitários, ambos os conjuntos mostraram uma não conformidade. No caso dos valores totais, o orçamento base apresentou uma conformidade aceitável, enquanto a empresa teve revelada uma conformidade marginal.

Para o Teste dos Dois Primeiros Dígitos, ambos os conjuntos de dados mostraram uma não conformidade com a Lei NB, tanto para os valores unitários, como para os valores totais. O orçamento da Administração em ambos os casos foi superior nos testes.

REFERÊNCIAS⁷

ALBRECHT, C. C. Fraud and Forensic Accounting In a Digital Environment. *Issues in Accounting Education*, Vol. 23, Nº.4, pp. 1- 32. 2008.

ARMSTRONG, J. S. **Extrapolation for time-series and cross-sectional data**. In: *Principles of Forecasting: a Handbook for Researchers and Practitioners*. Kluwer Publishers. 2001 Disponível em: <http://repository.upenn.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1179&context=marketing_papers&sei-redir=1#search=%22Extrapolation%20time-series%20cross->> Acesso em: 25 jun. 2013.

ASHCROFT, P.; BAE, B.; NORVELL, J. Application of digital analysis in the audit. *Today's CPA*, September/October (p. 31-35), 2002.

BHATTACHARYA, S. **From Kautilya to Benford – Trends in Forensic and Investigative Accounting**. 9th World Congress of Accounting Historians, Deakin University. 2002.

_____. KUMAR, K.; SMARANDACHE, F. Conditional probability of actually detecting a financial fraud – a neutrosophic extension to Benford's law. *The Applied Mathematics* 17(1), 7-14. 2005.

BENFORD, F. (1938). **The law of anomalous numbers**. *Proceedings of the American Philosophical Society* 78 (4), 551-572.

BERTON, L. He's Got Their Number: Scholar Uses Math to Foil Financial Fraud. *The Wall Street Journal*, pg B1, July 10.b 1995.

BONACHE, A., MORIS, K., & MAURICE, J. Risque associé à l'utilisation de la loi de Benford pour détecter les fraudes dans le secteur de la mode. *Munich Personal RePec Archive*. 2009.

BUSTA, B.; SUNDHEIM, R. **Tax return numbers tend to obey Benford's law**. Center for Business Research Working Paper Nº. W93-106-94, St. Cloud State University, Minnesota. 1992.

_____; WEINBERG, R. Using Benford's law and neural networks as a review procedure. *The Managerial Auditing Journal* 13(6), 356-366. 1998.

CANEGHEM, T. V Earnings management induced by cognitive reference points. *The British Accounting Review* 34(2), 167-178. 2002 Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0890838902901903> > Acesso em: 10 out. 2013.

_____. The impact of audit quality on earnings rounding-up behaviour: some UK evidence. *The European Accounting Review* 13(4), 771-786. 2004.

CARSLAW, C. Anomalies in Income Numbers: Evidence of Goal Oriented Behavior. *The Accounting Review* 63, No. 2, 321-327. 1988.

CERULLO, M. J.; CERULLO, M. V. Using Neural Network Software as a Forensic Accounting Tool. *Journal Online, Information Systems Control Journal, ISACA*. 2006. Disponível em: <<http://www.isaca.org/Journal/Past-Issues/2006/Volume->

⁷ De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6023.

2/Pages/Using-Neural-Network-Software-as-a-Forensic-Accounting-Tool1.aspx>
Acesso em: 10 out. 2013

CORRAR, L. J. The focus is the sampling theory in the fields of traditional accounting audit and digital audit: testing the Newcomb-Benford law for the first digit of in public accounts. **Brazilian Business Review**, Vitoria, v. 2, n. 1, p. 01-12, jan./jun. 2005.

_____; THEOPHILO, C. R. (Coord.). Pesquisa operacional para decisão em contabilidade e administração: contabilometria. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

COSTA, J. I. F. **Desenvolvimento de metodologias contabilométricas aplicadas à auditoria contábil digital: uma proposta de análise da lei de Newcomb-Benford para os tribunais de contas**. 2012. Dissertação (Mestrado em Contabilidade) – Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012.

_____; SANTOS, J.; TRAVASSOS, S. K. M. Análise de conformidade nos gastos públicos dos entes federativos: Estudo de Caso de uma Aplicação da Lei de Newcomb-Benford para o Primeiro e Segundo Dígito em Dois Estados Brasileiros. **Revista de Contabilidade & Finanças – USP**, São Paulo, 23 (60) 187-198, setembro/outubro/novembro/dezembro de 2012)

_____; SANTOS, J.; & TRAVASSOS, S. K. M. **Aplicação da Lei de Newcomb-Benford na Auditoria Contábil: Uma Análise Bibliométrica no Período de 1988 a 2011**. 10th Internacional Conference on Information Systems and Technology Management - CONTECSI. Junho, 12 a 14, 2013. São Paulo, Brasil.

DAS, S.; ZHANG, H. Rounding-up in reported EPS, behavioral thresholds, and earnings management. **Journal of Accounting & Economics** 35(1), 31-50. ISSN: 0165-4101. 2002. Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165410102000964>> Acesso em: 10 out. 2013

DIEKMANN A. **Not the First Digit! Using Benford's Law to detect fraudulent scientific data**. J Appl Stat 34 (3) 321–329. 2007. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02664760601004940#preview>>. Acesso em: 25 Nov. 2013.

DINIZ, J. A., CORRAR, L. J., & SLOMSKI, V. (2010). Análise digital: uma abordagem cognitiva na detecção de não conformidade em prestações de contas municipais. **Anais do Congresso Controladoria e Contabilidade USP**, Sao Paulo, SP, Brasil, 10. 2010.

DRAKE, P. D.; NIGRINI, M. J. Computer assisted analytical procedures using Benford's law. **The Accounting Education** 18, 127-146. 2000.

DURTSCHI, C.; HILLISON, W.; PACINI, C. **Journal of Forensic Accounting**. The Effective Use of Benford's Law to Assist in Detecting Fraud in Accounting Data, v. 5, p. 17-34. 2004.

FONSECA, J. S.; MARTINS, G. A. **Curso de estatística**. 4.ed. Sao Paulo: Atlas, 1993.

FORMANN, A. K. **The Newcomb-Benford Law in Its Relation to Some Common Distributions**. Department of Psychological Basic Research, University of Vienna, Vienna, 2010. PLoS ONE 5(5): e10541. doi:10.1371/journal.pone.0010541. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2866333/>>. Acesso em: 28 Maio. 2013.

- FORSTER, R. P. **Auditoria Contábil em Entidades do Terceiro Setor: Uma Aplicação da Lei de Newcomb-Benford**. (Dissertação de mestrado). Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil. 2006. Recuperado em 21 out, 2013, de <http://repositorio.bce.unb.br/handle/10482/5956>
- FUNARO, V. M. B. de O. F. et al. **Diretrizes para apresentação de dissertações e teses da USP**. Universidade de São Paulo. Sistema Integrado de Bibliotecas. 2ª edição. São Paulo, 2009.
- FRIAR, JL; GOLDMAN, T; PÉREZ–MERCADER, J. **Genome Sizes and the Benford Distribution**. 2012. PLoS ONE 7(5): e36624. doi:10.1371/journal.pone.0036624. Disponível em: <<http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0036624>>. Acesso em: 25 Nov. 2013.
- GEYER, C. L.; WILLIAMSON, P. P. Detecting fraud in data sets using Benford's law. **Communications in Statistics: Simulation and Computation** 33(1), 229-246. 2004.
- GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.
- _____. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.
- HILL, T.P. A Statistical Derivation of the Significant-Digit Law. **Statistical Science**, 1995. v. 10, n. 4, p. 354-363. Disponível em: <http://digitalcommons.calpoly.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1042&context=rgp_rsr>. Acesso em: 27 maio 2013.
- _____. Base-Invariance Implies Benford's Law. **The American Mathematical Society** 123(3), 887-895. ISSN: 0002-9939. 1995.
- _____. The First Digit Phenomenon. **American Scientist**, 1998. The Magazine of Sigma Xi, The Scientific Research Society.
- HUXLEY, S. J. **Why Benford's Law works and How to do digit analysis on spreadsheets**. University of San Francisco 2001. Disponível em: <<http://usf.usfca.edu/fac-staff/~huxleys/Benford.html>> Acesso em: 10 jun. 2013
- JANVRESSE, E.; RUE, T. de L. **From Uniform Distributions to Benford's Law**. Université de Rouen, Mont Saint Aignan, France, 2000.
- JOHNSON, G. G. Financial Sleuthing Using Benford's Law to Analyze Quarterly Data with Various Industry Profiles. **Journal of Forensic Accounting** 6(2), 293-316. Estados Unidos. 2005.
- KRAKAR, M; ZGELA, M. S. M. **Application of Benford's Law in Payment Systems Auditing JIOS**, Vol. 33, Nº 1. 2009.
- KUMAR, K.; BHATTACHARYA, S. Benford's law and its application in financial fraud detection. **The Advances in Financial Planning and Forecasting** 11, 57-70. 2002.
- LAGIOIA, U. C. T.; ARAUJO, I. J. C.; ALVES FILHO, B. F.; BARROS, M. A. B., & NASCIMENTO, S. G. O. de A. S. do. Aplicabilidade da Lei de Newcomb-Benford nas fiscalizações do Imposto sobre Serviços – ISS. **Revista de Contabilidade e Finanças – USP**, Sao Paulo, 22 (56) 203-224. Maio/junho/julho/agosto de 2011.

LINDSAY, D. H.; FOOTE, P. S.; CAMPBELL, A.; REILLY, D. P. Detecting fraud in the data using automatic intervention detection. **Fraud Magazine**. A Publication of the Association of Certified Fraud Examiners, January/February 2004.

LUNA, S. V. de. **Planejamento de pesquisa: uma introdução**. São Paulo: EDUC, 1997.

MEBANE, W. R. Election Forensics: vote counts and Benford's Law. **The Society Political Methodology**. Papers, Posters and Syllsbi. Nº 620. 2006.

_____. Fraud in the 2009 presidential election in Iran? **Chance** 23(1), 6-15. 2010.

_____. **Note on the presidential election**. In Iran University of Michigan 2009.

MOORE, G. B.; BENJAMIN, C. O. Using Benford's Law for fraud detection. **The Internal Auditing** 19(1), 4-9. 2005.

NEWCOMB, S. Note on the frequency of the different digits in natural numbers. **The American Journal of Mathematics**, Vol. 4, 39-40. 1881.

NIGRINI, M. J. **The Detection of Income Tax Evasion Through an Analysis of Digital Frequencies**. Ph.D. thesis. Cincinnati, OH: University of Cincinnati. 1992.

_____. Can Benford's law be used in forensic accounting? **The Balance Sheet** (June), 7-8. 1993.

_____. A taxpayer compliance application of Benford's law. **The American Taxation Association** 1, 72-91. 1996.

_____. (May 1999).I've Got Your Number:How a mathematical phenomenon can help CPAs uncover fraud and other irregularities. **Journal of Accountancy**. American Institute of Certified Public Accountants. Maio, 1999. Disponível em: <<http://www.journalofaccountancy.com/Issues/1999/May/nigrini>>. Acesso em: 27 maio 2013.

_____. Digital analysis using Benford's Law: Tests Statistics for Auditors. **Global Audit Publication**, 2000.

_____. An Assessment of the Change in the Incidence of Earnings Management Around the Enron-Andersen Episode. **Review of Accounting and Finance** 4, 92-110. 2005. Disponível em:

<<http://www.emeraldinsight.com/journals.htm?articleid=1657234&show=pdf>> Acesso em: 27 mai. 2013.

_____. **Benford's Law. Applications for Forensic Accounting Auditing, and Fraud Detection**. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. 2012.

_____; MILLER, S. Data Diagnostics Using Second-Order Tests of Benford's Law.Auditing: **A Journal of Practice & Theory** 28(2), 305-324. 2006.

_____; MITTERMAIER, L. J. The Use of Benford's Law as na Aid in Analytical Procedures. **Auditing. A Journal of Practice & Theory**. 1997. v. 16, n. 2.

PINKHAM, R. S. On the Distribution of First Significant Digits. **Annals of Mathematical Statistics** 32, 1223-1230. 1961.

POSCH, P. N. **Ziffernanalyse in der Fälschungsaufspürung**. Benford's Gesetz und Steuererklärungen in Theorie und Praxis. Unpublished manuscript. 2004.

Disponível em: <www.posch.net/paper/posch_faelschungenbenford.pdf> Acesso em: 10 out. 2013.

RAHAYU, T., & ADHARIANI, D. Assessing the Customs Value by the Use of Benford's Law: A Case Study. **Journal of Economics Business**. 2007.

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

RAUCH, B.; BRÄHLER, G.; GÖTTSCHE, M. Fact and Fiction in EU-Governmental Economic Data. **German Economic Review** 12(3), 243-255.(2011) Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1468-0475.2011.00542.x/abstract>> Acesso em: 10 jun. 2013.

REED, R.; PENCE, D. Detecting Fraud in Financial Statements: The Use of Digital Analysis as an Analytical Review Procedure. **Forensic Accounting** 6, 135-146. 2005.

REJESUS, R. M.; LITTLE, B. B.; JAMARILLO, M. Is there Manipulation of Self-Reported Yield Data in Crop Insurance? An Application of Benford's Law. **Forensic Accounting** 7(2), 495-512. 2006.

RIBEIRO, J. C. et al. Aplicação da Lei de Newcomb-Benford na Auditoria. Caso notas de empenho dos Municípios do Estado da Paraíba. In: 5 Congresso USP FIECAFI, 2005. **Anais...** São Paulo, USP. Disponível em: <www.congressosp.fiecafi.org/artigos22005/333.pdf> Acesso em: 28 Maio. 2013.

ROCHA, C. A. A. O Modelo de Controle Externo Exercido pelos Tribunais de Contas e as Proposições Legislativas sobre o Tema. **Conleg. Senado Federal**. Nov. 2002.

SANTOS, J.; DINIZ, J. A.; CORRAR, L. O Foco é a Teoria Amostral nos Campos da Auditoria Contábil Tradicional e da Auditoria Digital: testando a Lei de Newcomb-Benford para o primeiro dígito nas contas públicas. **Brazilian Business Review** 2 (1), 71-89. 2005.

_____; DINIZ, J. A.; RIBEIRO FILHO, J. F. A Lei de Newcomb-Benford: Uma Aplicação para Determinar o DNA-Equivalente das Despesas no Setor Público. In: 3 Congresso USP Controladoria e Contabilidade, 2003, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP. 2003.

_____; RIBEIRO FILHO, J. F.; LAGIOIA, U. C. T.; ALVES FILHO, B. F.; ARAÚJO, I. J. C. Aplicações da lei de Newcomb-Benford na auditoria tributária do imposto sobre serviços de qualquer natureza (ISS) **Revista Contabilidade & Finanças**, USP, São Paulo, v. 20, n. 49, p. 79-94, jan./abr. 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rcf/v20n49/06.pdf>> Acesso em: 27 jun. 2013.

_____; TENORIO, J. N. B; SILVA, L. G. C. Uma Aplicação da Teoria das Probabilidades na Contabilometria: A lei de Newcomb-Benford como uma medida para análise de dados no campo da Auditoria Contábil. **UnB Contábil JCR**, Brasília, v. 6, p. 35-54. 2003.

SAVILLE, A. Using Benford's law to detect data error and fraud: an examination of companies listed on the Johannesburg Stock Exchange. **South African Journal of Economic and Management Sciences** 9(3), 341-354. ISSN: 1015-8812. 2006.

SILVA, A. H. L. da S. **O Uso da Lei Newcomb-Benford na contabilidade e auditoria**. Ano 38. Número 115. Maio/Ago 2009.

STEVENSON, W. J. **Estatística Aplicada à Administração**. São Paulo: Harbra, 2001.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. SEGECEX / SECOB-1. **Roteiro de Auditoria de Obras Públicas**. Brasília, dez/2012.

VERGARA, S. C. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. 3ª Ed. Atlas. Brasil, 2000.

WEISSTEIN, E. W. Benford's Law. **MathWorld**. A Wolfram Web Resource. Disponível em: <<http://mathworld.wolfram.com/BenfordsLaw.html>>. Acesso em: 27 maio 2013.

REFERÊNCIAS 2012 (COMPLEMENTO DO ESTADO DA ARTE)

BAUER, J.; GROSS, J. Difficulties Detecting Fraud? The Use of Benford's Law on Regression Tables. **Journal of Economics and Statistics (Jahrbuecher fuer Nationaloekonomie und Statistik)**, v. 231, n. 5-6, p. 733-748, 2012.

CLIPPE, P.; AUSLOOS, M. Benford's law and Theil transform of financial data. **Physica A: Statistical Mechanics and its Applications**, 2012.

DA SILVA, C. G.; CARREIRA, P. MR. Selecting Audit Samples Using Benford's Law. **AUDITING: A Journal of Practice & Theory**, v. 32, n. 2, p. 53-65, 2012.

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

ELIAHOU, S.; MASSÉ, B.; SCHNEIDER, D. On the mantissa distribution of powers of natural and prime numbers. **Acta Mathematica Hungarica**, p. 1-15, 2012.

GORROOCHURN, P. Benford and the Peculiar Behavior of the First Significant Digit (1938). **Classic Problems of Probability**, p. 233-239, 2012.

GOUMAGIAS, N. D.; HRISTU-VARSAKELIS, D.; SARAIDARIS, A. A decision support model for tax revenue collection in Greece. **Decision Support Systems**, v. 53, n. 1, p. 76-96, 2012.

HAYNES, Allyn H. **Detecting Fraud in Bankrupt Municipalities Using Benford's Law**. 2012.

HENSELMANN, K.; SCHERR, E.; DITTER, D. **Applying Benford's Law to individual financial reports: An empirical investigation on the basis of SEC XBRL filings**. Working papers in accounting valuation auditing, 2012.

KALAIHELVAN, M.; KAI JIE SHAWN, L. A Critical Evaluation of the Significance of Round Numbers in Major European Stock Indices in Light of the Predictions from Benford's Law. **International Research Journal of Finance and Economics**, n. 95, p. 196-210, 2012.

KIM, H.; MANNINO, M. Effect of Software Feature Training on Beliefs, Use, and Performance: Using the Benford's Law Feature of Generalized Audit Software. 2012.

MARTIN, J.; CONTE, T. **Data Quality in Financial Planning - An Empirical Assessment Based on Benford's Law**. 2012.

MASSÉ, B.; SCHNEIDER, D. Random number sequences and the first digit phenomenon. **Electron. J. Probab**, v. 17, n. 86, p. 1-17, 2012.

NIGRINI, M. **Benford's Law: Applications for Forensic Accounting, Auditing, and Fraud Detection**. Wiley. com, 2012.

ÖZER, G.; BABACAN, B. Benford's Law and Digital Analysis: Application on Turkish Banking Sector. **Business and Economics Research Journal, Forthcoming**, 2012.

REDDY, Y. V.; SEBASTIN, A. Entropic Analysis in Financial Forensics. **The IUP Journal of Accounting Research and Audit Practices**, v. 11, n. 3, p. 42-57, 2012.

SCHRAEPLER, J. Benford's law as an instrument for fraud detection in surveys using the data of the socio-economic panel (SOEP). **Journal of Economics and Statistics (Jahrbuecher fuer Nationaloekonomie und Statistik)**, v. 231, n. 5-6, p. 685-718, 2012.

STAMBAUGH, C. et al. Using Benford Analysis to Detect Fraud. **Internal Auditing**, v. 27, n. 3, p. 24-29, 2012.

STANTON, G. Detecting fraud: Utilizing new technology to advance the audit profession. 2012.