



VII PRÊMIO SOF DE MONOGRAFIAS – 2014

Tema 1. Qualidade do Gasto Público

Inscrição: **54**



CLASSIFICAÇÃO: MENÇÃO HONROSA

Flávia Ceccato Rodrigues da Cunha (representante do grupo)
Maurício Soares Bugarin

Título

Aplicações da Lei *Newcomb-Benford* às Planilhas
Orçamentárias de Obras Públicas.

CONCURSO VII PRÊMIO SOF DE MONOGRAFIAS

TEMA I – QUALIDADE DO GASTO PÚBLICO

**APLICAÇÕES DA LEI NEWCOMB-BENFORD ÀS
PLANILHAS ORÇAMENTÁRIAS DE OBRAS PÚBLICAS**

RESUMO

Tendo em vista que recursos públicos são limitados e as necessidades de investimento no país são gigantescas, a qualidade do gasto público é essencial para que o Estado atenda melhor a população nas mais diversas formas. Para tanto são necessárias técnicas de gestão e mecanismos de controle que possam garantir boa gestão e eficiente atuação da Administração Pública. Uma importante situação em que há má gestão se refere à elaboração de orçamentos de obras públicas com valores acima dos referenciais de mercado (sobrepço), que deve ser coibida utilizando-se mecanismos adequados controle. Este trabalho propõe uma nova metodologia de análise da regularidade das planilhas orçamentárias dessas obras, que poderia atuar em parceria com a Curva ABC e contribuir para uma seleção mais eficiente dos serviços das planilhas para análise de sobrepreço. A metodologia proposta tem por fundamento a regularidade estatística conhecida por Lei Newcomb-Benford, a qual propõe que as frequências dos primeiros dígitos em uma infinidade de bancos de dados aleatórios são decrescentes do 1 ao 9; o dígito 1 aparece em, aproximadamente, 30% dos dados, enquanto o 9 não atinge 5% desses valores. Este trabalho aplica a Lei Newcomb-Benford às planilhas de preços de obras públicas. Após introduzir a Lei Newcomb-Benford e suas principais aplicações na seção 1, apresenta os testes pertinentes da Lei em tela nas seções 2 e 3. Em seguida, nas seções 4, 5 e 6, aplicam-se esses testes às obras de reforma do Estádio Maracanã, no Rio de Janeiro, de reforma do Aeroporto de Confins, em Minas Gerais, e à construção da Arena da Amazônia, no Amazonas. São confrontados os resultados sinalizados pelos testes da Lei Newcomb-Benford com a análise de preços do TCU, para essas três obras. Mostra-se que a Lei Newcomb-Benford sinalizou irregularidades que correspondem a mais de 70% dos valores de

sobrepço encontrados pelo TCU, no caso do Estádio Maracanã e da Arena Amazonas, e quase 50% no caso do aeroporto de Confins. Contudo, conclui-se neste trabalho que desvios em relação à Lei Newcomb-Benford não constituem prova conclusiva de manipulação, e uma conformidade não assegura a fidedignidade dos dados. O que se pode afirmar é que uma não conformidade indica que os dados precisam de uma investigação mais minuciosa. Dessa maneira, essa metodologia de mineração de dados, de simples e rápida aplicação, pode ser utilizada para identificar planilhas orçamentárias com maior chance de possuir alguma impropriedade.

Palavras-chave: Gasto público. Obras públicas. Lei Newcomb-Benford.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Frequências dos primeiros dígitos, calculadas segundo a Lei de Newcomb-Benford.....	18
Tabela 2 - Adaptada de Nigrini (2012) – Valores críticos e conclusões para vários MDA.....	23
Tabela 3- Teste do Primeiro Dígito para os custos unitários do Maracanã.....	26
Tabela 4- Teste dos Dois Primeiros Dígitos para os custos unitários da reforma do Maracanã	29
Tabela 5 – Teste da Soma para os custos unitários da reforma do Maracanã.....	32
Tabela 6 – Confronto entre os dígitos selecionados no Teste dos Dois Primeiros Dígitos e no Teste da Soma para a reforma do Maracanã.....	33
Tabela 7 – Confronto entre os resultados dos Testes da Lei NB e a análise do TCU para os dígitos 11 e 25 na reforma do Maracanã.....	35
Tabela 8 – Confronto entre os resultados dos Testes da Lei NB e a análise do TCU para os demais dígitos na reforma do Maracanã	36
Tabela 9– Análise realizada pela Infraero – preços questionados pelo TCU - Fonte: Relatório do Ministro-Relator Valmir Campelo, referente ao Acórdão n 718/2011 – TCU – Plenário. ...	38
Tabela 10 - Teste do Primeiro Dígito para os preços unitários da reforma do Aeroporto de Confins	40
Tabela 11 - Teste dos Dois Primeiros Dígitos para os preços unitários da reforma do Aeroporto de Confins.....	43
Tabela 12 – Teste da Soma para os preços unitários da reforma do Aeroporto de Confins	46
Tabela 13 – Confronto entre os dígitos selecionados no Teste dos Dois Primeiros Dígitos e no Teste da Soma para o Aeorporto de Confins	47
Tabela 14- Dígitos de valores que sofreram redução (17 e 79) – preços unitários da reforma do Aeroporto de Confins.....	48
Tabela 15- Outros dígitos de valores que sofreram redução – reforma do Aeroporto de Confins.	49
Tabela 16 - Teste do Primeiro Dígito para os preços unitários - Arena da Amazônia.....	55
Tabela 17 - Teste dos Dois Primeiros Dígitos para os preços unitários - Arena da Amazônia	59
Tabela 18 - Teste da Soma para os preços unitários - Arena da Amazônia.....	60
Tabela 19 – Confronto entre os dígitos selecionados no Teste dos Dois Primeiros Dígitos e no Teste da Soma - Arena da Amazônia	62
Tabela 20 – Confronto entre os dois primeiros dígitos mais críticos e a análise de preços do TCU - Arena da Amazônia.....	63
Tabela 21 – Confronto entre os dois primeiros dígitos e a análise de preços do TCU - Arena da Amazônia.....	64
Tabela 22 – Análise dos dígitos com preço unitário inferior a 10 - Arena da Amazônia.	65
Tabela 23 –Curva ABC – Análise TCU: Maracanã.....	71
Tabela 24 – Reduções nos valores dos serviços da planilha orçamentária da reforma do Aeroporto de Confins em Minas Gerais.	72
Tabela 25 - Análise de sobrepreço do TCU adaptada- Arena da Amazônia.	76

LISTA DE GÁFICOS

Gráfico 1 – Teste do Primeiro Dígito para os custos unitários da reforma do Maracanã	27
Gráfico 2 - Teste dos Dois Primeiros Dígitos para os custos unitários da reforma do Maracanã.....	30
Gráfico 3 – Teste da Soma para os custos unitários da reforma do Maracanã	31
Gráfico 4 – Teste do Primeiro Dígito para os preços unitários do Aeroporto de Confins	41
Gráfico 5 - Teste dos Dois Primeiros Dígitos para os preços unitários da reforma do Aeroporto de Confins.....	44
Gráfico 6 – Teste da Soma para os preços unitários da reforma do Aeroporto de Confins	45
Gráfico 7 - Teste do Primeiro Dígito para os preços unitários - Arena da Amazônia	56
Gráfico 8 - Teste dos Dois Primeiros Dígitos para os preços unitários - Arena da Amazônia	58
Gráfico 9 - Teste da Soma para os preços unitários da Arena da Amazônia	61

LISTA DE FÓRMULAS

$\text{Prob}(D_1 = d_1) = \log\left(1 + \frac{1}{d_1}\right)$ (I).....	18
$\text{Prob}(D_1 D_2 = d_1 d_2) = \log\left(1 + \frac{1}{d_1 d_2}\right)$ (II).....	19
$Z = \frac{ PR-PE - \left(\frac{1}{2n}\right)}{\sqrt{\frac{PE(1-PE)}{n}}}$ (III).....	20
$\chi^2 = \sum_{i=1}^K \frac{(CR-CE)^2}{CE}$ (IV).....	21
$MDA = \frac{\sum_{i=1}^K PR-PE }{K}$ (V).....	22

SUMÁRIO

RESUMO.....	1
1. INTRODUÇÃO.....	7
1.1. Lei Newcomb Benford.....	8
1.2. Auditoria de Obras Públicas.....	12
1.3. Problema de pesquisa.....	14
1.4. Hipóteses.....	15
1.5. Objetivos.....	15
1.5.1. <i>Objetivo geral.....</i>	<i>15</i>
1.5.2. <i>Objetivos específicos.....</i>	<i>16</i>
1.6. Justificativa.....	16
1.7. Coleta e tratamento dos dados.....	17
2. TESTES DA LEI DE BENFORD BASEADOS NAS FREQUÊNCIAS INDIVIDUAIS DOS DÍGITOS	17
2.1. Teste do Primeiro Dígito.....	17
2.2. Teste dos Dois Primeiros Dígitos.....	18
2.3. Teste da Soma.....	19
3. TESTES DA LEI BENFORD BASEADOS NAS DISTRIBUIÇÕES DAS FREQUÊNCIAS DOS DÍGITOS	20
3.1. Teste Z.....	20
3.2. Teste Qui-Quadrado.....	21
3.3. Teste da Média dos Desvios Absolutos (MDA).....	22
4. ANÁLISE DA OBRA DE REFORMA DO MARACANÃ.....	23
4.1. Análise realizada pelo Tribunal de Contas da União na obra de reforma do Maracanã.....	23
4.2. Análise realizada com base na Lei Newcomb-Benford - reforma do Maracanã.....	26
4.2.1. <i>Teste do Primeiro Dígito para os custos unitários da reforma do Maracanã.....</i>	<i>26</i>
4.2.2. <i>Teste dos Dois Primeiros Dígitos para os custos unitários da reforma do Maracanã.....</i>	<i>28</i>
4.2.3. <i>Teste da Soma para os custos unitários da reforma do Maracanã.....</i>	<i>31</i>
4.2.4. <i>Confronto entre o Teste dos Dois Primeiros Dígitos e o Teste da Soma – reforma do Maracanã.....</i>	<i>33</i>
4.2.5. <i>Confronto entre os resultados dos Testes da Lei NB e a análise do TCU.....</i>	<i>34</i>
5. ANÁLISE DA OBRA DE REFORMA DO AEROPORTO DE CONFINS.....	36
5.1. Análise realizada pelo Tribunal de Contas da União da reforma do Aeroporto de Confins.....	36
5.2. Análise realizada com base na Lei Newcomb-Benford da reforma do Aeroporto de Confins.....	40
5.2.1. <i>Teste do Primeiro Dígito para a reforma do Aeroporto de Confins.....</i>	<i>40</i>
5.2.2. <i>Teste dos Dois Primeiros Dígitos para a reforma do Aeroporto de Confins.....</i>	<i>42</i>
5.2.3. <i>Teste da Soma para a reforma do Aeroporto de Confins.....</i>	<i>45</i>
5.2.4. <i>Confronto entre o Teste dos Dois Primeiros Dígitos e o Teste da Soma para a reforma do Aeroporto de Confins.....</i>	<i>46</i>
5.2.5. <i>Confronto entre os resultados dos Testes da Lei NB e a análise do TCU – reforma do aeroporto de Confins.....</i>	<i>48</i>

6. ANÁLISE DA OBRA DE CONSTRUÇÃO DA ARENA DA AMAZÔNIA.....	50
6.1. Análise realizada pelo Tribunal de Contas da União - Arena da Amazônia.....	50
6.2. Análise realizada com base na Lei Newcomb-Benford - Arena da Amazônia....	54
6.2.1. <i>Teste do Primeiro Dígito - Arena da Amazônia.....</i>	<i>55</i>
6.2.2. <i>Teste dos Dois Primeiros Dígitos - Arena da Amazônia.....</i>	<i>57</i>
6.2.3. <i>Teste da Soma - Arena da Amazônia.....</i>	<i>59</i>
6.2.4. <i>Confronto entre o Teste dos Dois Primeiros Dígitos e o Teste da Soma para a Arena da Amazônia.....</i>	<i>61</i>
6.2.5. <i>Confronto entre os resultados dos Testes da Lei NB e a análise do TCU para a Arena da Amazônia.....</i>	<i>63</i>
7. CONCLUSÃO.....	66
APÊNDICE.....	70
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	80

1. INTRODUÇÃO

O controle da gestão pública, segundo Albuquerque, Medeiros e Feijó (2008), realiza-se mediante a adoção de um amplo conjunto de mecanismos, jurídicos e administrativos, por meio dos quais se exerce o poder de fiscalização e de revisão da atividade de todos os agentes públicos, em qualquer das esferas de governo e em todos os poderes da república, sempre tendo como fundamento o princípio da legalidade. Os mesmos autores citam o Decreto-Lei 200/1967 (Estatuto da Reforma Administrativa Federal) como gerador de cinco princípios fundamentais aos quais deve se submeter a Administração Pública: planejamento, coordenação, descentralização, delegação de competência e controle.

Quando o gasto público é bem gerido, reduzem-se os desperdícios, o que permite o aumento dos recursos disponíveis para o Estado atender melhor a população nas mais diversas maneiras. Por isso são necessárias técnicas em gestão e mecanismos de controle que possam contribuir para a eficiência do gasto, de modo a tornar mais efetiva a atuação da Administração Pública.

Uma clara situação de má gestão de recursos públicos se refere à elaboração de orçamentos de obras públicas com valores acima dos referenciais de mercado (sobrepço), que deve ser coibida utilizando-se mecanismos adequados controle. Grandes quantias de recursos são desperdiçadas na realização de obras públicas, já que elas envolvem alto custo de execução. Uma nova alternativa de análise da regularidade das planilhas orçamentárias de obras públicas, baseada na mineração de dados, poderia utilizar como fundamento a Lei Newcomb Benford apresentada a seguir.

1.1. Lei Newcomb Benford

A Lei NB, também conhecida como Lei dos Números Anômalos, contraria a hipótese de que os primeiros dígitos em séries de números tomados aleatoriamente se repetem em proporções iguais na natureza. Tem-se em mente que, em apostas lotéricas, a probabilidade de um número escolhido ser sorteado é a mesma para qualquer valor selecionado. Ao se jogar uma moeda não viesada, há 50% de chance de se tirar cara ou coroa. Em um jogo de dados, a chance de se tirar 6 é a mesma de se obter 1, 2, 3, 4 ou 5. Assim, seria lógico pensar que, em um banco de dados numéricos, a probabilidade de se escolher 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. Benford publicou artigo seminal em 1938, denominado *The Law of Anomalous Numbers*, em que utilizou dados coletados 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.

Para melhor entender o porquê dessa “anomalia”, considere como exemplo um índice de ações Dow Jones Industrial Average (DJIA). Supondo que ele aumente, em média, 7% ao ano, ele dobrará mais ou menos a cada dez anos. Caso o DJIA seja inicialmente igual a 10.000, após dez anos tendo o 1 como o primeiro dígito, ele finalmente chegará a 20.000. Passados mais 10 anos, o índice dobrará para 40.000 (em cerca de metade desses dez anos os números começarão com 2, e na outra metade começarão com 3). Após outra década, o número chegará a 80.000 (obter-se-ão os valores 4, 5, 6 e 7 como os primeiros dígitos em apenas dez anos). Em um dado momento, chegar-se-á ao valor de 100.000, com o primeiro dígito 1 incidindo por mais dez anos. Dessa maneira, ao se escolher uma data aleatória, é mais provável que o DJIA desse dia possua o 1 como primeiro dígito, do que qualquer outro dígito. Essa mesma lógica se aplica a diversos dados presentes na natureza, tal como o tamanho de populações.

Um banco de dados tem maior chance de representar uma distribuição de Benford se os dados forem coletados de diferentes distribuições (Hill, 1995). Por outro lado, números atribuídos pela intervenção do homem, 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). Essa observação sugere que a Lei dos Números Anômalos pode ser usada para se detectar indícios de manipulação humana de dados. Contudo, naturalmente, 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 (Lei NB) 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, tomando por base a hipótese de que dados contábeis verdadeiros seguem a distribuição de Benford bem de perto (como sua pesquisa indicou que seguiam), argumentou que 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* (Berton, 1995) 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, nesse caso, 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*, 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 manipulação dos dados havia sido oficialmente confirmada pela Comissão Europeia (2010).

Walter Mebane, 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 (Mebane, 2009). Mebane, anteriormente, havia estudado dados eleitorais de vários países, incluindo os Estados Unidos, Rússia e México. Em 2006, ele descobriu que a contagem dos votos tendia a seguir a Lei de Benford no segundo dígito (Mebane, 2006). Ao testar os dados iranianos referentes a 2009, no entanto, Mebane verificou 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 função das múltiplas possibilidades de aplicação da Lei de Benford, é razoável que tal modelo de distribuição também se aplique aos valores das planilhas orçamentárias de obras públicas, ajudando a identificar possíveis inconsistências. 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. Os resultados da implementação dessa técnica contribuiriam para uma maior cautela na elaboração de orçamentos de obras, de modo a se obterem propostas mais vantajosas para a Administração nas licitações.

1.2. Auditoria de Obras Públicas

O controle desempenha importante papel na sociedade e contribui para a garantia do regime democrático. O Tribunal de Contas da União (TCU) auxilia o Poder Legislativo no exercício do controle externo e, dessa forma, para cumprir sua função institucional, pode realizar auditorias nos órgãos da Administração Pública.

Dentre as auditorias realizadas pelo TCU, inserem-se as auditorias de obras públicas, as quais são executadas pelas Secretarias de Fiscalização 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 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 (benefícios e despesas indiretas)
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.

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. A principal vantagem do uso desse instrumental estatístico, é que ele dispensa a comparação com os sistemas de referências de custos, podendo ser usado de forma rápida e quase automática para indicar onde o auditor deve concentrar seus esforços para detectar possíveis sobrepreços.

Todavia, para que os testes de conformidade com a Lei NB possam ser aplicados com significância estatística, é necessário um grande volume de dados, ou seja, as obras a serem testadas precisam ter um grande volume de serviços na planilha orçamentária (Nigrini, 2012).

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.

1.3. 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 emerge, naturalmente, o seguinte problema de pesquisa: a Lei de Newcomb-Benford é uma ferramenta factível para mensurar a qualidade do gasto público, no que se refere às obras públicas, mediante análise da regularidade dos preços dos serviços orçados pela Administração?

1.4. 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 pelos órgãos de controle com mais profundidade.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo geral

Tendo em vista o problema de pesquisa anteriormente proposto, vislumbra-se como objetivo geral desta pesquisa: avaliar a eficiência do gasto público, no que se refere à execução de obras públicas, mediante a aplicação da Lei NB às planilhas orçamentárias.

1.5.2. Objetivos específicos

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

(i). Aplicar os testes da Lei NB às planilhas orçamentárias de três obras públicas (Maracanã, Aeroporto de Confins e Arena da Amazônia), relacionadas à Copa do Mundo de Futebol de 2014 e às Olimpíadas de 2016, em que o TCU efetuou análise de preços;

(ii). Realizar o confronto entre os resultados obtidos nos testes da Lei NB efetuados neste trabalho e a análise de preços empreendida pelo TCU.

1.6. Justificativa

A pesquisa contribuirá para o avanço da área do conhecimento sobre a qualidade do gasto público, 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 e para o governo federal, já que visa à ampliação dos procedimentos de auditoria dos órgãos de controle, os quais são responsáveis por examinar a regularidade do gasto público.

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.

1.7. Coleta e tratamento dos dados

Foram selecionadas três obras realizadas para a Copa do Mundo de Futebol de 2014 e para os Jogos Olímpicos de 2016, as quais possuíam um maior volume de dados (planilhas contendo mais de 1000 serviços) – reforma do Estádio Maracanã (Rio de Janeiro/RJ), reforma do Aeroporto Internacional de Confins (Lagoa Santa/MG) e construção da Arena da Amazônia (Manaus/AM) – e foram anteriormente auditadas pelo TCU. Os testes da Lei NB foram todos rodados no programa Excel.

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. Vislumbra-se, com esses exemplos práticos, demonstrar que a Lei NB pode contribuir para a eficiência do gasto público, identificando possíveis irregularidades na elaboração dos orçamentos.

2. TESTES DA LEI DE BENFORD BASEADOS NAS FREQUÊNCIAS INDIVIDUAIS DOS DÍGITOS

Foram aplicados no presente trabalho os testes descritos a seguir, caracterizados segundo Nigrini (2012).

2.1. Teste do Primeiro Dígito

O Teste do Primeiro Dígito é um Teste Primário que testa as frequências com que os números de 1 a 9 se repetem nos primeiros dígitos dos itens de um banco de dados. Portanto, esse teste divide a amostra original em 9 grupos, sendo cada um dos grupos potencialmente muito grande, o que o caracteriza como um

teste de visão “macro”. 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 por parte do auditor. Ele pode ser útil em bancos de dados com poucos itens, talvez 300, segundo Nigrini (2012).

O teste é baseado na frequência esperada da ocorrência de um número como primeiro dígito em um banco de dados, segundo a Lei NB, que é dada por:

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

Sendo: D_1 = Primeiro dígito e $d_1 \in \{1, 2, \dots, 9\}$

Mostram-se a seguir, na Tabela 1, as frequências dos primeiros dígitos calculadas utilizando a fórmula anterior.

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

Dígito	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Frequência	30,10%	17,61%	12,49%	9,69%	7,92%	6,69%	5,80%	5,12%	4,58%

2.2. Teste dos Dois Primeiros Dígitos

Enquanto o Teste do Primeiro Dígito divide o conjunto de dados em 9 grupos, o Teste dos Dois Primeiros Dígitos apresenta 90 grupos (que variam do dígito 10 ao 99). Dessa maneira, o teste em tela proporciona amostras de auditoria menores. Este é o Teste Primário sugerido por Nigrini (2012), exceto em alguns casos especiais em que os bancos de dados são pequenos (o volume de dados dentro de cada amostra de dígitos nessa situação seria ínfima). Por ser mais preciso que o teste anterior, ele também é útil em detectar números inventados. Uma baixa conformidade com a Lei NB geralmente sugere alto risco de erro ou fraude.

Este este é baseado na 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, que é dada por:

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

Sendo: D_1D_2 = Dois primeiros dígitos e $d_1d_2 \in \{10, 11, \dots, 99\}$

2.3. Teste da Soma

O Teste de Soma é um Teste Avançado 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, $1/90$. Por exemplo, ao se testarem os dois primeiros dígitos 50, devemos selecionar, no banco de dados, todos os valores que possuem esses dois primeiros dígitos. Suponha-se que existam os valores 50, 503, 5001 e 5060. Primeiro devemos somar esses valores ($50 + 503 + 5001 + 5060 = 10.614$). Depois dividimos a soma pelo valor total da planilha (que é a soma de todos os valores absolutos dos itens testados). Caso o valor total da planilha corresponda a 100.000, chegaremos ao resultado de 0,106. Isso quer dizer que todos os valores que possuem os dois primeiros dígitos 50, quando somados, representam 10,6% do valor total da planilha. O valor esperado, segundo Nigrini (2012), é $1/90 = 1,1\%$, ou seja, todos os dois primeiros dígitos (do 10 ao 99) devem representar a mesma proporção da planilha orçamentária. Assim, os dois primeiros dígitos 50 seriam materialmente relevantes naquele banco de dados.

Todavia, o autor constatou que dados reais raramente se conformam a tal padrão, uma vez que eles podem apresentar, por exemplo, alguns valores muito

altos ou muitas repetições de números de médio valor. A utilidade desse teste é exatamente alertar sobre essas situações.

Quando se confronta esse Teste com o Teste dos Dois Primeiros Dígitos, confronta-se o volume de dados contidos em cada grupo com a soma de seus valores. Assim, no caso de orçamento de obras públicas, verifica-se 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.

3. TESTES DA LEI BENFORD BASEADOS NAS DISTRIBUIÇÕES DAS FREQUÊNCIAS DOS DÍGITOS

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.

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:

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

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. A posição de n na fórmula (III) faz com que, à medida que o volume de dados aumente, o resultado do Teste Z, para qualquer discrepância, torne-se 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.

3.2. Teste Qui-Quadrado

Esse teste compara um conjunto de resultados reais com um conjunto de resultados esperados. Ele objetiva verificar se os dígitos de uma distribuição como um todo se conformam com a Lei de Benford. A fórmula é dada a seguir:

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

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. O resultado calculado é comparado a um valor crítico. 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 conformidade com a Lei NB deve ser rejeitada. Se a amostra for pequena como, por exemplo, inferior a 500 dados, o Teste Qui-Quadrado tolera bem os desvios, assim como ocorre com o Teste Z. Contudo, ele também é muito sensível a pequenos desvios em extensos bancos de dados.

3.3. 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:

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

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 EP 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 realizações 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 2 a seguir:

Tabela 2 - 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
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

4. ANÁLISE DA OBRA DE REFORMA DO MARACANÃ

4.1. Análise realizada pelo Tribunal de Contas da União na obra de reforma do Maracanã:

A Corte de Contas atuou na análise e verificação da regularidade do contrato de empréstimo celebrado entre o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (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 de 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 pelo Governo do Estado do Rio de Janeiro, 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 adotou 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, recorreu 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 indício de sobrepreço no valor de R\$ 163.410.370,86, equivalente a 27,86% da amostra analisada. A curva ABC foi exposta na Tabela 23 do Apêndice deste trabalho, em que se evidenciaram o orçamento da Administração, a análise realizada pelo TCU e o sobrepreço apurado.

4.2. Análise realizada com base na Lei Newcomb-Benford - reforma do Maracanã

O orçamento da reforma do Maracanã, o qual totalizava cerca R\$ 932 milhões, possuía 1028 serviços. A presente análise contemplou apenas os custos unitários da obra em tela, mas também poderiam ser testados os quantitativos dos serviços e os custos totais (os custos unitários, quando multiplicados pela quantidade demandada, resultam em custos totais para determinado serviço). Analisaram-se 1016 itens para o Teste do Primeiro Dígito, uma vez que foram excluídos os valores menores do que 1. Já para os Testes dos Dois Primeiros Dígitos e de Soma, examinaram-se 828 itens, porque foram excluídos os valores inferiores a R\$ 10,00, os quais não possuíam segundo dígito. Cabe ressaltar que os valores inferiores a R\$ 10,00, mas superiores a R\$ 1,00 não foram desprezados no Teste do Primeiro Dígito, porque se referiam a custos unitários e, portanto, poderiam ser relevantes ao ponto de compor a Curva ABC, dependendo das quantidades demandadas na planilha para esses serviços.

4.2.1. Teste do Primeiro Dígito - custos unitários da reforma do Maracanã

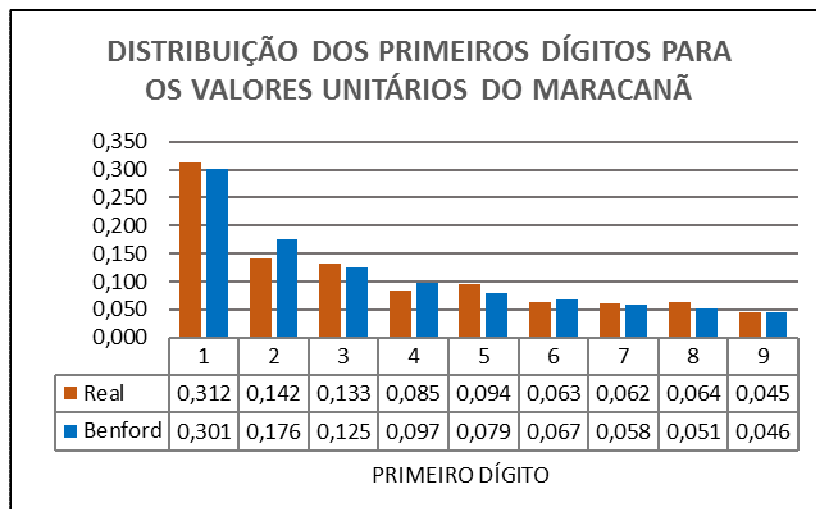
Os resultados deste teste foram apresentados na Tabela 3 e no Gráfico 1, mostrados a seguir.

Tabela 3- Teste do Primeiro Dígito para os custos unitários do Maracanã

Dígito	Cont.	Real	Benford	Diferença	Teste-Z	χ^2	MDA	
1	317	0,312	0,301	0,011	0,731	0,409	0,011	
2	144	0,142	0,176	-0,034	2,827	6,779	0,034	
3	135	0,133	0,125	0,008	0,711	0,504	0,008	
4	86	0,085	0,097	-0,012	1,278	1,599	0,012	
5	96	0,094	0,079	0,015	1,772	3,085	0,015	
6	64	0,063	0,067	-0,004	0,448	0,244	0,004	
7	63	0,062	0,058	0,004	0,479	0,281	0,004	
8	65	0,064	0,051	0,013	1,809	3,355	0,013	
9	46	0,045	0,046	-0,001	0,035	0,012	0,001	
N	1016					χ^2 Real	16,267	MDA
						χ^2 Limite	15,507	0,0114

Na Tabela 3, a primeira coluna se refere aos primeiros dígitos dos valores da planilha orçamentária; a segunda coluna corresponde às frequências absolutas desses dígitos no banco de dados; a terceira coluna se refere às frequências da 2ª coluna em termos relativos; a quarta coluna corresponde às frequências relativas padrão da Lei NB; a quinta coluna é a diferença entre as frequências da 3ª e da 4ª colunas; a sexta coluna traz o resultados do Teste Z; a sétima apresenta os resultados do Teste Qui-Quadrado; e a oitava mostra os valores do MDA.

Gráfico 1 – Teste do Primeiro Dígito para os custos unitários da reforma do Maracanã



Os resultados do Teste Z mostraram que o primeiro dígito 2 superou o valor de 1,96. Houve poucas ocorrências do dígito 2, enquanto os demais 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 (sob o ponto de vista de uma análise geral do conjunto) se conformavam com as da Lei NB.

O MDA encontrado para a obra foi 0,0114, o qual, segundo os valores críticos sugeridos por Nigrini (2012), enquadrava-se na faixa de conformidade aceitável (0,006 a 0,012).

Considerando todos os testes aplicados para os primeiros dígitos, pode-se afirmar que a planilha orçamentária do Maracanã somente não passou no Teste Qui-Quadrado. Como os dados apresentaram uma conformidade aceitável para o MDA e tiveram um desempenho satisfatório no Teste Z, pode-se concluir que esses dados se conformaram com a distribuição de Benford, com a possível exceção para o dígito 2 (Teste-Z).

4.2.2. Teste dos Dois Primeiros Dígitos para os custos unitários da reforma do Maracanã

Para um maior detalhamento da análise, de modo a reduzir o tamanho da amostra de dígitos críticos, procedeu-se ao exame dos dois primeiros dígitos. Os resultados encontram-se reportados no Gráfico 2 e na Tabela 4, em que: “Díg.” se refere aos dois primeiros dígitos dos valores; “C.” são as frequências absolutas com que os dígitos se repetem na planilha; “Real” são as frequências relativas com que os dígitos aparecem na planilha; “LB” são as frequências padrão da Lei NB; “Dif.” é a diferença entre “Real” e “LB”; “Teste Z” se refere aos resultados do Teste Z para mensurar a conformidade com a Lei NB; “ χ^2 .” mostra os resultados do Teste Qui-Quadrado; e “MDA” traz o resultado da Média dos Desvios Absolutos.

Segundo a Tabela 4, houve picos mais intensos nos dígitos 11, 16, 25, 28 e 42 em relação às proporções da curva descendente da Lei NB. Os resultados do Teste Z foram: 11 (2,954), 16 (2,105), 25 (2,524), 28 (2,303) e 42 (2,060).

Tabela 4- Teste dos Dois Primeiros Dígitos para os custos unitários da reforma do Maracanã

Díg.	C	Real	LB	Dif.	Teste-Z	X ²	MDA	Díg.	C	Real	LB	Dif.	Teste-Z	X ²	MDA
10	43	0,052	0,041	0,011	1,435	2,222	0,011	55	7	0,008	0,008	0,001	0,008	0,042	0,001
11	48	0,058	0,038	0,020	2,954	8,925	0,020	56	11	0,013	0,008	0,006	1,645	3,376	0,006
12	28	0,034	0,035	-0,001	0,054	0,021	0,001	57	10	0,012	0,008	0,005	1,303	2,244	0,005
13	26	0,031	0,032	-0,001	0,029	0,016	0,001	58	8	0,010	0,007	0,002	0,548	0,559	0,002
14	28	0,034	0,030	0,004	0,548	0,410	0,004	59	2	0,002	0,007	-0,005	1,447	2,706	0,005
15	31	0,037	0,028	0,009	1,535	2,616	0,009	60	5	0,006	0,007	-0,001	0,183	0,150	0,001
16	32	0,039	0,026	0,012	2,105	4,772	0,012	61	6	0,007	0,007	0,000	0,063	0,004	0,000
17	26	0,031	0,025	0,007	1,105	1,443	0,007	62	1	0,001	0,007	-0,006	1,780	3,927	0,006
18	18	0,022	0,023	-0,002	0,216	0,107	0,002	63	4	0,005	0,007	-0,002	0,490	0,488	0,002
19	16	0,019	0,022	-0,003	0,458	0,324	0,003	64	6	0,007	0,007	0,001	0,181	0,032	0,001
20	18	0,022	0,021	0,001	0,110	0,012	0,001	65	2	0,002	0,007	-0,004	1,280	2,219	0,004
21	14	0,017	0,020	-0,003	0,550	0,445	0,003	66	5	0,006	0,007	0,000	0,176	0,031	0,000
22	12	0,014	0,019	-0,005	0,880	0,993	0,005	67	3	0,004	0,006	-0,003	0,794	1,017	0,003
23	10	0,012	0,018	-0,006	1,240	1,838	0,006	68	1	0,001	0,006	-0,005	1,642	3,440	0,005
24	12	0,014	0,018	-0,003	0,574	0,489	0,003	69	7	0,008	0,006	0,002	0,585	0,644	0,002
25	24	0,029	0,017	0,012	2,524	6,944	0,012	70	6	0,007	0,006	0,001	0,177	0,159	0,001
26	7	0,008	0,016	-0,008	1,662	3,182	0,008	71	4	0,005	0,006	-0,001	0,237	0,211	0,001
27	10	0,012	0,016	-0,004	0,718	0,724	0,004	72	5	0,006	0,006	0,000	0,018	0,000	0,000
28	4	0,005	0,015	-0,010	2,303	5,887	0,010	73	7	0,008	0,006	0,003	0,729	0,908	0,003
29	7	0,008	0,015	-0,006	1,353	2,210	0,006	74	4	0,005	0,006	-0,001	0,149	0,142	0,001
30	13	0,016	0,014	0,001	0,208	0,124	0,001	75	4	0,005	0,006	-0,001	0,121	0,122	0,001
31	9	0,011	0,014	-0,003	0,571	0,512	0,003	76	6	0,007	0,006	0,002	0,370	0,359	0,002
32	13	0,016	0,013	0,002	0,434	0,338	0,002	77	2	0,002	0,006	-0,003	0,996	1,502	0,003
33	15	0,018	0,013	0,005	1,157	1,694	0,005	78	3	0,004	0,006	-0,002	0,506	0,546	0,002
34	15	0,018	0,013	0,006	1,271	2,009	0,006	79	5	0,006	0,005	0,001	0,225	0,050	0,001
35	8	0,010	0,012	-0,003	0,515	0,448	0,003	80	3	0,004	0,005	-0,002	0,459	0,482	0,002
36	13	0,016	0,012	0,004	0,848	1,005	0,004	81	7	0,008	0,005	0,003	0,997	1,518	0,003
37	10	0,012	0,012	0,000	0,133	0,018	0,000	82	5	0,006	0,005	0,001	0,068	0,094	0,001
38	9	0,011	0,011	0,000	0,112	0,012	0,000	83	2	0,002	0,005	-0,003	0,873	1,235	0,003
39	10	0,012	0,011	0,001	0,132	0,088	0,001	84	4	0,005	0,005	0,000	0,124	0,015	0,000
40	12	0,014	0,011	0,004	0,884	1,097	0,004	85	5	0,006	0,005	0,001	0,144	0,150	0,001
41	10	0,012	0,010	0,002	0,285	0,206	0,002	86	5	0,006	0,005	0,001	0,169	0,171	0,001
42	2	0,002	0,010	-0,008	2,060	4,934	0,008	87	3	0,004	0,005	-0,001	0,302	0,300	0,001
43	7	0,008	0,010	-0,002	0,268	0,194	0,002	88	4	0,005	0,005	0,000	0,031	0,001	0,000
44	8	0,010	0,010	0,000	0,029	0,001	0,000	89	2	0,002	0,005	-0,002	0,759	1,013	0,002
45	7	0,008	0,010	-0,001	0,144	0,103	0,001	90	7	0,008	0,005	0,004	1,271	2,305	0,004
46	4	0,005	0,009	-0,005	1,168	1,802	0,005	91	2	0,002	0,005	-0,002	0,723	0,948	0,002
47	4	0,005	0,009	-0,004	1,121	1,684	0,004	92	1	0,001	0,005	-0,003	1,214	2,145	0,003
48	6	0,007	0,009	-0,002	0,337	0,270	0,002	93	4	0,005	0,005	0,000	0,079	0,006	0,000
49	6	0,007	0,009	-0,002	0,285	0,220	0,002	94	2	0,002	0,005	-0,002	0,671	0,856	0,002
50	9	0,011	0,009	0,002	0,519	0,496	0,002	95	4	0,005	0,005	0,000	0,121	0,015	0,000
51	8	0,010	0,008	0,001	0,197	0,148	0,001	96	3	0,004	0,005	-0,001	0,118	0,142	0,001
52	12	0,014	0,008	0,006	1,784	3,873	0,006	97	1	0,001	0,004	-0,003	1,142	1,959	0,003
53	6	0,007	0,008	-0,001	0,086	0,077	0,001	98	1	0,001	0,004	-0,003	1,128	1,925	0,003
54	4	0,005	0,008	-0,003	0,820	1,023	0,003	99	5	0,006	0,004	0,002	0,467	0,531	0,002
N	828							χ^2 Real						106,65	MDA
								χ^2 Limite						112,02	0,0032

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 se for seguida a sugestão de Nigrini (2012), que considera aceitável a ocorrência de até

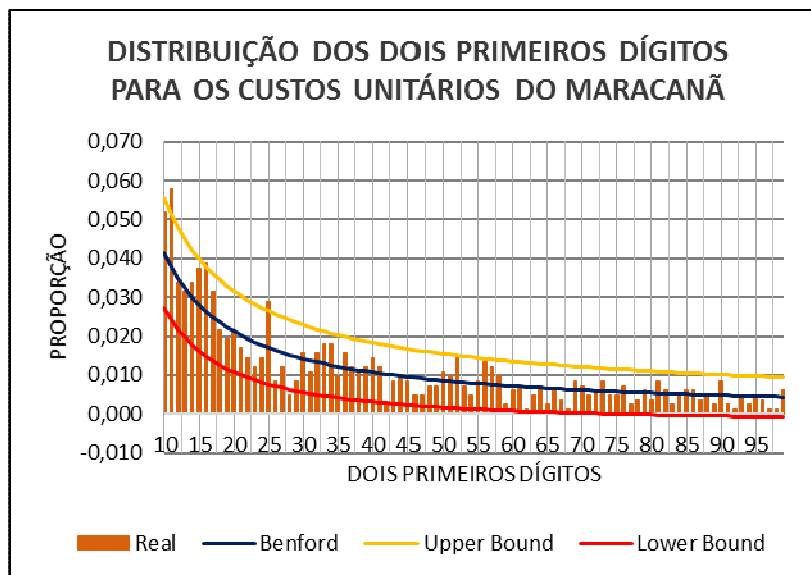
cinco picos nesse teste. Nota-se, no entanto, que o limite superior da aceitabilidade foi atingido.

O resultado do Teste Qui-Quadrado foi 106,648. O valor crítico para 89 graus 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, sugerindo conformidade com a Lei NB.

O último teste aplicado foi o MDA. O valor encontrado para o Maracanã foi 0,0031, o qual estava acima de 0,0022 (valor limítrofe entre conformidade e não conformidade adotado por Nigrini 2012), 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 não passou no Teste da Média dos Desvios Absolutos para os dois primeiros dígitos dos custos unitários, mas apresentou resultado satisfatório no Teste Qui.-Quadrado e no Teste Z.

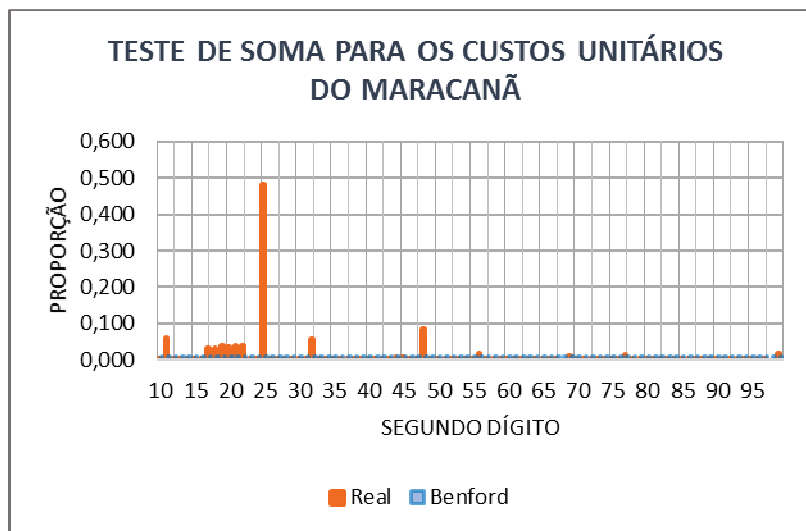
Gráfico 2 - Teste dos Dois Primeiros Dígitos para os custos unitários da reforma do Maracanã



4.2.3. Teste da Soma para os custos unitários da reforma do Maracanã

Para uma boa seleção dos dígitos críticos, realizou-se, de forma complementar, o Teste da Soma, o qual verificou a materialidade de cada dupla de dígitos na planilha orçamentária. Os testes anteriores verificaram o número de repetições em relação ao padrão da Lei NB sem, no entanto, examinarem a magnitude dos serviços que correspondiam a esses dígitos. Os resultados estão ilustrados no Gráfico 3 e na Tabela 5 a seguir, em que: a 1ª e 6ª colunas se referem aos dois primeiros dígitos dos valores; a 2ª e 7ª colunas correspondem à soma dos itens que possuem os dois primeiros dígitos apontados na 1ª e 6ª colunas; a 3ª e 8ª colunas mostram as proporções das Somas calculada na 2ª e 7ª colunas em relação ao somatório de todos os custos unitários da planilha; a 4ª e 9ª colunas apresentam as frequências padrão da Lei NB; e a 5ª e 10ª colunas trazem a diferença entre as proporções das Somas e as frequências da Lei NB.

Gráfico 3 – Teste da Soma para os custos unitários da reforma do Maracanã



Conforme se observa na Tabela 5, houve picos nos dois primeiros dígitos 11, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 25, 32 e 48. Chama a atenção a proporção encontrada para o dígito 25, que representou 48,3% do total dos custos unitários. Constata-se,

para esse teste, que os dados em nada se aproximaram de uma sequência de Benford.

Tabela 5 – Teste da Soma para os custos unitários da reforma do Maracanã

Dígito	Soma	Real	Benford	Diferença	Dígito	Soma	Real	Benford	Diferença
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
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	584.727.527,67	0,000	0,011	-0,011	99	9.975.775,86	0,017	0,011	0,006
SOMA TOTAL					584.727.527,67				

4.2.4. Confronto entre o Teste dos Dois Primeiros Dígitos e o Teste da Soma – reforma do Maracanã

A seguir, selecionaram-se os dígitos detectados como críticos no Teste dos Dois Primeiros Dígitos e no Teste da Soma. Foi, então, realizado um confronto entre os testes para confirmar a criticidade dos dígitos, comparando-se a frequência relativa deles na planilha com a proporção em termos materiais. Esse confronto consiste em metodologia desenvolvida neste trabalho com a finalidade de comparar a quantidade de itens contida em cada grupo de dois primeiros dígitos (frequência) com a materialidade de cada grupo (valor total do grupo dado pela soma de seus valores absolutos), para se identificarem os dois primeiros dígitos mais críticos (aqueles que se repetem muito e/ou apresentam valores muito altos). Os resultados estão ilustrados na Tabela 6.

Tabela 6 – Confronto entre os dígitos selecionados no Teste dos Dois Primeiros Dígitos e no Teste da Soma para a reforma do Maracanã

Dígitos	T. Dois Prim. Díg.	Teste da Soma	Dígitos críticos
11	0,058	0,060	Sim
16	0,039	0,000	Sim
17	0,031	0,033	Sim
18	0,022	0,032	Sim
19	0,019	0,039	Sim
20	0,022	0,035	Sim
21	0,017	0,040	Sim
22	0,014	0,039	Sim
25	0,029	0,483	Sim
28	0,005	0,000	Não
32	0,016	0,056	Sim
42	0,002	0,000	Não
48	0,007	0,084	Sim

Na Tabela 6 encontram-se exibidos os dígitos selecionados em ambos os Testes realizados (coluna 1). A coluna 2, mostra as frequências relativas desses dígitos na planilha, conforme a coluna “Real” da Tabela 4. A coluna 3, exibe as

proporções dos dígitos na planilha orçamentária, segundo a coluna “Real” da Tabela 5. A coluna 4, apresenta a confirmação ou não da criticidade desses dígitos.

Conforme se observa no confronto entre os Testes, apenas os dígitos 28 e 42 foram descartados da amostra, porque foram selecionados no Teste dos Dois Primeiros Dígitos apenas em virtude de sua insuficiente frequência na planilha.

Os resultados do Teste dos Dois Primeiros Dígitos apontaram para os dígitos 11, 16 e 25 (descartados os dígitos 28 e 42). 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 identificados 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.

4.2.5. Confronto entre os resultados dos Testes da Lei NB e a análise do TCU

Ao se confrontarem os dígitos 11 e 25 (selecionados nos testes como mais críticos) com o sobrepreço apurado pelo TCU, obteve-se o resultado apresentado na tabela abaixo.

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.

Tabela 7 – Confronto entre os resultados dos Testes da Lei NB e a análise do TCU para os dígitos 11 e 25 na reforma do Maracanã

Dígitos	Serviço	Custo Unitário	Sobrepço TCU
25	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
	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
	Demolição c/equip. de ar compr., de massas de concr. armado, exceto pisos ou pav.	258,38	699.201,19
11	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
	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
	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
	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

O TCU apurou um sobrepreço total de R\$ 149.972.318,01. O valor a maior de R\$ 41.601.247,32 representava 27,74% do total do sobrepreço. Após o exame dos dois primeiros dígitos mais críticos, procedeu-se à análise dos demais.

Com base na Tabela 8, 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 8 foi R\$ 65.692.812,51, que representava 43,8% do que havia sido apontado pela Corte de Contas (R\$ 149.972.318,01).

Somando-se o sobrepreço dos serviços das Tabelas 7 e 8, encontrou-se o valor de R\$ 107.294.059,83, que representava 71,54% do sobrepreço total apurado pelo TCU.

Tabela 8 – Confronto entre os resultados dos Testes da Lei NB e a análise do TCU para os demais dígitos na reforma do Maracanã .

Dígitos	Serviço	Custo unitário	Sobrepreço TCU
16	Forro em grade metálica eletrofundida malha 30x100mm, h=20 cm, sendo barra principal 20x2mm, em aço carbono SAE 1006/1020, acab.pint.elelost.fornec.e instalação, p/ Maracanã copa 2014.	163,52	1.514.293,41
17	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
	Perfuração em solo para execução de estaca raiz, diam.410 mm.p/obra do Maracanã Copa 2014.	177,96	373.048,34
19	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
	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
	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	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	Recuperação da estrutura do Estádio Mário Filho - Maracanã - Copa 2014, conforme planilha 004/2011 - EMOP.	22.904.212,57	10.839.664,36
32	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	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	

5. ANÁLISE DA OBRA DE REFORMA DO AEROPORTO DE CONFINS

5.1. Análise realizada pelo Tribunal de Contas da União da reforma do Aeroporto de Confins:

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 (taxa de Benefícios e Despesas Indiretas) 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 na tabela a seguir:

Tabela 9– Análise realizada pela Infraero – preços questionados pelo TCU - Fonte: Relatório do Ministro-Relator Valmir Campelo, referente ao Acórdão n 718/2011 – TCU – Plenário.

	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%	

A entidade promoveu ajustes nos preços dos serviços, entre os quais se destacaram:

- 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 de reais;
- 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 de reais;
- iv. a revisão da composição referente ao Controle Tecnológico, promovendo-se diminuição do orçamento em aproximadamente um milhão de reais;

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 de reais.

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 (R\$ 310.250.216,07 – R\$ 237.816.280,91), 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 24 do Apêndice deste trabalho.

5.2. Análise realizada com base na Lei Newcomb-Benford da reforma do Aeroporto de Confins

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, em função da grande quantidade demandada na planilha orçamentária para esses serviços. Dessa forma, para analisar esses custos, foi necessário incluí-los no Teste do Primeiro Dígito, desprezando-se apenas os valores inferiores a um.

5.2.1. Teste do Primeiro Dígito para a reforma do Aeroporto de Confins

Os resultados deste teste foram apresentados na Tabela 10 e no Gráfico 4, mostrados a seguir.

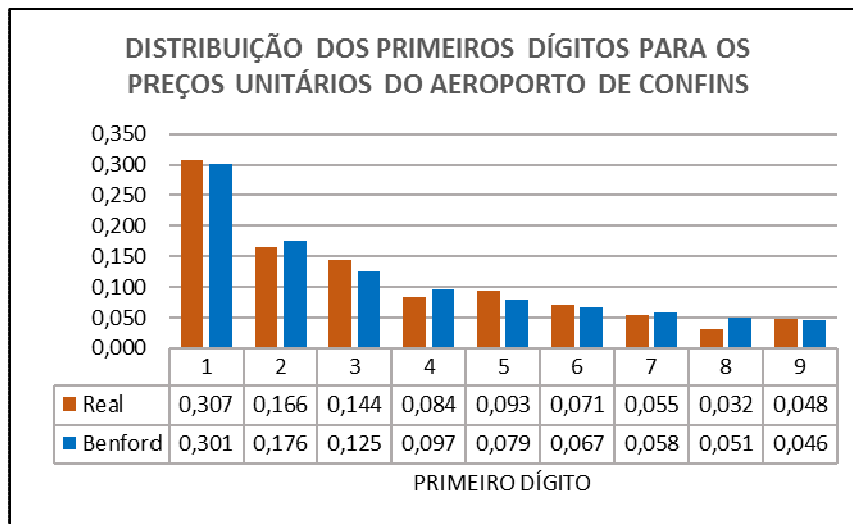
Tabela 10 - Teste do Primeiro Dígito para os preços unitários da reforma do Aeroporto de Confins

Dígito	Cont.	Real	Benford	Diferença	Teste-Z	χ^2	MDA	
1	639	0,307	0,301	0,006	0,536	0,219	0,006	
2	346	0,166	0,176	-0,010	1,167	1,178	0,010	
3	301	0,144	0,125	0,019	2,649	6,297	0,019	
4	175	0,084	0,097	-0,013	1,972	3,646	0,013	
5	194	0,093	0,079	0,014	2,344	5,237	0,014	
6	147	0,071	0,067	0,004	0,602	0,389	0,004	
7	114	0,055	0,058	-0,003	0,597	0,391	0,003	
8	67	0,032	0,051	-0,019	3,862	14,520	0,019	
9	101	0,048	0,046	0,002	0,485	0,275	0,002	
N	2084					χ^2 Real	32,151	MDA
						χ^2 Limite	15,507	0,010

Na Tabela 10, a primeira coluna se refere aos primeiros dígitos dos valores da planilha orçamentária; a segunda coluna corresponde às frequências absolutas desses dígitos no banco de dados; a terceira coluna se refere às

frequências da 2ª coluna em termos relativos; a quarta coluna corresponde às frequências relativas padrão da Lei NB; a quinta coluna é a diferença entre as frequências da 3ª e da 4ª colunas; a sexta coluna traz o resultados do Teste Z; a sétima apresenta os resultados do Teste Qui-Quadrado; e a oitava mostra mostra os valores do MDA.

Gráfico 4 – Teste do Primeiro Dígito para os preços unitários do Aeroporto de Confins



Os resultados do Teste Z mostraram que os primeiros dígitos 3, 4, 5 e 8 superaram o valor de 1,96. Houve excessivas ocorrências dos dígitos 3 e 5 em relação à distribuição da Lei de Benford, não toleradas pelo Teste Z, enquanto os primeiros dígitos 4 e 8 apresentaram frequência bastante inferior a esse padrão.

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 do Aeroporto de Confins (sob o ponto de vista de uma análise geral do conjunto) se conformavam com as da Lei NB.

O MDA encontrado para a obra foi 0,010, o qual, segundo os valores críticos sugeridos por Nigrini (2012), se enquadrava na faixa de conformidade aceitável (0,006 a 0,012).

Considerando todos os testes aplicados para os primeiros dígitos, pode-se afirmar que a planilha orçamentária do Aeroporto de Confins não apresentou um bom desempenho no Teste Z e não passou no Teste Qui-Quadrado. Contudo, como os dados apresentaram uma conformidade aceitável para o MDA, o qual é o teste mais recomendado por Nigrini (2012) pode-se concluir que houve uma conformidade geral dos dados com a distribuição de Benford. Ademais, deve-se dar uma especial atenção aos dígitos 3 e 5, os quais foram excepcionalmente frequentes na planilha orçamentária.

5.2.2. Teste dos Dois Primeiros Dígitos para a reforma do Aeroporto de Confins

Os resultados desse teste encontram-se reportados no Gráfico 5 e na Tabela 11, em que: “Díg.” se refere aos dois primeiros dígitos dos valores; “C.” são as frequências absolutas com que os dígitos se repetem na planilha; “Real” são as frequências relativas com que os dígitos aparecem na planilha; “LB” são as frequências padrão da Lei NB; “Dif.” é a diferença entre “Real” e “LB”; “Teste Z” se refere aos resultados do Teste Z para mensurar a conformidade com a Lei NB; “X².” mostra os resultados do Teste Qui-Quadrado; e “MDA” traz o resultado da Média dos Desvios Absolutos.

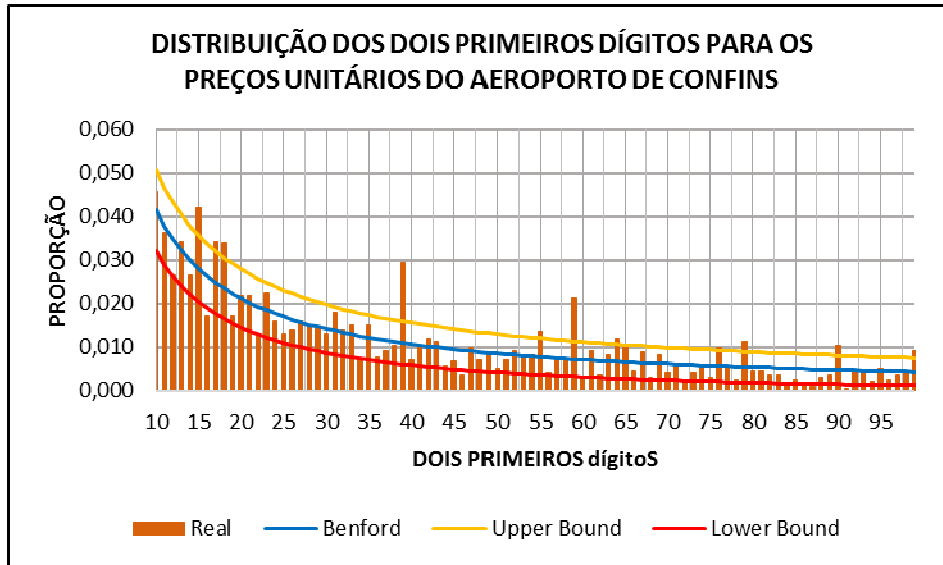
Segundo a Tabela 11, os dígitos 15, 16, 17, 18, 34, 39, 46, 55, 59, 60, 64, 72, 76, 79, 84, 86, 87, 90, 91 e 99 superaram o limite de 1,96 referente ao Teste Z. Os resultados desse teste foram: 15 (3,661), 16 (2,449), 17 (2,591), 18 (2,901), 34 (1,992), 39 (7,718), 46 (2,485), 55 (2,697), 59 (7,078), 60 (1,997), 64 (2,656), 72

(2,078), 76 (2,295), 79 (3,394), 84 (2,039), 86 (1,989), 87 (2,289), 90 (3,382), 91 (2,533) e 99 (3,143).

Tabela 11 - Teste dos Dois Primeiros Dígitos para os preços unitários da reforma do Aeroporto de Confins

Díg.	C	Real	LB	Dif.	Teste-Z	X ²	MDA	Díg.	C	Real	LB	Dif.	Teste-Z	X ²	MDA
10	88	0,046	0,041	0,004	0,890	0,859	0,004	55	26	0,013	0,008	0,006	2,697	7,924	0,006
11	70	0,036	0,038	-0,001	0,273	0,106	0,001	56	8	0,004	0,008	-0,004	1,645	3,128	0,004
12	51	0,026	0,035	-0,008	1,922	3,801	0,008	57	14	0,007	0,008	0,000	0,012	0,021	0,000
13	66	0,034	0,032	0,002	0,453	0,260	0,002	58	14	0,007	0,007	0,000	0,079	0,006	0,000
14	51	0,026	0,030	-0,003	0,830	0,780	0,003	59	41	0,021	0,007	0,014	7,078	51,632	0,014
15	81	0,042	0,028	0,014	3,661	13,521	0,014	60	6	0,003	0,007	-0,004	1,977	4,430	0,004
16	33	0,017	0,026	-0,009	2,449	6,185	0,009	61	18	0,009	0,007	0,002	1,061	1,423	0,002
17	66	0,034	0,025	0,009	2,591	6,920	0,009	62	7	0,004	0,007	-0,003	1,614	3,045	0,003
18	65	0,034	0,023	0,010	2,901	8,647	0,010	63	16	0,008	0,007	0,001	0,643	0,607	0,001
19	33	0,017	0,022	-0,005	1,452	2,286	0,005	64	23	0,012	0,007	0,005	2,656	7,760	0,005
20	42	0,022	0,021	0,001	0,109	0,035	0,001	65	20	0,010	0,007	0,004	1,889	4,093	0,004
21	42	0,022	0,020	0,002	0,419	0,245	0,002	66	9	0,005	0,007	-0,002	0,871	1,018	0,002
22	25	0,013	0,019	-0,006	1,935	3,991	0,006	67	17	0,009	0,006	0,002	1,171	1,713	0,002
23	43	0,022	0,018	0,004	1,167	1,539	0,004	68	6	0,003	0,006	-0,003	1,640	3,159	0,003
24	31	0,016	0,018	-0,002	0,457	0,290	0,002	69	16	0,008	0,006	0,002	1,002	1,306	0,002
25	25	0,013	0,017	-0,004	1,287	1,857	0,004	70	8	0,004	0,006	-0,002	0,980	1,259	0,002
26	27	0,014	0,016	-0,002	0,730	0,661	0,002	71	11	0,006	0,006	0,000	0,058	0,042	0,000
27	31	0,016	0,016	0,000	0,015	0,011	0,000	72	4	0,002	0,006	-0,004	2,078	4,924	0,004
28	29	0,015	0,015	0,000	0,066	0,004	0,000	73	8	0,004	0,006	-0,002	0,856	1,004	0,002
29	28	0,015	0,015	0,000	0,068	0,004	0,000	74	11	0,006	0,006	0,000	0,068	0,005	0,000
30	25	0,013	0,014	-0,001	0,371	0,215	0,001	75	6	0,003	0,006	-0,003	1,380	2,328	0,003
31	35	0,018	0,014	0,004	1,552	2,685	0,004	76	19	0,010	0,006	0,004	2,295	5,950	0,004
32	27	0,014	0,013	0,001	0,151	0,062	0,001	77	11	0,006	0,006	0,000	0,063	0,004	0,000
33	29	0,015	0,013	0,002	0,711	0,650	0,002	78	5	0,003	0,006	-0,003	1,584	3,002	0,003
34	14	0,007	0,013	-0,005	1,992	4,330	0,005	79	22	0,011	0,005	0,006	3,394	12,522	0,006
35	29	0,015	0,012	0,003	1,023	1,254	0,003	80	9	0,005	0,005	-0,001	0,277	0,186	0,001
36	15	0,008	0,012	-0,004	1,559	2,736	0,004	81	9	0,005	0,005	-0,001	0,239	0,156	0,001
37	18	0,009	0,012	-0,002	0,811	0,831	0,002	82	7	0,004	0,005	-0,002	0,831	0,972	0,002
38	20	0,010	0,011	-0,001	0,265	0,137	0,001	83	7	0,004	0,005	-0,002	0,797	0,909	0,002
39	57	0,030	0,011	0,019	7,718	60,597	0,019	84	3	0,002	0,005	-0,004	2,039	4,808	0,004
40	14	0,007	0,011	-0,003	1,361	2,144	0,003	85	5	0,003	0,005	-0,002	1,373	2,339	0,002
41	20	0,010	0,010	0,000	0,035	0,001	0,000	86	3	0,002	0,005	-0,003	1,989	4,601	0,003
42	23	0,012	0,010	0,002	0,638	0,559	0,002	87	2	0,001	0,005	-0,004	2,289	5,978	0,004
43	22	0,011	0,010	0,001	0,520	0,399	0,001	88	6	0,003	0,005	-0,002	0,962	1,260	0,002
44	11	0,006	0,010	-0,004	1,691	3,234	0,004	89	7	0,004	0,005	-0,001	0,605	0,589	0,001
45	13	0,007	0,010	-0,003	1,145	1,577	0,003	90	20	0,010	0,005	0,006	3,382	12,520	0,006
46	7	0,004	0,009	-0,006	2,485	6,713	0,006	91	1	0,001	0,005	-0,004	2,533	7,251	0,004
47	19	0,010	0,009	0,001	0,213	0,110	0,001	92	9	0,005	0,005	0,000	0,014	0,000	0,000
48	14	0,007	0,009	-0,002	0,664	0,611	0,002	93	9	0,005	0,005	0,000	0,018	0,000	0,000
49	17	0,009	0,009	0,000	0,025	0,001	0,000	94	4	0,002	0,005	-0,003	1,466	2,659	0,003
50	10	0,005	0,009	-0,003	1,496	2,601	0,003	95	10	0,005	0,005	0,001	0,251	0,176	0,001
51	14	0,007	0,008	-0,001	0,434	0,310	0,001	96	5	0,003	0,005	-0,002	1,078	1,552	0,002
52	18	0,009	0,008	0,001	0,394	0,268	0,001	97	7	0,004	0,004	-0,001	0,369	0,291	0,001
53	16	0,008	0,008	0,000	0,093	0,009	0,000	98	9	0,005	0,004	0,000	0,003	0,030	0,000
54	16	0,008	0,008	0,000	0,039	0,028	0,000	99	18	0,009	0,004	0,005	3,143	10,948	0,005
N	1926												χ^2 Real	323,59	MDA
													χ^2 Limite	112,02	0,0031

Gráfico 5 - Teste dos Dois Primeiros Dígitos para os preços unitários da reforma do Aeroporto de Confins



Dessa forma, como vinte dentre os 90 dígitos superaram o limite de 1,96, pode-se afirmar que as proporções dos primeiros dígitos dos preços unitários do Aeroporto de Confins destoaram da Lei NB para esse teste.

O resultado do Teste Qui-Quadrado foi 323,59. O valor crítico para 89 graus de liberdade e 0,05 de significância é 112,02. Assim, como o valor calculado no teste excedeu o valor crítico, deve-se rejeitar a hipótese nula, sugerindo desconformidade com a Lei NB.

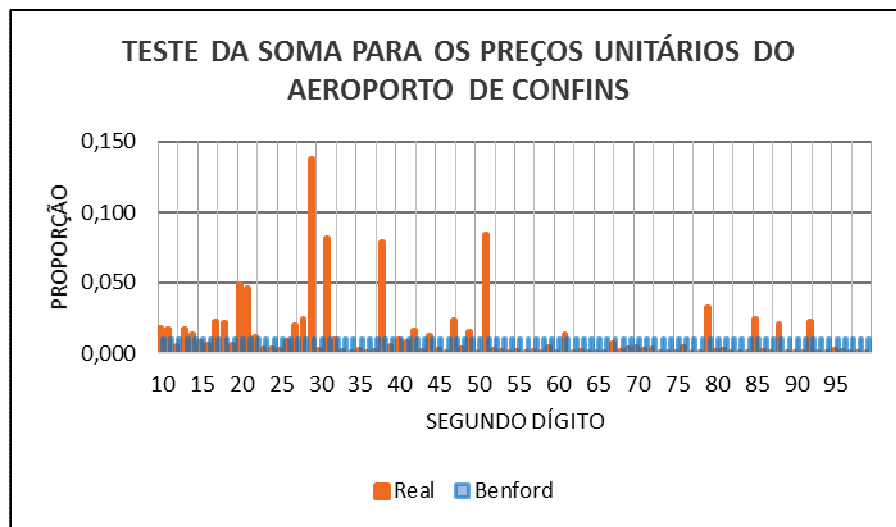
O último teste aplicado foi o MDA. O valor encontrado para o Aeroporto de Confins foi 0,0031, o qual estava acima de 0,0022 (valor limítrofe entre conformidade e não conformidade adotado por Nigrini 2012), fato que o inseriu na faixa de não conformidade dos valores de referência.

Considerando todos os testes aplicados, pode-se afirmar que a planilha orçamentária do Aeroporto de Confins não passou em nenhum dos testes para os dois primeiros dígitos dos preços unitários. 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.

5.2.3. Teste da Soma para a reforma do Aeroporto de Confins

Os resultados desse teste estão ilustrados no Gráfico 6 e na Tabela 12 a seguir, em que: a 1ª e 6ª colunas se referem aos dois primeiros dígitos dos valores; a 2ª e 7ª colunas correspondem à soma dos itens que possuem os dois primeiros dígitos apontados na 1ª e 6ª colunas; a 3ª e 8ª colunas mostram as proporções das Somas calculada na 2ª e 7ª colunas em relação ao somatório de todos os custos unitários da planilha; a 4ª e 9ª colunas apresentam as frequências padrão da Lei NB; e a 5ª e 10ª colunas trazem a diferença entre as proporções das Somas e as frequências da Lei NB.

Gráfico 6 – Teste da Soma para os preços unitários da reforma do Aeroporto de Confins



Conforme se observa na Tabela 12, houve picos nos dois primeiros dígitos 17, 20, 21, 28, 29, 31, 38, 47, 51, 79, 85 e 92. Chama a atenção a proporção encontrada para o dígito 29, que representou 13,8% do total dos preços unitários. Constata-se, para esse teste, que os dados em nada se aproximaram de uma sequência de Benford.

Tabela 12 – Teste da Soma para os preços unitários da reforma do Aeroporto de Confins

Dígito	Soma	Real	Benford	Diferença	Dígito	Soma	Real	Benford	Diferença
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
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				

5.2.4. Confronto entre o Teste dos Dois Primeiros Dígitos e o Teste da Soma para a reforma do Aeroporto de Confins

A seguir, seleccionaram-se os dígitos detectados como críticos no Teste dos Dois Primeiros Dígitos e no Teste da Soma. Foi, então, realizado um confronto

entre os testes para confirmar a criticidade dos dígitos, comparando-se a frequência relativa deles na planilha com a proporção em termos materiais. Os resultados estão ilustrados na Tabela 13.

Tabela 13 – Confronto entre os dígitos selecionados no Teste dos Dois Primeiros Dígitos e no Teste da Soma para o Aeroporto de Confins

Dígitos	T. Dois Prim. Díg.	Teste da Soma	Dígitos críticos	Dígitos	T. Dois Prim. Díg.	Teste da Soma	Dígitos críticos
15	0,042	0,008	Sim	55	0,013	0,002	Sim
16	0,017	0,007	Não	59	0,021	0,005	Sim
17	0,034	0,023	Sim	60	0,003	0,000	Não
18	0,034	0,021	Sim	64	0,012	0,001	Sim
20	0,022	0,049	Sim	72	0,002	0,004	Não
21	0,022	0,046	Sim	76	0,010	0,005	Sim
28	0,015	0,024	Sim	79	0,011	0,033	Sim
29	0,015	0,138	Sim	84	0,002	0,000	Não
31	0,018	0,082	Sim	85	0,003	0,025	Sim
34	0,007	0,000	Não	86	0,002	0,002	Não
38	0,010	0,079	Sim	87	0,001	0,000	Não
39	0,030	0,006	Sim	90	0,010	0,000	Sim
46	0,004	0,000	Não	91	0,001	0,000	Não
47	0,010	0,024	Sim	92	0,005	0,023	Sim
51	0,007	0,085	Sim	99	0,009	0,001	Sim

Na Tabela 13 encontram-se exibidos os dígitos selecionados em ambos os Testes realizados (colunas 1 e 5). As colunas 2 e 6 mostram as frequências relativas desses dígitos na planilha, conforme a coluna “Real” da Tabela 11. As colunas 3 e 7 exibem as proporções dos dígitos na planilha orçamentária, segundo a coluna “Real” da Tabela 12. As colunas 4 e 8 apresentam a confirmação ou não da criticidade desses dígitos.

Conforme se observa no confronto entre os testes, os dígitos 16, 34, 46, 60, 72, 84, 86, 87 e 91 foram descartados da amostra, porque foram selecionados no Teste dos Dois Primeiros Dígitos somente em virtude de sua insuficiente frequência na planilha.

Os resultados do Teste dos Dois Primeiros Dígitos apontaram para os dígitos 15, 17, 18, 39, 55, 59, 64, 76, 79, 90 e 99 (descartados os dígitos 16, 34, 46,

60, 72, 84, 86, 87 e 91). 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. Percebeu-se que os dígitos 17 e 79 foram identificados 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 17 e 79, para depois se examinar o restante.

5.2.5. Confronto entre os resultados dos Testes da Lei NB e a análise do TCU – reforma do aeroporto de Confins

Ao se confrontarem os dígitos 17 e 79 (selecionados nos testes como os mais críticos) com os ajustes promovidos pela Infraero, obteve-se o seguinte resultado:

Tabela 14- Dígitos de valores que sofreram redução (17 e 79) – preços unitários da reforma do Aeroporto de 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 da 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.

Com base na Tabela 15, identificaram-se mais 17 itens da Curva ABC, que tiveram seus preços reduzidos (R\$ 20.125.320,46). Somente para os dois primeiros dígitos 16, 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 14 e 15, encontrou-se o valor de R\$ 26.613.838,49, que representava 48,16% do total das reduções no orçamento promovidas pela Infraero (R\$ 55.256.444,74).

Tabela 15- Outros dígitos de valores que sofreram redução – reforma do Aeroporto de 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, (...)	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 (...).	2.117.621,31	1.902.676,16
	10.04.100.02.01	Conjunto de esteiras de bagagens coletoras, (...).	214.510,62	148.738,92

Dígitos	Item	Descrição	Preço unitário	Ajustes Infraero
	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, (...)	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 (...)	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, (...).	3.145.425,00	3.097.877,73
	03.01.340.02	Guarda-corpo em vidro laminado incolor 20mm, dois vidros de 10mm cada, (...)	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", (...).	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, (...)	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, (...)	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, (...)	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; (...).	925.125,00	757.044,50
			Total	20.125.320,46

6. ANÁLISE DA OBRA DE CONSTRUÇÃO DA ARENA DA AMAZÔNIA

6.1. Análise realizada pelo Tribunal de Contas da União - Arena da Amazônia:

O TCU foi responsável pela fiscalização das operações de créditos a serem concedidos pelo BNDES para financiamento das obras de construção e reforma dos estádios que sediaram os jogos da Copa do Mundo de Futebol de 2014, entre outras frentes de atuação.

No entanto, os recursos transferidos aos Estados passavam a integrar a Fazenda Pública Estadual e, como tais, deveriam ser fiscalizados pelos respectivos Tribunais de Contas Estaduais, o que limitou a atuação do TCU à análise e verificação da regularidade do contrato de empréstimo firmado com o BNDES, para prevenir eventual dano que pudesse ser causado ao erário federal.

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 indícios 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.

Como exceção à metodologia de análise geralmente adotada pelo Tribunal, foram agrupados 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 pelo TCU 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.

O TCU constatou 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 a 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.

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.

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”. Então, o sobrepreço total de referência para este trabalho, 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 25 do Apêndice deste trabalho.

6.2. Análise realizada com base na Lei Newcomb-Benford - Arena da Amazônia

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, em função da grande quantidade demandada para esses serviços.

Dessa forma, para analisar esses custos, foi necessário incluí-los no Teste do Primeiro Dígito, desprezando-se apenas os valores inferiores a um.

6.2.1. Teste do Primeiro Dígito - Arena da Amazônia

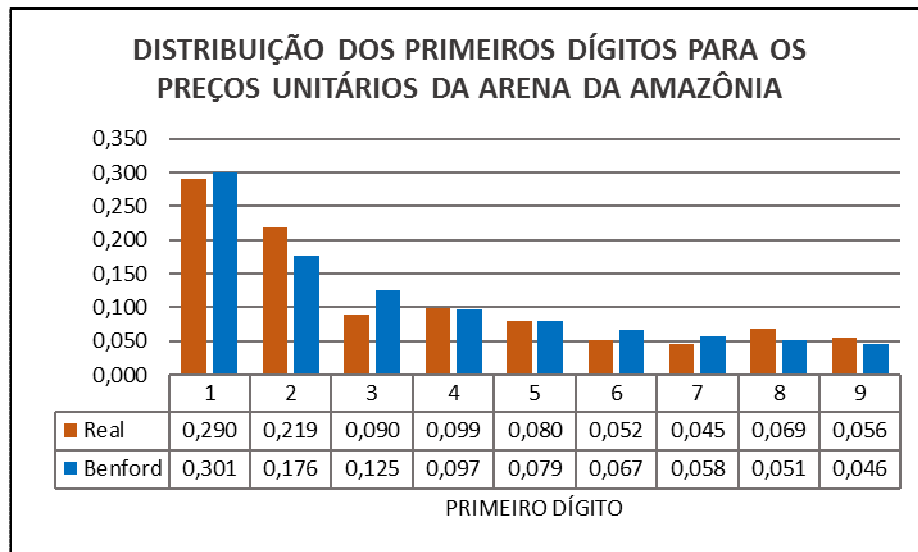
Os resultados deste teste foram apresentados na Tabela 26 e no Gráfico 7, mostrados a seguir.

Tabela 16 - Teste do Primeiro Dígito para os preços unitários - Arena da Amazônia

Dígito	Cont.	Real	Benford	Diferença	Teste-Z	χ^2	MDA
1	497	0,290	0,301	-0,011	0,985	0,715	0,011
2	375	0,219	0,176	0,043	4,607	17,733	0,043
3	154	0,090	0,125	-0,035	4,372	17,004	0,035
4	170	0,099	0,097	0,002	0,257	0,080	0,002
5	138	0,080	0,079	0,001	0,180	0,047	0,001
6	89	0,052	0,067	-0,015	2,454	5,840	0,015
7	78	0,045	0,058	-0,013	2,166	4,634	0,013
8	118	0,069	0,051	0,018	3,297	10,660	0,018
9	96	0,056	0,046	0,010	1,915	3,711	0,010
N	1715				χ^2 Real	60,423	MDA
					χ^2 Limite	15,507	0,016

Na Tabela 16, a primeira coluna se refere aos primeiros dígitos dos valores da planilha orçamentária; a segunda coluna corresponde às frequências absolutas desses dígitos no banco de dados; a terceira coluna se refere às frequências da 2ª coluna em termos relativos; a quarta coluna corresponde às frequências relativas padrão da Lei NB; a quinta coluna é a diferença entre as frequências da 3ª e da 4ª colunas; a sexta coluna traz o resultados do Teste Z; a sétima apresenta os resultados do Teste Qui-Quadrado; e a oitava mostra os valores do MDA.

Gráfico 7 - Teste do Primeiro Dígito para os preços unitários - Arena da Amazônia



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 superrepresentados na planilha orçamentária. Já os dígitos 3 (4,372), 6 (2,454) e 7 (2,166) foram subrepresentados 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 da Arena da Amazônia (sob o ponto de vista de uma análise geral do conjunto) se conformavam com as da Lei NB.

O MDA encontrado para a obra foi 0,016, o qual, segundo os valores críticos sugeridos por Nigrini (2012), se enquadrava na faixa de não conformidade (superior a 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.

6.2.2. Teste dos Dois Primeiros Dígitos - Arena da Amazônia

Os resultados desse teste encontram-se reportados no Gráfico 8 e na Tabela 17, em que: “Díg.” se refere aos dois primeiros dígitos dos valores; “C.” são as frequências absolutas com que os dígitos se repetem na planilha; “Real” são as frequências relativas com que os dígitos aparecem na planilha; “LB” são as frequências padrão da Lei NB; “Dif.” é a diferença entre “Real” e “LB”; “Teste Z” se refere aos resultados do Teste Z para mensurar a conformidade com a Lei NB; “X².” mostra os resultados do Teste Qui-Quadrado; e “MDA” traz o resultado da Média dos Desvios Absolutos.

Segundo a Tabela 17, os dígitos 10, 12, 13, 16, 18, 22, 26, 27, 29, 33, 37, 41, 44, 47, 52, 56, 59, 60, 65, 68, 69, 81, 89, 91, 92, 93 e 96 superaram o limite de 1,96 referente ao Teste Z. Os resultados desse teste foram: 10 (3,892), 12 (3,071), 13 (2,442), 16 (2,824), 18 (4,728), 22 (2,616), 26 (2,724), 27 (10,415), 29 (6,791), 33 (2,504), 37 (2,362), 41 (2,778), 44 (2,588), 47 (10,683), 52 (2,150), 56 (9,457), 59 (2,707), 60 (2,377), 65 (2,202), 68 (4,491), 69 (2,074), 81 (3,741), 89 (3,118) 91 (2,489), 92 (3,262), 93 (2,576) e 96 (3,076).

Dessa forma, como 27 dentre os 90 dígitos superaram o limite de 1,96, pode-se afirmar que as proporções dos primeiros dígitos dos preços unitários da Arena da Amazônia mostraram grande desconformidade com a Lei NB para esse teste.

O resultado do Teste Qui-Quadrado foi 663,711. O valor crítico para 89 graus de liberdade e 0,05 de significância é 112,02. Assim, como o valor calculado no teste excedeu o valor crítico, deve-se rejeitar a hipótese nula, sugerindo desconformidade com a Lei NB.

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 (valor limítrofe entre conformidade e não conformidade adotado por Nigrini 2012), 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 da Arena da Amazônia não passou em nenhum dos testes para os dois primeiros dígitos dos preços unitários. 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.

Gráfico 8 - Teste dos Dois Primeiros Dígitos para os preços unitários - Arena da Amazônia

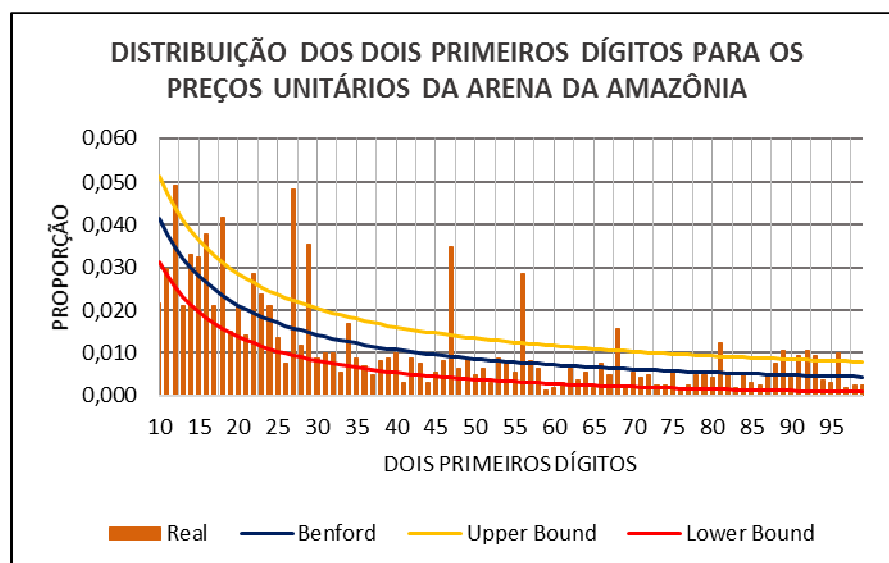


Tabela 17 - Teste dos Dois Primeiros Dígitos para os preços unitários - Arena da Amazônia

Díg.	C	Real	LB	Dif.	Teste-Z	X ²	MDA	Díg.	C	Real	LB	Dif.	Teste-Z	X ²	MDA
10	35	0,022	0,041	-0,020	3,892	14,994	0,020	55	9	0,006	0,008	-0,002	0,875	1,024	0,002
11	48	0,030	0,038	-0,008	1,608	2,695	0,008	56	46	0,029	0,008	0,021	9,457	91,453	0,021
12	79	0,049	0,035	0,014	3,071	9,514	0,014	57	13	0,008	0,008	0,001	0,100	0,059	0,001
13	34	0,021	0,032	-0,011	2,442	6,108	0,011	58	10	0,006	0,007	-0,001	0,420	0,317	0,001
14	53	0,033	0,030	0,003	0,627	0,476	0,003	59	2	0,001	0,007	-0,006	2,707	8,085	0,006
15	52	0,032	0,028	0,004	0,967	1,056	0,004	60	3	0,002	0,007	-0,005	2,377	6,330	0,005
16	61	0,038	0,026	0,012	2,824	8,199	0,012	61	5	0,003	0,007	-0,004	1,745	3,563	0,004
17	34	0,021	0,025	-0,004	0,872	0,884	0,004	62	10	0,006	0,007	-0,001	0,204	0,125	0,001
18	67	0,042	0,023	0,018	4,728	22,597	0,018	63	6	0,004	0,007	-0,003	1,363	2,276	0,003
19	24	0,015	0,022	-0,007	1,916	3,913	0,007	64	9	0,006	0,007	-0,001	0,407	0,310	0,001
20	34	0,021	0,021	0,000	0,016	0,000	0,000	65	3	0,002	0,007	-0,005	2,202	5,512	0,005
21	23	0,014	0,020	-0,006	1,596	2,781	0,006	66	12	0,007	0,007	0,001	0,307	0,212	0,001
22	46	0,029	0,019	0,009	2,616	7,184	0,009	67	8	0,005	0,006	-0,001	0,578	0,535	0,001
23	38	0,024	0,018	0,005	1,436	2,294	0,005	68	25	0,016	0,006	0,009	4,491	21,468	0,009
24	34	0,021	0,018	0,003	0,940	1,051	0,003	69	3	0,002	0,006	-0,004	2,074	4,950	0,004
25	22	0,014	0,017	-0,003	0,945	1,067	0,003	70	9	0,006	0,006	-0,001	0,131	0,084	0,001
26	12	0,007	0,016	-0,009	2,724	7,832	0,009	71	7	0,004	0,006	-0,002	0,729	0,787	0,002
27	78	0,048	0,016	0,033	10,415	108,81	0,033	72	8	0,005	0,006	-0,001	0,368	0,279	0,001
28	19	0,012	0,015	-0,003	1,022	1,243	0,003	73	4	0,002	0,006	-0,003	1,629	3,190	0,003
29	57	0,035	0,015	0,021	6,791	46,838	0,021	74	4	0,002	0,006	-0,003	1,598	3,086	0,003
30	14	0,009	0,014	-0,006	1,770	3,467	0,006	75	9	0,006	0,006	0,000	0,084	0,007	0,000
31	16	0,010	0,014	-0,004	1,215	1,724	0,004	76	3	0,002	0,006	-0,004	1,870	4,120	0,004
32	16	0,010	0,013	-0,003	1,086	1,408	0,003	77	4	0,002	0,006	-0,003	1,508	2,791	0,003
33	9	0,006	0,013	-0,007	2,504	6,744	0,007	78	8	0,005	0,006	-0,001	0,135	0,091	0,001
34	27	0,017	0,013	0,004	1,396	2,245	0,004	79	8	0,005	0,005	0,000	0,098	0,071	0,000
35	14	0,009	0,012	-0,004	1,176	1,642	0,004	80	7	0,004	0,005	-0,001	0,402	0,325	0,001
36	11	0,007	0,012	-0,005	1,758	3,466	0,005	81	20	0,012	0,005	0,007	3,741	15,226	0,007
37	8	0,005	0,012	-0,007	2,362	6,070	0,007	82	8	0,005	0,005	0,000	0,162	0,026	0,000
38	13	0,008	0,011	-0,003	1,098	1,462	0,003	83	3	0,002	0,005	-0,003	1,687	3,444	0,003
39	14	0,009	0,011	-0,002	0,763	0,770	0,002	84	9	0,006	0,005	0,000	0,080	0,064	0,000
40	16	0,010	0,011	-0,001	0,183	0,091	0,001	85	5	0,003	0,005	-0,002	0,937	1,232	0,002
41	5	0,003	0,010	-0,007	2,778	8,324	0,007	86	4	0,002	0,005	-0,003	1,262	2,059	0,003
42	14	0,009	0,010	-0,002	0,482	0,363	0,002	87	8	0,005	0,005	0,000	0,005	0,000	0,000
43	12	0,007	0,010	-0,003	0,894	1,028	0,003	88	12	0,007	0,005	0,003	1,286	2,133	0,003
44	5	0,003	0,010	-0,007	2,588	7,296	0,007	89	17	0,011	0,005	0,006	3,118	10,823	0,006
45	9	0,006	0,010	-0,004	1,502	2,632	0,004	90	7	0,004	0,005	0,000	0,080	0,067	0,000
46	13	0,008	0,009	-0,001	0,396	0,274	0,001	91	15	0,009	0,005	0,005	2,489	7,099	0,005
47	56	0,035	0,009	0,026	10,683	115,87	0,026	92	17	0,011	0,005	0,006	3,262	11,810	0,006
48	10	0,006	0,009	-0,003	1,034	1,349	0,003	93	15	0,009	0,005	0,005	2,576	7,579	0,005
49	14	0,009	0,009	0,000	0,031	0,001	0,000	94	6	0,004	0,005	-0,001	0,330	0,263	0,001
50	8	0,005	0,009	-0,004	1,441	2,463	0,004	95	5	0,003	0,005	-0,001	0,673	0,734	0,001
51	10	0,006	0,008	-0,002	0,837	0,939	0,002	96	16	0,010	0,005	0,005	3,076	10,594	0,005
52	5	0,003	0,008	-0,005	2,150	5,189	0,005	97	3	0,002	0,004	-0,003	1,373	2,423	0,003
53	14	0,009	0,008	0,001	0,122	0,067	0,001	98	4	0,002	0,004	-0,002	0,976	1,350	0,002
54	13	0,008	0,008	0,000	0,050	0,002	0,000	99	4	0,002	0,004	-0,002	0,954	1,301	0,002
N	1609												χ^2 Real	663,711	MDA
													χ^2 Limite	112,02	0,0049

6.2.3. Teste da Soma - Arena da Amazônia

Os resultados desse teste estão ilustrados no Gráfico 9 e na Tabela 18, em que: a 1ª e 6ª colunas se referem aos dois primeiros dígitos dos valores; a 2ª e 7ª colunas correspondem à soma dos itens que possuem os dois primeiros dígitos apontados na 1ª e 6ª colunas.

Tabela 18 - Teste da Soma para os preços unitários - Arena da Amazônia

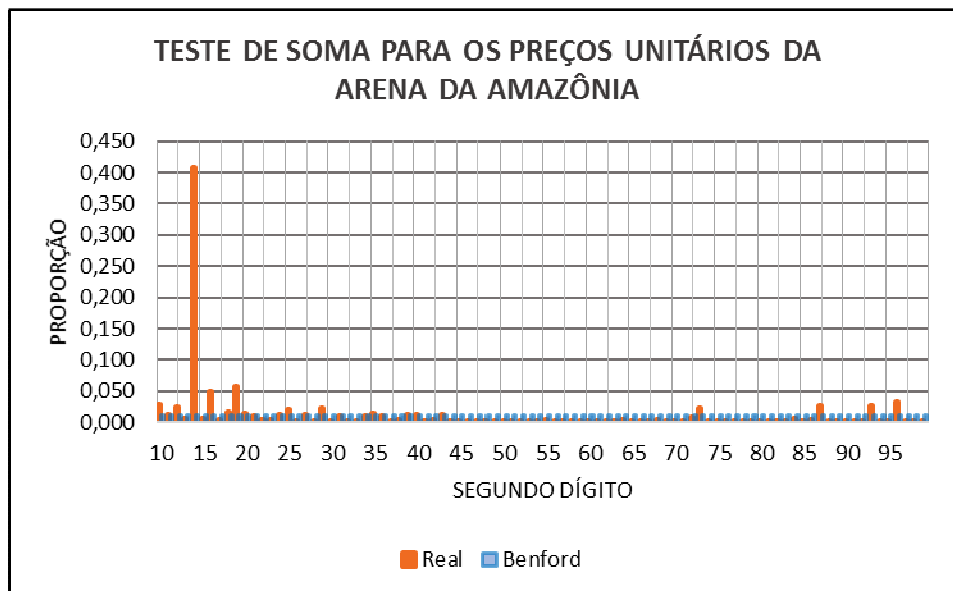
Dígito	Soma	Real	Benford	Diferença	Dígito	Soma	Real	Benford	Diferença
10	1.107.696,86	0,030	0,011	0,019	55	16.429,54	0,000	0,011	-0,011
11	447.385,03	0,012	0,011	0,001	56	68.464,68	0,002	0,011	-0,009
12	906.753,60	0,024	0,011	0,013	57	10.669,90	0,000	0,011	-0,011
13	238.084,02	0,006	0,011	-0,005	58	54.658,00	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
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				

Analogamente, a 3ª e 8ª colunas mostram as proporções das Somas calculadas na 2ª e 7ª colunas em relação ao somatório de todos os custos unitários da planilha; a 4ª e 9ª colunas apresentam as frequências padrão da Lei NB; e a 5ª e

10ª colunas trazem a diferença entre as proporções das Somas e as frequências da Lei NB.

Conforme se observa na Tabela 18, houve picos nos dois primeiros dígitos 10, 12, 14, 16, 19, 87, 93 e 96. Chama a atenção a proporção encontrada para o dígito 14, que representou 40,8% do somatório total dos preços unitários. Constata-se, para esse teste, que os dados em nada se aproximaram de uma sequência de Benford.

Gráfico 9 - Teste da Soma para os preços unitários da Arena da Amazônia



6.2.4. Confronto entre o Teste dos Dois Primeiros Dígitos e o Teste da Soma para a Arena da Amazônia

A seguir, selecionaram-se os dígitos detectados como críticos no Teste dos Dois Primeiros Dígitos e no Teste da Soma. Foi, então, realizado um confronto entre os testes para confirmar a criticidade dos dígitos, comparando-se a frequência

relativa deles na planilha com a proporção em termos materiais. Os resultados estão ilustrados na Tabela 19.

Tabela 19 – Confronto entre os dígitos selecionados no Teste dos Dois Primeiros Dígitos e no Teste da Soma - Arena da Amazônia

Dígitos	T. Dois Prim. Díg.	Teste da Soma	Dígitos críticos	Dígitos	T. Dois Prim. Díg.	Teste da Soma	Dígitos críticos
10	0,022	0,030	Sim	47	0,035	0,001	Sim
12	0,049	0,024	Sim	52	0,003	0,024	Sim
13	0,021	0,006	Não	56	0,029	0,002	Sim
14	0,033	0,408	Sim	59	0,001	0,002	Não
16	0,038	0,049	Sim	60	0,002	0,003	Não
18	0,042	0,017	Sim	65	0,002	0,000	Não
19	0,015	0,057	Sim	68	0,016	0,002	Sim
22	0,029	0,003	Sim	69	0,002	0,004	Não
26	0,007	0,002	Não	81	0,012	0,000	Sim
27	0,048	0,012	Sim	87	0,005	0,001	Não
29	0,035	0,023	Sim	89	0,011	0,006	Sim
33	0,006	0,002	Não	91	0,009	0,005	Sim
37	0,005	0,002	Não	92	0,011	0,027	Sim
41	0,003	0,000	Não	93	0,009	0,002	Sim
44	0,003	0,001	Não	96	0,010	0,000	Sim

Na Tabela 19 encontram-se exibidos os dígitos selecionados em ambos os Testes realizados (colunas 1 e 5). As colunas 2 e 6 mostram as frequências relativas desses dígitos na planilha, conforme a coluna “Real” da Tabela 17. As colunas 3 e 7 exibem as proporções dos dígitos na planilha orçamentária, segundo a coluna “Real” da Tabela 18. As colunas 4 e 8 apresentam a confirmação ou não da criticidade desses dígitos.

Conforme se observa no confronto entre os testes, os dígitos 13, 26, 33, 37, 41, 44, 59, 60, 65, 69 e 87 foram descartados da amostra, porque foram selecionados no Teste dos Dois Primeiros Dígitos somente em virtude de sua insuficiente frequência na planilha e, além disso, não possuíam soma significativa.

Os resultados do Teste dos Dois Primeiros Dígitos apontaram para os dígitos 12, 16, 18, 22, 27, 29, 47, 56, 68, 81, 89, 91, 92, 93 e 96 (descartados os dígitos 13, 26, 33, 37, 41, 44, 59, 60, 65, 69 e 87). 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 identificados em ambas as análises como excessivos e, por isso, possuíam maior risco de estarem superestimados. Para uma auditoria, seria recomendável uma análise a priori desses valores, para depois se examinar o restante.

6.2.5. Confronto entre os resultados dos Testes da Lei NB e a análise do TCU para a Arena da Amazônia

Ao se confrontarem os dígitos 12, 16, 93 e 96 com a análise de preços do TCU, obteve-se o seguinte resultado:

Tabela 20 – 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 sobrepço para esses serviços foi R\$ 31.561.747,38 (38,14% do sobrepço total = R\$ 82.760.310,41).

Ressaltou-se que o item Administração Local –Projeto Executivo representava o serviço com o maior sobrepço 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, o quais não foram examinados pela Corte de Contas individualmente.

Após a análise dos dois primeiros dígitos mais críticos, procedeu-se à verificação dos demais.

Tabela 21 – 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 por terem sido excessivamente frequentes na planilha orçamentária. Confrontando-se esses primeiros dígitos com os serviços que apresentaram sobrepreço na análise do TCU, encontraram-se os seguintes itens:

Tabela 22 – 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.

7. CONCLUSÃO

O presente trabalho introduz uma nova ferramenta, baseada na mineração de dados, a ser usada nas auditorias de obras públicas, visando mensurar a qualidade do gasto público para essas obras. Vários orçamentos são elaborados com valores acima dos referenciais de mercado e, em função disso, obras são contratadas mediante propostas desvantajosas para a Administração Pública. Testou-se a aplicação da Lei de Newcomb-Benford aos valores unitários das planilhas orçamentárias das seguintes obras: reforma do Estádio Maracanã, no Rio de Janeiro; reforma do Aeroporto de Confins em Minas Gerais; e construção da Arena da Amazônia, no Amazonas. Foram aplicados o Teste do Primeiro Dígito, o Teste dos Dois Primeiros Dígitos e o Teste da Soma, todos da Lei de Benford. Para mensurar a conformidade com a Lei NB, aplicaram-se o Teste Z, Teste Qui-Quadrado e a Média dos Desvios Absolutos.

Na análise dos dígitos dos valores unitários da obra de reforma do Maracanã, 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 analisados pelo TCU, incluindo o serviço com o maior sobrepreço apontado, o Sistema de Cobertura Tensionada (...). O sobrepreço identificado nesses itens somava R\$ 41.601.247,32 e representava 27,74% do sobrepreço total apurado pelo órgão de controle. Além disso, o Teste de Soma identificou sozinho mais 10 serviços 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 (R\$ 149.972.318,01). Tendo em vista todos os testes aplicados, de uma forma geral, observou-se uma conformidade aceitável para o Teste do Primeiro Dígito e

uma conformidade relativamente marginal dos custos unitários do orçamento do Maracanã com a Lei de Benford para o Teste dos Dois Primeiros Dígitos.

Com relação à obra de reforma do Aeroporto de Confins, 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 na planilha orçamentária pela Infraero, após atuação do TCU, para esses serviços somaram R\$ 6.488.518,03, incluso o BDI. Além disso, foram identificados mais 17 itens da Curva ABC que sofreram reduções nos preços. Somando-se todos os ajustes efetuados nos serviços, 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, em função dos indícios de sobrepreço apontados pelo TCU. No geral, pode-se afirmar que os testes apontaram uma conformidade aceitável dos primeiros dígitos e mostraram uma desconformidade para os dois primeiros dígitos.

Já para a construção da Arena da Amazônia, 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. Todos os testes aplicados mostraram desconformidade com a Lei NB.

Tendo em vista as hipóteses levantadas no início deste trabalho e o resultado dos testes aplicados, podemos afirmar que:

(i) 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.

(ii) 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.

Este trabalho constitui tão somente o início de um estudo sobre a aplicação da Lei NB à auditoria de obras públicas. Buscou-se apresentar a aplicabilidade dessa ferramenta às planilhas orçamentárias 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 NB propostos neste trabalho. Além disso,

poderiam ser adotados outros níveis de significância nos testes estatísticos, além do nível de 0,05, para mensurar a conformidade, tais como 0,01 e 0,10, por exemplo. Outra pesquisa interessante seria testar isoladamente a variável quantidade das planilhas orçamentárias, como alternativa à variável preço, para verificar a aplicabilidade e efetividade da Lei NB na identificação de possíveis tendências, e fazer um confronto com as análises empreendidas pelos órgãos de controle na detecção de sobrepreço por majoração de quantitativo.

APÊNDICE – ANÁLISES DE PREÇOS REALIZADAS PELO TCU

CURVA ABC - ORÇAMENTO OBRAS DO ESTÁDIO								
DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANT.	ORÇAMENTO		REFERÊNCIA TCU			
			CUSTO UNIT.	TOTAL	Qtde TCU	Custo Unit.	Total TCU	Sobrepço
SISTEMA DE COBERTURA TENSIONADA, INCLUINDO ESTRUTURA METALICA, CABOS "FULLY LOCKED" E MEMBRANA "PTFE", CONFORME PROJETODA 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,CONFORMEPROPOSTA 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 INDUSTRIA 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/Z009-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 PAINES 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,COMISSIONAMENTOS,START-UP E OPERACOES ASSISTIDOS),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.PAINESMEDIA E BAINA TENSAO,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 ACESSODO 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(2,5X)CM,COR BRANCOASSENTE C/ARGAM.CIM.SABRO A REIA FINA,TRACO 1:3:3,REVEST.EXT.C/2,5CM DE ESP.INCL.CHAPISCO E REIJUNTE.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 CAIXILHOSCOMPLEMENTARES.	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 ARQUIBAN-CADA DO MARACANA,CONFORME PLANILHA ORCAMENTARIA 001/2011-MARACANA 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 ARQUIBAN-CADAS),PARAO 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.APLIC.SOBRECONTRAPISO NIVELADO E 3MM.INCL.ESTE.MARACANA 2014.F/LI	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
IMPERMEABILIZAO-REVESTIMENTO DE DEGRAU DE ARQUIBAN-CADA COMPOLIUREIA 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 DOSADOSOBRE 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.FORNECIMENTO E INSTALACAO.(MARACANA COPA 2014)	UN	1,00	7.707.727,03	7.707.727,03				
LOCACAO PARA EQUIPE DE TOPOGRAFIA PARA ACOMPANHAMENTO DEOBRA,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 LEVANTAMENTOCADA STRAIS,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 OSPROJETOS 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 ESTADIOJORNALISTA MARIO FILHO(MARACANA),COMPREENDENDO OS PROJETOSDE 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 ESTADIOJORNALISTA MARIO FILHO(MARACANA),COMPREENDENDO PROJETOS DEARQUITETUTA.MARACANA - COPA 2014	UN	1,00	2.437.241,16	2.437.241,16	1,00	20.083.736,6	20.083.736,69	-2.034.005,87
ELABORACAO DE PROJETO EXECUTIVO DE OBRA DE REFORMA E ADEQUACAO DO ESTADIO JORNALISTA MARIO FILHO, COMPREENDENDO OSPROJETOS 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 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 FLETROFUNDA 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 40PHILIPS 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- B.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 MARACANA,CONFORME PROPOSTA PP95981/10 REV.1 DA PROSEGUR.FORN.E INST.(MARACANA 2014)	UN	1,00	4.463.453,12	4.463.453,12				
PROJETOR DE SOBREPOR,MOD.SW REACH POWERCORE,(FACHO MEDIO 40PHILIPS SIMILAR.FORNECIMENTO E COLOCACAO,P/MARACANA	UN	282,00	13.251,15	3.736.824,30				

Tabela 24 – 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	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 (...)	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	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 (...)	kg	990.686,00	16,00	16,00	14,33	15,38	15.850.976,00	15.850.976,00	-
6	Cobertura em vidro (...)	m²	12.184,60	843,20	843,20	504,89	744,80	10.274.054,72	10.274.054,72	-
7	Caixilho especial e antichama (...)	m²	493,95	16.155,42	-	-	SEM REFERÊNCIA	7.979.969,71	-	7.979.969,71
8	Escadas rolantes (...)	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 (...)	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 (...)	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, (...)	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
14	Carrosséis de restituição de bagagens - desembarque doméstico: (...)	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, (...)	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, (...)	m	643,91	3.137,57	1.769,89	-	1.830,91	2.020.312,70	1.139.647,73	880.664,96

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)
24	Escadas rolantes: ER-09 e ER-10; largura dos degraus com 1,00m; (...).	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) (...)	cj	3,00	475.162,74	475.162,74	-	467.002,65	1.425.488,22	1.425.488,22	-
31	Conjunto de esteiras de bagagens coletoras (EC) completas, (...).	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 (...).	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, (...)	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, (...)	cj	2.384,00	418,87	418,87	294,30	340,49	998.586,08	998.586,08	-
53	Os carrosséis de restituição de bagagens (CR), são constituídas por placas de formato "meia-lua". (...)	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	m²	795,98	1.121,15	513,22	697,07	541,73	892.412,98	408.516,75	483.896,23

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)
	5mm cada, (...)									
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 (...))	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, (...)	cj	122,00	5.976,00	5.976,00	-	5.886,29	729.072,00	729.072,00	-
72	CF06 e CF08 - 12,00 x 4,28 m (Caixilho fixo Structural Glazing ou Pele de Vidro, (...))	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, (...)	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, (...)	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 (...)	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
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 (...)	m	1.402,53	398,11	253,10	-	141,38	558.361,22	354.980,34	203.380,88

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)
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, (...).	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, (...))	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, (...))	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
119	Divisor de fluxos retrátil em pedestais de aço inox polido (...).	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.

Tabela 25 - 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 (...) 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 (...)	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 (...).	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 (...)	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, (...).	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
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

Atividade	UNID	Orçamento do Projeto Executivo			TCU			Sobrepreço TCU	Sobrepreço sem descontar subpreços
		Quantidade	Preço Unitário	Preço Total	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total		
Impermeabilização com manta ASF. 3 mm, (...).	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, (...).	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, (...), 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, 1c	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
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, (...), 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

Atividade	UNID	Orçamento do Projeto Executivo			TCU			Sobrepreço TCU	Sobrepreço sem descontar subpreços
		Quantidade	Preço Unitário	Preço Total	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total		
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
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, (...).	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 (...)	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

Atividade	UNID	Orçamento do Projeto Executivo			TCU			Sobrepço TCU	Sobrepço sem descontar subpreços
		Quantidade	Preço Unitário	Preço Total	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total		
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
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 (...).	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 (...). 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%	

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, C.; MEDEIROS, M.; FEIJÓ, P. H. **Fundamentos e Práticas de Planejamento, Orçamento e Administração Financeira com Responsabilidade Fiscal**. Editora Gestão Pública. Brasília. 2008
- BENFORD, F. **The law of anomalous numbers**. Proceedings of the American Philosophical Society 78 (4), 551-572. 1938.
- BERTON, L. He's got their number: scholar uses math to foil financial fraud. **Wall Street Journal**. 10, B1. Jul. 1995.
- CUNHA, F.C.R. **Aplicações da Lei Newcomb-Benford à Auditoria de Obras Públicas**. Dissertação (Mestrado em Regulação e Gestão de Negócios) – Universidade de Brasília, Brasília, 2013. 486p.
- 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.
- DRAKE, P. D.; NIGRINI, M. J. Computer assisted analytical procedures using Benford's law. **The Accounting Education** 18, 127-146. 2000.
- EUROPEAN COMMISSION (2010), **Report on Greek Government Deficit and Debt Statistics**. 2010. Disponível em: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/product_details/publication?p_product_code=COM_2010_report_greek> Acesso em: 24 Mar. 2014.
- HILL, T.P. Base-Invariance Implies Benford's Law. **The American Mathematical Society** 123(3), 887-895. ISSN: 0002-9939. 1995.
- MEBANE, W. R. Election Forensics: vote counts and Benford's Law. **The Society for Political Methodology**. Papers, Posters and Syllabi. 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.
- 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.
- _____. Digital analysis using Benford's Law: Tests Statistics for Auditors. **Global Audit Publication**, 2000.
- _____. **Benford's Law. Applications for Forensic Accounting Auditing, and Fraud Detection**. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. 2012.
- PINKHAM, R. S. On the Distribution of First Significant Digits. **Annals of Mathematical Statistics** 32, 1223-1230. 1961.
- RAUCH, B.; GÖTTSCHE, M.; BRÄHLER, G.; ENGEL, S. 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.