

## APLICAÇÃO DA LEI DE BENFORD NA DETECÇÃO DE JOGO DE PLANILHA: O CASO DO ESTÁDIO NACIONAL DE BRASÍLIA\*

*Carlos Alberto Cascão Júnior / TCDF / cascaojr@tc.df.gov.br*  
*Adriana Cuoco Portugal / TCDF / adriana@tc.df.gov.br*  
*Maurício Soares Bugarin / UnB / bugarin.mauricio@gmail.com*  
*Flávia Ceccato Cunha / TCU / flaviaceccato@hotmail.com*

### RESUMO

*Este trabalho apresenta a aplicação do algoritmo da Lei de Benford, previsto na Cartilha de Benford publicada pelo IBRAOP, para caracterizar a ocorrência de “jogo de planilha” na execução do contrato de construção do Estádio Nacional de Brasília. Para tanto, compara-se a metodologia baseada na Curva ABC, tradicionalmente utilizada nos Tribunais de Contas, com a nova metodologia proposta. A análise baseada na Lei de Benford mostra que tanto o orçamento de referência como o contrato inicial apresentam conformidade com a Lei, o que sugere ausência de manipulação de dados nessas etapas do processo licitatório. Por outro lado, os testes indicam elevada não-conformidade à Lei de Benford quando é considerada a planilha final, após a inclusão de 28 aditivos. A não-conformidade reforça suspeita quanto ao “jogo de planilha”, o que foi robustecido pelo fato de a nova metodologia indicar, em sua maioria, os mesmos serviços apontados pela análise tradicional, mantendo a vantagem declarada na Cartilha do Ibraop de não ser necessário agrupar serviços de mesma natureza, como na análise baseada em Curva ABC, otimizando a atividade de auditoria.*

**Palavras-chave:** jogo de planilha, Lei de Benford, auditoria.

### 1. INTRODUÇÃO

O “jogo de planilha” é prática observada na execução de um contrato de obra pública em que ocorrem alterações contratuais que podem resultar em prejuízos maiores à Administração Pública. Trata-se de fenômeno amplamente conhecido e combatido pelos órgãos de controle nacionais e subnacionais. Segundo o voto condutor da Decisão 1.090/2001-Plenário, do Tribunal de Contas da União – TCU (2001), de relatoria do Ministro Benjamin Zymler:

*“12. Pode ocorrer na contratação de obras públicas, em regime de empreitada por preço unitário, que haja determinados itens com preços superfaturados, embora o preço global da obra seja compatível com o de mercado. Esses itens superfaturados, no decorrer da execução da obra, podem ter os seus quantitativos aumentados mediante aditivos contratuais - é o chamado jogo de planilha. Assim, o custo global da obra fica em desacordo com o de mercado, arcando a União com o prejuízo”.*

De forma mais ampla, o superfaturamento por desequilíbrio econômico-financeiro ou “jogo de planilha” ocorre quando há o rompimento do equilíbrio econômico-financeiro inicial do contrato em desfavor da Administração por alteração de quantitativos, pelo aumento de serviços contratuais com sobrepreço por aditivos, pela diminuição ou supressão de serviços contratuais com subpreço, pela alteração de custos de serviços contratuais, pela inclusão de serviços novos com sobrepreço, ou ainda por diversas combinações dessas situações. Embora a lei de licitações permita a alteração dos quantitativos originalmente contratados ou mesmo a adição de novos serviços em casos específicos,

---

\* As afirmações, possíveis erros e omissões existentes neste texto são de inteira responsabilidade de seus autores, e não refletem necessariamente as posições das instituições em que trabalham.

essa possibilidade não pode ser utilizada para a alteração da equação econômico-financeira inicial do contrato, o que é justamente a característica do “jogo de planilha”.

Nesse sentido, o TCU também vem se posicionando, conforme decisões a seguir:

- Voto condutor do Acórdão TCU 467/2015-Plenário, Rel. Min. Walton Alencar Rodrigues:

*“Reputo relevantes as condições em que se formaram os referidos contratos, porquanto originadas de ambiente certame licitatório competitivo e pautadas, entre outros princípios, na legalidade, na isonomia entre licitantes, na seleção da proposta mais vantajosa para a Administração e na vinculação ao instrumento convocatório. Tais premissas vinculam o ajuste administrativo, para conformar eventuais mutações contratuais às exigências previstas na lei ao tempo do torneio licitatório.*

*Não fosse assim, as diretrizes da licitação pública seriam facilmente deturpadas pelo espúrio mecanismo de celebração de termos aditivos que resultem em desbalanceamento da equação-econômica financeira em desfavor do Estado, quer pelo acréscimo de serviços novos cujos preços não sejam vantajosos ao Erário, quer pela alteração de quantitativos previstos na planilha orçamentária inicial da avença a ponto de desfigurar a vantagem do contrato original. Ao estimar os valores de referência dos serviços novos acrescidos por termos aditivos na data base dos contratos, a Administração preserva as condições que nortearam a licitação e resultaram na formulação do equilíbrio contratual.”*

- Voto condutor do Acórdão TCU 1.153/2015-1ª Câmara, Rel. Min. Walton Alencar Rodrigues:

8. ... trata-se de 'jogo de planilhas', questão há tempos discutida neste Tribunal, que considera essa prática afronta grave à manutenção do equilíbrio financeiro do contrato, previsto no art. 65, § 1º, da Lei 8.666/1993.

9. Via de regra, esse artifício ocorre com a celebração de aditivos contratuais, fundamentados na necessidade técnica de corrigir falhas no projeto inicial, em que se operam modificações das seguintes naturezas: aumento da quantidade de itens com preços superestimados; supressão de quantitativos de insumos que estavam depreciados; e criação de novos serviços sem que sejam aplicados os descontos da proposta da licitante contratada.”

- Voto condutor do Acórdão TCU 349/2014-Plenário, Rel. Min. Benjamin Zymler:

“19. Quanto à primeira alegação, julgo incabível a compensação de eventual subpreço na planilha contratual original com sobrepreços verificados em termos aditivos, uma vez que a adoção de tal prática implica admitir a redução da vantajosidade inicial da avença e, portanto, a alteração do equilíbrio-econômico-financeiro em desfavor da Administração.

20. Dito de outra forma, a metodologia sugerida pela defesa significa aceitar a existência de uma espécie de crédito do contratado decorrente de um desconto ofertado por ocasião da licitação, o qual poderia ser usado posteriormente para a inclusão de serviços no contrato com preços nitidamente acima dos parâmetros de mercado. Por subverter a lógica do princípio da preservação do equilíbrio financeiro, da boa fé contratual e da competitividade, considerando que os preços dos serviços novos não foram submetidos ao crivo da licitação, tal argumento merece ser rechaçado.

21. Ademais, verifico que o procedimento sugerido pela defesa implica admitir a inserção de novos serviços com sobrepreço por meio de aditivos a um contrato cujos serviços, sabidamente, continham subpreço. Por representar a clássica situação de jogo de planilha, rejeito os argumentos trazidos pela sociedade empresária”.

De forma similar, o TCDF também já se manifestou nas Decisões nº 738/2015 e 2.344/2014, respectivamente:

*“alterações contratuais não podem suprimir a vantagem econômica inicialmente obtida pela Administração (‘jogo de planilha’)”.*

*“determinar à Companhia Urbanizadora da Nova Capital do Brasil – NOVACAP que atente, em relação a possíveis aditivos ao contrato decorrente de licitação em tela, para a manutenção do desconto inicial da proposta, ou seja, que seja mantida a proporcionalidade da diferença entre o valor global estimado pela Administração e o valor global contratado, nos limites do art. 65, §1º, da Lei nº 8.666/1993”.*

Ainda que seja um fenômeno conhecido, o “jogo de planilha” é tipicamente evidenciado na prática pela análise de sobrepreço, cuja seleção da amostra de auditoria se baseia na Curva ABC

(Critério de Pareto) sem que existam até o momento, pelo conhecimento dos autores deste trabalho, estudos acadêmicos focados em auxiliar o auditor na detecção dessa manipulação que ocorre ao longo da execução de uma obra pública.

O objetivo deste trabalho é justamente oferecer uma metodologia para possível identificação do “jogo de planilha” baseada na regularidade estatística conhecida como “Lei de Benford” (BENFORD, 1938<sup>1</sup>).

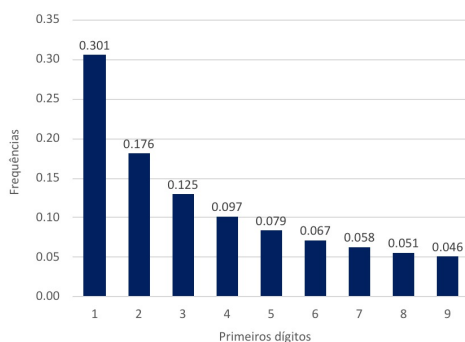
O algoritmo para essa análise é o proposto por Bugarin e Cunha (2015), e detalhado posteriormente em Cunha, Bugarin e Portugal (2016), em uma cartilha intitulada “Seleção de Amostra de Auditoria de Obras Públicas pela Lei de Benford” publicada pelo Instituto Brasileiro de Auditoria de Obras Públicas – IBRAOP (2016). Explica-se a lógica dessa Lei da seguinte forma na cartilha:

*“O ser humano acredita que os números se distribuem de forma uniforme na natureza. Por isso, ao manipular os valores de um banco de dados, uma pessoa leiga em geral não se preocupará com as frequências em que aparece o 1 ou 2 ou demais dígitos como primeiro, segundo ou último dígito de um número.*

*Contudo, existe uma metodologia capaz de indicar a possibilidade de manipulação dos dados e, ao mesmo tempo, considerar a relevância financeira dos itens. A metodologia se baseia em uma regularidade empírica segundo a qual os números não se distribuem de forma uniforme na natureza. Essa regularidade é conhecida como Lei de Benford.*

*Essa Lei estabelece que as frequências dos primeiros dígitos dos valores em um banco de dados são decrescentes do 1 ao 9; o dígito 1 aparece em, aproximadamente, 30% dos itens, enquanto o 9 não atinge 5% desses valores. Essas frequências se aplicam a uma variedade de fontes de dados, incluindo contas de energia, endereços, preços de ações, valores populacionais, taxas de mortalidade, entre outras.”*

Mais especificamente, pela Lei de Benford, espera-se, então, que a frequência do primeiro dígito em fontes de dados não homogêneos ou não manipulados decresça do dígito 1 ao 9, conforme o gráfico da **Erro! Fonte de referência não encontrada.** a seguir.



Fonte: Cunha, Bugarin e Portugal (2016)

Figura 1 - Frequência de incidência dos primeiros dígitos em dados não homogêneos

Na detecção de fraudes em obras públicas, esta Lei já foi testada diversas vezes. Flávia Cunha e Maurício Bugarin aplicaram essa Lei em planilhas orçamentárias como a da reforma do Maracanã (CUNHA e BUGARIN, 2015a, 2015b) e a construção da Arena Amazonas (CUNHA e BUGARIN (2015c), obras realizadas para a Copa do Mundo de 2014, assim como para a obra de reforma do Aeroporto Internacional de Minas Gerais (BUGARIN e CUNHA, 2017), concluindo pela robustez do método baseado na Lei de Benford para detecção de possível manipulação de dados referente a

<sup>1</sup> Newcomb (1881) já havia identificado fenômeno similar ao observar que as primeiras páginas das tábuas de logaritmos se apresentavam mais desgastadas do que as últimas, o que indicava que o valor usualmente acessado era o número 1, e que a frequência diminuía até o número 9.

sobrepreço e superfaturamento. Café e Bugarin (2017) concluíram na mesma direção quanto à obra de implantação de um corredor de transporte no DF conhecido como VLP (BRT – Sul). Também a Polícia Federal fez aplicações dessa Lei na detecção de fraudes em licitações no Brasil, conforme trabalho apresentado por Filho (2016).

Com o objetivo de testar a aplicabilidade da Lei de Benford na detecção de jogo de planilha, toma-se como unidade de análise a obra do Estádio Nacional de Brasília – ENB, que foi acompanhada pelo Tribunal de Contas do DF – TCDF tanto na licitação quanto na execução do seu contrato de construção, no período entre 2009 e 2015<sup>2</sup>.

A auditoria empreendida pelo TCDF objetivou, entre outros pontos, verificar a regularidade dos quantitativos de serviços e adequação dos preços contratados aos de mercado. Naquela fiscalização, foi apontada a ocorrência de preços acima dos praticados no mercado e de quantitativos superiores aos executados ao serem analisados os serviços previstos nas planilhas orçamentárias após 28 aditivos contratuais.

A magnitude das alterações tornou imperioso verificar se o equilíbrio econômico-financeiro inicial do ajuste foi mantido, principalmente porque os valores contratuais quase dobraram, saindo de R\$ 696.648.486,09 para R\$ 1.184.874.854,00, a preços históricos de junho de 2010. Várias revisões foram realizadas nos projetos, englobando mudanças de conceitos, de soluções construtivas ou de compatibilização, o que culminou em variações de quantitativos e acréscimos de diversos serviços, e gerou suspeitas quanto à manutenção do equilíbrio econômico-financeiro inicial do contrato.

A análise empreendida no TCDF considerou a análise dos principais serviços resultantes da Curva ABC, baseada no princípio de Pareto, selecionando itens que correspondessem a aproximadamente 80% do valor total contratado. Tendo em conta a enorme quantidade de serviços de uma edificação como o Estádio Nacional de Brasília, foi bastante penoso confirmar a existência de “jogo de planilha”.

Neste trabalho, o que se espera é demonstrar que a Lei de Benford se aplica adequadamente à detecção da irregularidade caracterizada como “jogo de planilha”, o que pode representar grande economia de esforços na avaliação de longas planilhas orçamentárias de obras como a edificação de estádios.

Para tanto, serão utilizados os testes constantes do algoritmo proposto na Cartilha do Ibraop (Bugarin, Cunha e Portugal, 2016), desenvolvidos a partir de Nigrini (2012). Esse autor, por meio de seus testes, detectou fraudes em companhias de Nova York e implementou sua metodologia em sistemas de detecção de fraudes tributárias em vários países.

Destarte, o objetivo primordial do trabalho em tela é aplicar essa metodologia à investigação de possíveis manipulações de dados que ensejem “jogo de planilha”, com vistas a confirmar indícios de irregularidades já identificadas pelo TCDF quanto à obra de construção do Estádio Nacional de Brasília. Além desta introdução, o presente estudo está dividido em mais duas seções. A seção 2 apresenta a metodologia, trazendo a análise tradicional empreendida pelo TCDF e a análise a partir da Lei de Benford, além da comparação entre os métodos. Finalmente, a seção 3 apresenta as conclusões e proposições de extensões futuras da aplicação da Lei de Benford na análise de “jogo de planilha”.

## 2. METODOLOGIA

Este estudo se propõe a uma comparação de métodos de detecção de “jogo de planilha”.

Inicialmente, com o objetivo de caracterizar o problema na obra de construção do Estádio Nacional de Brasília, apresenta-se a análise pelo método tradicionalmente empregado nos Tribunais

---

<sup>2</sup> Processos TCDF n.ºs 21.886/2009, 30.101/2010, 16.469/2012 e 29.565/2013, destacando-se para o propósito deste trabalho o RELATÓRIO FINAL DE AUDITORIA N.º. 01/2017 – NFO, constante desse último processo.

de Contas, partindo da planilha orçamentária de referência, do orçamento da empresa vencedora do certame e da planilha resultante das alterações contratuais. Na sequência, desenvolve-se a análise a partir da utilização da Lei de Benford, e comparam-se os resultados obtidos por ambos os métodos.

## 2.1. Caracterização tradicional do jogo de planilha

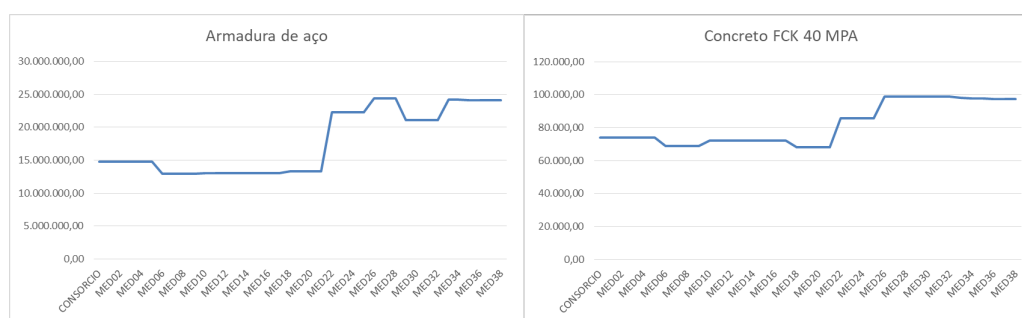
Para a aplicação do método tradicional, que se baseia na identificação de serviços materialmente relevantes por meio da construção da Curva ABC (princípio de Pareto), os itens contidos no orçamento após as alterações contratuais foram classificados em contratuais ou novos e a evolução de seus quantitativos foi analisada, compilando-se a verificação contida nos Processos TCDF n°s 30.101/2010, 16.469/2012 e 29.565/2013<sup>3</sup>.

Foram observados aumentos significativos dos quantitativos dos serviços contratuais indicados na análise do TCDF como contendo sobrepreço ou acima dos valores de mercado. Os referidos serviços são destacados na Tabela 1 a seguir, sendo a evolução detalhada dos quantitativos dos quatro primeiros itens apresentada nos gráficos da Figura 2.

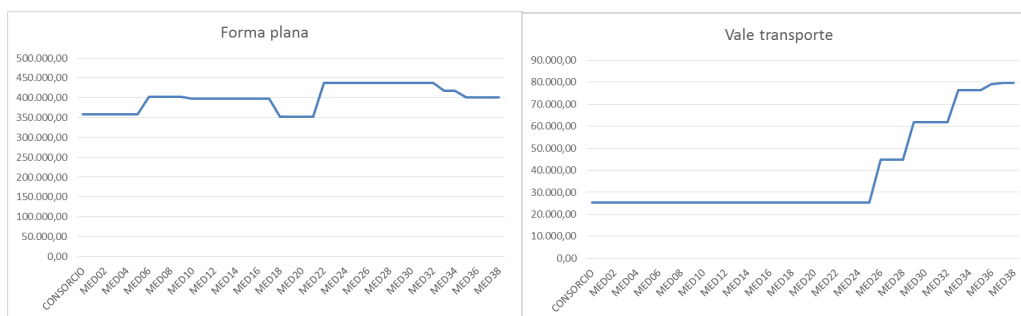
Descrição dos serviços	Unidade	Preço Unitário Contrato	Preço Unitário TCDF	Sobrepreço Unitário (%)	Aumento (%)
ARMADURA DE AÇO PARA ESTRUTURAS EM GERAL, CA-50, DIÂMETRO 16,0 MM, CORTE E DOBRA NA OBRA	KG	6,46	3,95	63,5%	63,3%
FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE CONCRETO DE ALTO DESEMPENHO ( CAD ) FCK=40 MPA	M3	583,56	495,04	17,9%	34,7%
FORNECIMENTO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMA PLANA APARENTE CHAPA DE COMPENSADO PLASTIFICADO DE 18MM COM 3 REAPROVEITAMENTOS	M2	90,24	45,56	98,1%	11,8%
VALE TRANSPORTE	HXMÊS	312,00	199,63	56,3%	215,9%
TRANSPORTE DO MATERIAL ESCAVADO ATÉ O BOTA FORA DMT 15 KM INCLUSE ESPALHAMENTO DO MATERIAL	M3	19,95	7,91	152,2%	17,9%
FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE CONCRETO FCK=20 MPA , CONVENCIONAL, LANÇAMENTO DIRETO	M3	358,87	340,16	5,5%	8,3%
FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE CONCRETO FCK=25 MPA	M3	466,31	449,77	3,7%	20,3%
FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE CONCRETO DE ALTO DESEMPENHO ( CAD ) FCK=60 MPA	M3	627,39	512,89	22,3%	24,7%
DEMOLIÇÃO DE CONCRETO ARMADO	M3	265,84	68,06	290,6%	168,7%
CABO ISOLADO EM EPR SEÇÃO 95,00 MM <sup>2</sup> - 0,6/1 KV - 90°C - FLEXÍVEL	M	44,98	40,80	10,2%	8.005,5%

Fonte: TCDF-Relatório de Auditoria n°. 01/2017 - NFO

Tabela 1 - Serviços contratuais cujos quantitativos aumentaram



<sup>3</sup> Os relatórios finais de auditoria constantes desses processos estão disponíveis para consulta no <https://www.tc.df.gov.br/4-consultas/consultas/>.



Fonte: TCDF-Relatório de Auditoria n°. 01/2017 - NFO

Figura 2 - Variação dos quantitativos de alguns serviços contratuais com sobrepreço

Quantitativos de serviços significativos para obras dessa natureza, como os indicados nos gráficos anteriormente apresentados, aumentaram mais de 50% pela intervenção dos aditivos, como é o caso do aço, do vale transporte, do transporte de material escavado, da demolição de concreto armado e do cabo isolado em EPR, sendo que esse último item teve seus quantitativos aumentados oitenta vezes.

Além disso, as modificações contratuais também promoveram a inclusão de serviços com sobrepreço. A Tabela 2 a seguir apresenta os serviços inseridos por meio de aditivos para os quais foram apontados sobrepreços nas análises do TCDF:

Descrição dos serviços	Unidade	Preço Unitário Contrato	Preço Unitário TCDF	Sobrepreço Unitário (%)	Aumento (%)
CABO ISOLADO EM EPR SEÇÃO 240 MM <sup>2</sup> - 0,6/1,0 KV - 90°C - FLEXÍVEL, CLASSE 5	M	132,30	90,32	46,5%	48,7%
CIMBRAMENTO EM TRELIÇAS METÁLICAS, APOIADAS EM CONSOLES METÁLICOS, PARA O ANEL DE COMPRESSÃO, INCLUSO MONTAGEM E DESMONTAGEM	M3	443,83	401,49	10,5%	0,0%
FABRICAÇÃO DE PRÉ-MOLDADOS	M3	2.810,21	1.350,05	108,2%	36,8%
PISO CONCRETO POLIDO FOSCO ESPESSURA 7CM ARMADO, CONCRETO 25MPA, SOBRE ESTRUTURA DE CONCRETO - CAPEAMENTO	M2	67,13	51,93	29,3%	11,9%

Fonte: TCDF-Relatório de Auditoria n°. 01/2017 - NFO

Tabela 2 - Serviços novos com sobrepreço

Foram inseridos serviços com sobrepreço entre 10% e 108%, cujos valores totais são significativos o suficiente para que os mesmos estejam na porção A da Curva ABC. Não obstante a inserção de serviços novos com sobrepreço, três dos quatro itens indicados ainda tiveram seus quantitativos aumentados entre 11% e 48%.

Também foram alterados os custos de serviços por aditivos. A Fonte: TCDF-Relatório de Auditoria n°. 01/2017 - NFO

Tabela 3 apresenta os serviços mais significativos que tiveram seus valores alterados durante a execução contratual:

Descrição dos serviços	Unidade	Preço Unitário Contrato	Preço Unitário Novo	Preço Unitário TCDF	Sobrepreço Unitário (%)
MOBILIZAÇÃO	UN	5.721.220,00	10.171.101,63	524.145,38	1.840,5%
DESMOBILIZAÇÃO INCLUSIVE LIMPEZA FINAL DA OBRA PARA ENTREGA	UN	2.929.821,00	5.485.904,64	304.796,53	1.699,9%

Fonte: TCDF-Relatório de Auditoria n°. 01/2017 - NFO

Tabela 3 - Serviços contratuais com custos majorados

Há um sobrepreço relevante nos serviços de mobilização, de mais de dezenove vezes o valor considerado razoável, e de desmobilização, de quase dezoito vezes, conforme análises mais específicas do Processo n° 30.101/2010. Mesmo para o valor inicialmente contratado, havia sobrepreço de quase dez vezes o valor apurado.

Se não bastasse a inclusão e o aumento de quantitativos de serviços com sobrepreço, bem como

o próprio aumento do preço de itens relevantes, ainda foi suprimido dos aditivos contratuais o desconto proporcional oferecido pela vencedora da licitação em relação ao valor do orçamento de referência.

Considerando a jurisprudência do TCU, mais especificamente o Acórdão TCU 349/2014, já se poderia indicar a existência de “jogo de planilha”, dado que não seria cabível a compensação de eventual subpreço na planilha contratual original com sobrepreços verificados em aditivos. De acordo com esse acórdão, como já destacado, não se pode permitir a redução da vantagem inicial da avença e, portanto, a alteração do equilíbrio econômico-financeiro em desfavor da Administração<sup>4</sup>.

Caracterizado o “jogo de planilha”, adotando-se para tal o método tradicional, parte-se, na sequência, para apresentar a indicação dessa irregularidade por meio da aplicação da Lei de Benford.

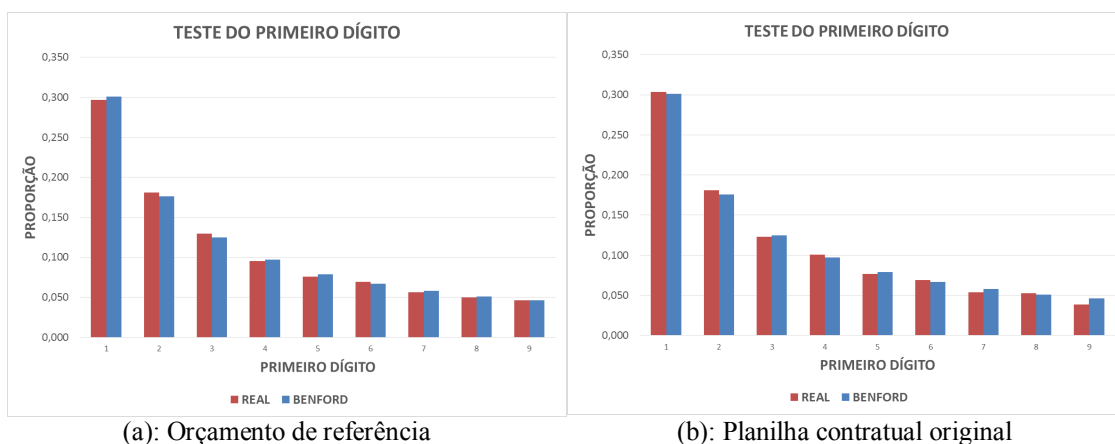
## 2.2. Indicação do jogo de planilha a partir da Lei de Benford

A metodologia utilizada será a definida na Cartilha do Ibraop, elaborada por Cunha, Bugarin e Portugal (2016), que objetiva identificar eventual manipulação de dados nas planilhas orçamentárias antes e depois da realização de aditivos no contrato para a construção do Estádio Nacional de Brasília, manipulações essas que possam indicar a possibilidade de “jogo de planilha”, já apontado no método tradicional.

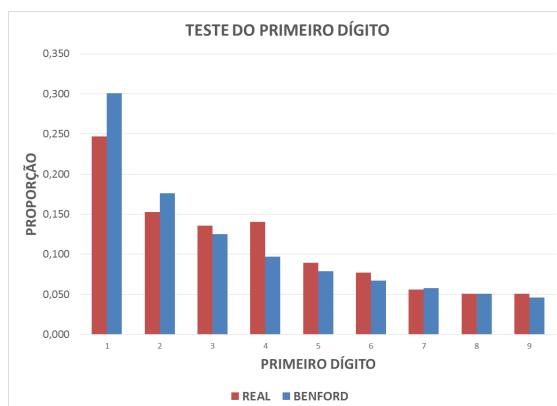
A análise foi realizada nos preços totais dos serviços, resultante do produto de seus quantitativos pelos preços unitários, visto que as alterações contratuais modificaram tanto os preços quanto as quantidades dos itens. Conforme a referida Cartilha do Ibraop, foram aplicados três testes para comprovação da aderência dos dados analisados à Lei de Benford: teste do primeiro dígito, teste dos dois primeiros dígitos e teste da soma, que serão brevemente descritos.

O teste do primeiro dígito atesta se a frequência do primeiro dígito adere à Lei de Benford, indicando quais dígitos não se comportam como o esperado.

Esse teste foi realizado com os dados do orçamento referencial utilizado na licitação, bem como com a planilha contratual original, apresentados nas Figuras 3(a) e 3(b). Em ambos os casos, observa-se que a frequência do primeiro dígito seguiu a Lei de Benford, o que indica conformidade aproximada segundo a classificação de Nigrini (Özer e Babacan, 2013) para o teste estatístico da média dos desvios absolutos. A Figura 3(c) apresenta a distribuição de frequência do primeiro dígito do orçamento do Estádio Nacional de Brasília após as modificações realizadas pelos aditivos. Observa-se que os dígitos 1 e 2 apresentam frequências menores que as estabelecidas pela Lei de Benford, ao passo que os de 3 a 6 apresentam suas frequências maiores que as esperadas.



<sup>4</sup> O TCDF, por meio das Decisões nº 2.974/2017, 4.463/2017 e 4.943/2017, determinou a apuração de prejuízos da ordem de R\$ 67 milhões, R\$ 291 milhões e R\$ 106 milhões, respectivamente, nos Processos nº 30.101/2010, 16.469/2012 e nº 29.565/2013, decorrentes de superfaturamento na obra de construção do Estádio Nacional de Brasília.



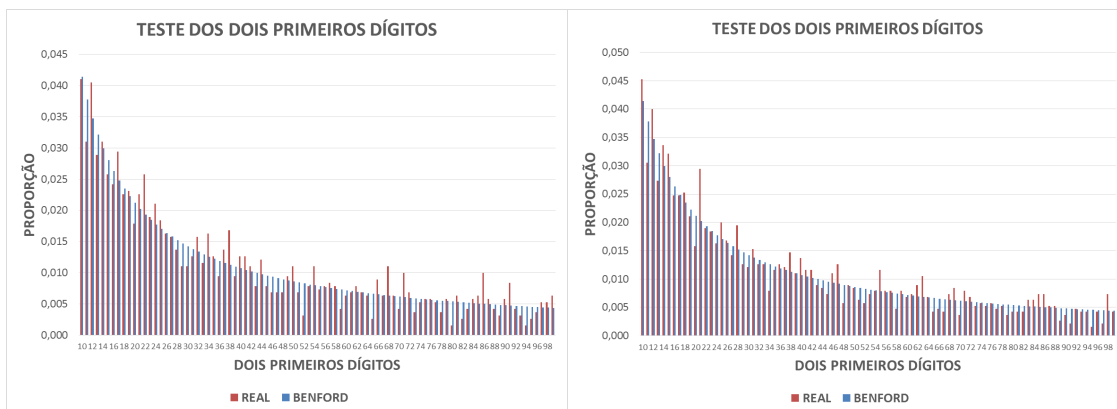
(c): Planilha após aditivos

Fonte: TCDF-Relatório de Auditoria nº. 01/2017-NFO

Figura 3 - Frequências dos primeiros dígitos:

(a): no orçamento de referência; (b) na planilha contratual original; (c) na planilha após os aditivos

Tendo em vista a aplicação do teste do primeiro dígito, conclui-se pela provável ocorrência de manipulação dos dados após os aditivos (Figura 3(c)), amparada pela aderência à Lei de Benford na avaliação dos dados do orçamento de referência (Figura 3(a)) e da planilha contratual vencedora original (Figura 3(b)).



(a): Orçamento de referência

(b): Planilha contratual original

Fonte: TCDF-Relatório de Auditoria nº. 01/2017 - NFO

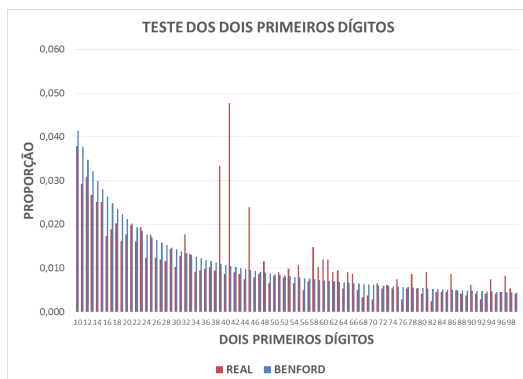
Figura 4 - Frequências dos dois primeiros dígitos: (a) no orçamento de referência e (b) na planilha contratual original.

O teste dos dois primeiros dígitos tem o mesmo propósito do primeiro teste, com a diferença de que são testadas as frequências das categorias dos dois primeiros dígitos.

A aplicação do teste também foi realizada para os dados do orçamento licitado e da planilha contratual original, Figuras 4(a) e 4(b), o que mostra que os valores originais possuem comportamento bem aproximado ao esperado.

A Figura 5 a seguir apresenta os dados desse teste após os aditivos. De forma semelhante ao teste do primeiro dígito, pode-se observar a ocorrência de categorias de dois dígitos a partir do 32 que apresentam frequência bem superior ao esperado para dados que não sofreram manipulação enquanto os demais apresentam frequências menores que o esperado, mais uma vez indicando a ocorrência de “jogo de planilha”.



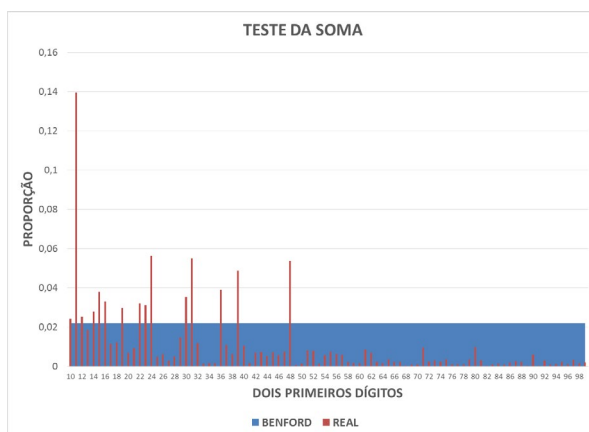


Fonte: TCDF-Relatório de Auditoria n°. 01/2017 - NFO

Figura 5 - Frequências dos dois primeiros dígitos após os aditivos

No teste da soma, quando são testados os valores totais dos serviços de uma planilha não manipulada, verifica-se que o somatório dos itens dentro de cada categoria de dois primeiros dígitos possui, aproximadamente, a mesma proporção em relação ao valor total do orçamento. Como existem 90 categorias de dois primeiros dígitos, do 10 ao 99, cada categoria teria que representar 1/90 do valor total, o que resultaria em 0,011. Todavia, dados reais raramente se conformam a tal padrão, conforme destacado na Cartilha do Ibraop. No entanto, o resultado desse teste comparado com o dos dois primeiros dígitos confronta o volume de dados contidos em cada grupo com a soma de seus valores, o que corresponde a verificar a materialidade e a relevância de cada grupo.

A Figura 6 apresenta o resultado gráfico desse teste, em que as categorias de dígitos acima da referência de Benford merecem maior atenção por possuírem maior materialidade que os demais. Foi adotado o critério de um valor acima de 100% de aumento com relação ao esperado, ou seja, um percentual de 0,022 do custo total.



Fonte: TCDF-Relatório de Auditoria n°. 01/2017 - NFO

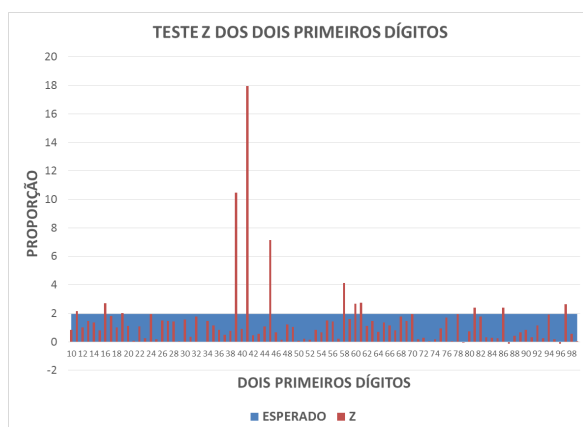
Figura 6 - Teste da soma após os aditivos

Também são aplicados testes estatísticos aos resultados dos testes anteriores, previstos na Cartilha do Ibraop, à exceção do teste da soma, para se comprovar a conformidade da distribuição à Lei de Benford. Os testes aplicados são: Teste Z, Qui-quadrado e Média dos Desvios Absolutos (MDA), que serão brevemente explanados.

Os três testes mencionados são baseados nos padrões dos dígitos dos valores em um banco de dados em que as proporções reais e esperadas são comparadas entre si.

O teste Z mostra se a proporção real de um dígito específico desvia de forma significativa da proporção esperada. Para esse teste, foi utilizado um nível de significância de 5%, indicado por Nigrini (Özer e Babacan, 2013). As categorias de dois primeiros dígitos indicadas por este teste, por estarem fora da proporção esperada, são utilizadas para selecionar os serviços que merecem maior

atenção. A Figura 7, a seguir, apresenta o resultado desse teste:



Fonte: TCDF-Relatório de Auditoria n.º. 01/2017 - NFO

Figura 7 - Teste Z dos dois primeiros dígitos após os aditivos

O Teste Qui-quadrado compara um conjunto de dados reais com um conjunto de resultados esperados, em que a hipótese nula é a de que os dígitos de uma distribuição se conformam com a Lei de Benford. O resultado calculado, para o teste dos dois primeiros dígitos, é comparado a um valor crítico que, para os 89 graus de liberdade e 5% de significância, corresponde a 112,02.

O resultado obtido para o orçamento referencial é de 106,04 e para a planilha contratual original é de 84,30, ambos menores que a referência estabelecida, ao passo que o mesmo teste aplicado ao orçamento após os aditivos apresenta resultado de 652,03, muito superior ao limiar estabelecido, o que comprova que os dados após modificação por aditivos se distanciam da Lei de Benford.

O teste MDA ignora o número de valores testados em sua fórmula, o que o difere dos anteriores e o torna o preferido por Nigrini (Özer e Babacan, 2013) para extensos bancos de dados. Para este teste, o orçamento referencial apresentou conformidade marginal aceitável e a planilha contratual original apresentou conformidade aceitável, enquanto o orçamento após os aditivos foi classificado como não conforme, o que reforça a conclusão já exposta.

A Tabela 4 a seguir apresenta os resultados dos diferentes testes quanto à conformidade à Lei de Benford das três planilhas estudadas: o orçamento de referência, o contrato original e o contrato após os aditivos. Vale observar o resultado curioso de que a planilha original que venceu a concorrência encontra-se em conformidade ainda maior com a Lei de Benford do que o próprio orçamento de referência, o que sugere que a planilha original foi elaborada sem manipulações, tendo a empresa vencedora deixado as manipulações para serem realizadas após a vitória no processo licitatório. A alarmante discrepância no valor calculado para o Teste Qui-quadrado, que pulou de 84,30 (bem abaixo do limiar de referência de 112,02) para 652,03 (bem acima desse limiar), sugere que a ação manipulativa ocorreu após o consórcio vencedor garantir para si a obra, caracterizando, pois, o jogo de planilha.

Planilha	Primeiros dígitos-Teste Z (no. de não conformidade)	Dois primeiros dígitos-Teste Z (no. de não conformidade)	Dois primeiros dígitos-Teste Qui-quadrado (Referência: 112,02)	Dois primeiros dígitos-Teste MDA	Dois primeiros dígitos-Teste Z e da soma (no. de categorias)
Orçamento referência	0	9	106,04 (Conforme)	Conformidade marginal aceitável	15
Contrato original	0	1	84,30 (Conforme)	Conformidade aceitável	10
Após aditivos	4	12	652,03 (Altamente não conforme)	Não-conformidade	23

Fonte: Elaboração própria

Tabela 4 -Evidência de jogo de planilha: análise da conformidade com a Lei de Benford para as planilhas do orçamento de referência, do contrato original e após os aditivos

Após a realização de todos os testes, foram selecionadas as categorias de dois primeiros dígitos cujo teste Z resulta em valores maiores que o limiar de 1,96, com frequência de distribuição maior que a esperada segundo a Lei de Benford, os quais são cotejados com os resultados do teste da soma superiores ao limiar de 0,022, correspondente a duas vezes a proporção de Benford para tal teste.

Como resultado da aplicação da metodologia proposta<sup>5</sup>, foram selecionadas as seguintes categorias de dois primeiros dígitos: 10, 11, 12, 14, 15, 16, 19, 22, 23, 24, 30, 31, 36, 39, 41, 45, 48, 58, 60, 61, 81, 86 e 97, que incluem 30 serviços entre os apontados como contendo preços acima dos de mercado ou quantitativos maiores que os reais pelo TCDF, indicados na Tabela 5.

Ressalta-se, que a categoria de dois primeiros dígitos 39 foi apontada pela metodologia aplicada como a mais crítica por ter sido identificada tanto no teste dos dois primeiros dígitos quanto no teste da soma. Nessa categoria foram identificados cinco serviços apontados pelo TCDF que totalizaram pelo menos R\$ 20,5 milhões de sobrepreço.

Categoria de dois dígitos	Descrição dos serviços
10	MOBILIZAÇÃO
11	ARMADURA DE AÇO PARA ESTRUTURAS EM GERAL, CA-50, DIÂMETRO 16,0 MM, CORTE E DOBRA NA OBRA
11	FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE CONCRETO FCK=25 MPA
12	EXECUÇÃO DE TESTES E COMISSONAMENTO DO SISTEMA DE TELEFONIA
14	EXECUÇÃO DE TESTES E COMISSONAMENTO DO SISTEMA DE CFTV
15	FABRICAÇÃO DE PRÉ-MOLDADOS
15	IMPERMEABILIZAÇÃO DE PAREDE SUJEITA A UMIDADE DE SOLO COM ADITIVO HIDRÓFUGO E TINTA ASFÁLTICA
15	EXECUÇÃO DE TESTES DE COMISSONAMENTO DE TODOS OS QUATRO SISTEMAS DE ENERGIA ININTERRUPTA.
16	ADICIONAL DE MÃO DE OBRA PARA SERVIÇOS NOTURNO DIRETO
16	FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE CONCRETO FCK=20 MPA , CONVENCIONAL, LANÇAMENTO DIRETO
16	TRANSPORTE DO MATERIAL ESCAVADO ATÉ O BOTA FORA DMT 15 KM INCLUSE ESPALHAMENTO DO MATERIAL
16	EXECUÇÃO DE TESTES DE ESTANQUEIDADE COM ELABORAÇÃO DE RELATÓRIO TÉCNICO - ÁGUAS PLUVIAIS DA COBERTURA
16	LABORATÓRIO
19	MÓDULO DE ELASTICIDADE
23	PISO CONCRETO POLIDO FOSCO E= 10CM ARMADO, CONCRETO 25MPA NO TUNEL VIP
24	VALE TRANSPORTE
24	CIMBRAMENTO EM TRELIÇAS METÁLICAS, APOIADAS EM CONSOLES METÁLICOS, PARA O ANEL DE COMPRESSÃO, INCLUSO MONTAGEM E DESMONTAGEM
24	PISO CONCRETO POLIDO FOSCO ESPESSURA 10CM, CONCRETO 25MPA SOBRE TERRENO COMPACTADO - CIRCULAÇÃO NO 3ºSS E 1ºSS
30	FORNECIMENTO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE CONTRAVENTAMENTO METÁLICO
30	FORNECIMENTO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMA CURVA APARENTE DE COMPENSADO PLASTIFICADO DE 18 MM COM 3 REAPROVEITAMENTOS
31	CABO ISOLADO EM EPR SEÇÃO 240 MM² - 0,6/1,0 KV- 90°C - FLEXÍVEL, CLASSE 5
31	MONTAGEM DAS GRUAS
36	FORNECIMENTO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMA PLANA APARENTE CHAPA DE COMPENSADO PLASTIFICADO DE 18MM COM 3 REAPROVEITAMENTOS
39	CIMBRAMENTO PARA PONTE OU VIADUTO, EDIFICAÇÃO CIVIL E INDUSTRIAL, INCLUSO MONTAGEM E DESMONTAGEM
39	DEMOLIÇÃO DE CONCRETO ARMADO
39	CABO DE COBRE DE 185,0 MM², ISOLAMENTO 8,7/15 KV - ISOLAÇÃO EPR 90°C
39	EXECUÇÃO DE TESTES DE ESTANQUEIDADE COM ELABORAÇÃO DE RELATÓRIO TÉCNICO - ESGOTO
39	FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE AÇO CP- 177RB 15,7MM S/ CERA E S/ ENCAPAMENTO DE PEAD
45	EXECUÇÃO DE TIRANTES INCLUSIVE PERFURAÇÃO, MONTAGEM, INSTALAÇÃO, PROTENÇÃO E ENSAIOS
48	FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE CONCRETO DE ALTO DESEMPENHO ( CAD ) FCK=40 MPA

Fonte: TCDF-Relatório de Auditoria n°. 01/2017 - NFO

Tabela 5 - Serviços indicados pela metodologia baseada na Lei de Benford que foram apontados como contendo preços acima dos de mercado ou quantitativos maiores que os reais

<sup>5</sup> As tabelas com os dados referentes a todos os testes estão disponíveis com os autores do trabalho.

### 3. CONCLUSÃO

O algoritmo baseado na Lei de Benford proposto em Cunha, Bugarin e Portugal (2016) indicou categorias de dígitos com maior probabilidade de manipulação na planilha final da obra do Estádio Nacional de Brasília. Quando se confrontam os grupos com maior probabilidade de ocorrência de manipulação na obra do Estádio Nacional de Brasília com os serviços apontados como contendo superfaturamento pelo TCDF, mostra-se que, tanto a metodologia tradicional de utilização da Curva ABC para a seleção da amostra de serviços que representa mais de 80% do orçamento da obra, quanto a utilização da Lei de Benford indicam, em sua maioria, os mesmos serviços para análise aprofundada da auditoria no caso concreto. Dessa forma, esse trabalho demonstrou que o algoritmo baseado na Lei de Benford previsto na Cartilha do Ibraop pode ser também utilizado para apurar a ocorrência de “jogo de planilha”, como excelente ferramenta de otimização dos trabalhos de auditoria.

Naturalmente, é importante ressaltar que nem a metodologia tradicional nem a nova metodologia são peremptórias na indicação dos serviços com fraude. Esse apontamento decorre da análise detida de cada serviço, como realizado previamente pelo TCDF, o que viabiliza a conclusão sobre a existência de “jogo de planilha”.

Feita essa ressalva, percebe-se no presente estudo que um método reforçou o outro ao indicarem a manipulação da planilha da obra após a realização dos aditivos, quebrando a equação econômico-financeira e confirmando o “jogo de planilha” na obra de construção do Estádio Nacional de Brasília.

Existem vários argumentos para a utilização da metodologia baseada na Lei de Benford. Do ponto de vista prático, como já destacado pela cartilha, está a possibilidade de não serem agregados serviços de mesma natureza, não demandando um trabalho prévio na extensa planilha de obras dessa natureza. Do ponto de vista teórico, a possibilidade de aplicação prévia de uma metodologia baseada em uma regularidade estatística universal permite uma seleção objetiva de um número reduzido de itens a serem auditados com maior possibilidade estatística de manipulação. O confronto entre a metodologia tradicional e a metodologia baseada na Lei de Benford dá maior segurança à evidência encontrada de manipulação do tipo “jogo de planilha” ao longo da execução da obra pública, o que reforça a importância do acompanhamento de cada uma das alterações contratuais.

Como natural extensão da análise aqui desenvolvida, surge a proposta de se avaliar, por meio da metodologia estatística oferecida em Cunha, Bugarin e Portugal (2016), como evolui a evidência de “jogo de planilha” ao longo dos diferentes aditivos ao contrato original, classificando, por meio do teste do Qui-quadrado, por exemplo, a evolução de tal indicativo.

### Bibliografia

Acórdãos TCU 1.090/2001-Plenário, 467/2015-Plenário, 1.153/2015-1ª Câmara e 349/2014-Plenário, disponível em <https://contas.tcu.gov.br/pesquisaJurisprudencia/#/>. Acesso em 23 set. 2018.

BENFORD, F. *The law of anomalous numbers*. Proceedings of the American Philosophical Society 78 (4), 1938, p. 551-572.

BUGARIN, M. S. e CUNHA, F. C. *A didactic note on the use of Benford's Law in public works auditing, with an application to the construction of Brazilian Amazon Arena 2014 World Cup soccer stadium*. Economia (Yokohama) 66 (1): 23-55, 2015.

\_\_\_\_\_. Lei de Benford aplicada à auditoria da reforma do Aeroporto Internacional de Minas Gerais. Revista do Serviço Público, v. 68, n. 4, p. 915-940, out/dez 2017.

CAFÉ, R. M. e BUGARIN, M. Uma proposta metodológica para a auditoria de obras públicas no Distrito Federal. Texto para Discussão no. 30/agosto de 2017. Disponível em: <http://www.codeplan.df.gov.br/wp->

content/uploads/2018/02/TD\_30\_Uma\_Proposta\_Metodol%C3%B3gica\_para\_Auditoria\_em\_Obras\_P%C3%BAblicas\_no\_DF.pdf.

CUNHA, F. C. e BUGARIN, M. S. *Lei de Benford para a Auditoria de Obras Públicas: Análise de Sobrepreço na Construção da Arena da Amazônia*. Boletim de Licitações e Contratos (BLC/NDJ), 28(8): 841-857, 2015.

CUNHA, F. C. e BUGARIN, M. S. *Benford's Law for audit of public works: an analysis of overpricing in Maracanã soccer arena's renovation*. Economic Bulletin, v. 35, p. 1168-1176, 2015.

CUNHA, F. C., BUGARIN, M. S. e PORTUGAL, A. C. Seleção de amostra de auditoria de obras públicas pela lei de Benford: versão estendida. São Paulo: IBRAOP, 2016. Disponível em: <http://www.ibraop.org.br/Publicacoes/CartilhaBenford/Cartilha/assets/basic-html/page-1.html#>. Acesso em 23 set. 2018.

FILHO, R. N. A. Fraude em licitações e a Lei de Benford: aplicação em perícias de engenharia civil da PF. In: Seminário de Perícias de Engenharia da Polícia Federal, 8, 2016, Maceió. Anais... Maceió, 2016.

Decisões TCDF nº 738/2015, 2.344/2014, 2.974/2017, 4.463/2017 e 4.943/2017. Disponível em: <https://www.tc.df.gov.br/4-consultas/consultas/>. Acesso em 23 set. 2018.

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. *Benford's Law: Applications for Forensic Accounting, Auditing, and Fraud Detection*. Wiley.com, 2012.

TCDF-RELATÓRIO FINAL DE AUDITORIA Nº. 01/2017 – NFO, constante do Processo nº 26 29.565/2013, que pode ser consultado em <https://www.tc.df.gov.br/4-consultas/consultas/>. Acesso em 23 set. 2018.

ÖZER, G.; BABACAN, B. *Benford's Law and Digital Analysis: Application on Turkish Banking Sector*. Business and Economics Research Journal, v. 4(1), p. 1-29, 2013.