

ÁREA TEMÁTICA 6 FIN: FINANÇAS

TÍTULO:

**ANÁLISE CONTABILOMÉTRICA DAS COMPRAS PÚBLICAS DE MATERIAIS
COMUNS DO RIO DE JANEIRO DURANTE A PANDEMIA DE COVID-19**

RESUMO:

Este artigo utiliza a Lei de Newcomb-Benford, para analisar valores de licitações originadas de Pregões Eletrônicos do Estado do Rio de Janeiro, ocorridos durante o período excepcional que demandou a adoção de medidas emergenciais para o enfrentamento da pandemia do Covid-19. Como base para o estudo, foram analisados os pregões eletrônicos de compras de materiais homologados por diversas organizações federais, estaduais e municipais localizadas no Estado do Rio de Janeiro, entre 2020 e 2021, e que receberam repasses financeiros para ajuda ao combate do coronavírus, totalizando 1.186 aquisições, em 153 pregões eletrônicos. O objetivo da pesquisa foi analisar a conformidade dos Pregões Eletrônicos à luz da Lei-NB, de modo a identificar se as compras possuem anomalias ou indícios de fraude. Pode-se afirmar que houve anomalia na análise do primeiro dígito e segundo dígito, havendo indícios estatisticamente significantes de ocorrência de fraude nos Pregões Eletrônicos na amostra avaliada. Consta-se também que os Pregões com primeiro dígito 7 e os segundos dígitos 7 e 9 são os que apresentaram o X^2 mais elevado, fortalecendo a hipótese de que esses representam os pregões com maior probabilidade de desvios, a ser testada em estudos futuros. Uma breve contextualização de como o Brasil e outros países se comportam em suas aquisições públicas ajudará a entender a dinâmica das compras, o conhecimento das dimensões do Triângulo, Diamante e Pentágono da Fraude que facilita a compreensão do pensamento fraudador e a aplicabilidade do modelo contábilométrico utilizando os primeiros dígitos da Lei de Benford pode identificar indícios de fraudes, má gestão de recursos públicos ou anomalias, além de facilitar à tomada de decisão pelo gestor público.

Palavras-chave: Compras Públicas, Fraudes, Lei de Benford, Pregão Eletrônico

ABSTRACT:

This article uses the Newcomb-Benford Law, to analyze the values of bids originating from Electronic Bidding in the State of Rio de Janeiro, which occurred during the exceptional period that demanded the adoption of emergency measures to face the Covid-19 pandemic. As a basis for the study, electronic bidding for the purchase of materials approved by several federal, state and municipal organizations located in the State of Rio de Janeiro, between 2020 and 2021, which received financial transfers to help fight the coronavirus, were analyzed. 1,186 acquisitions, in 153 electronic auctions. The objective of the research was to analyze the conformity of the Electronic Bidding in the light of the Law-NB, in order to identify if the purchases have anomalies or indications of fraud. It can be said that there was an anomaly in the analysis of the first and second digits, with statistically significant evidence of the occurrence of fraud in the Electronic Bidding in the evaluated sample. It is also noted that the trading sessions with the first digit 7 and the second digits 7 and 9 are the ones with the highest X^2 , strengthening the hypothesis that these represent the trading sessions with the highest probability of deviations, to be tested in future studies. A brief contextualization of how Brazil and other countries behave in their public acquisitions will help to understand the dynamics of purchases, knowledge of the dimensions of the Triangle, Diamond and Pentagon of Fraud facilitates the understanding of fraudulent thinking and the applicability of the accounting model using the first digits of the Benford Law, it can identify signs of fraud, mismanagement of public resources or anomalies, in addition to facilitating decision making by the public manager.

Keywords: Benford's Law, Electronic Bidding, Fraud, Public Procurement

1. INTRODUÇÃO

A corrupção ainda é um dos maiores obstáculos ao desenvolvimento econômico e social no Brasil. Com 35 pontos, o país segue estagnado, com sua menor pontuação no índice de Percepção de Corrupção (IPC), desde 2012 (Transparência Internacional, 2020). Em 2021, foi divulgado pela Transparência Internacional (2021) o relatório do IPC do ano de 2020, onde o Brasil atingiu a pontuação de 38 pontos em 2020, três pontos a mais do que o ano de 2019, ficando dentro da margem de erro da pesquisa (4,1 pontos para mais ou para menos). Isto significa que a percepção da corrupção no Brasil permanece estagnada em patamar muito ruim, abaixo da média dos países que compõe os BRICS, OCDE e G20 (Transparência Internacional, 2021).

Entre os anos de 2018 e 2020, em pesquisa realizada no Portal de Compras Públicas do governo federal, os gastos do governo federal em compras públicas, aqui incluídas as compras de materiais em geral e contratações de serviços comuns, chegou a um total de R\$ 287.841.221.493,23, quantia vultosa de recursos públicos. Silva e Barki (2012) estimam que parcela significativa do Produto Interno Bruto (PIB), entre 10% e 15%, seja oriunda de compras públicas. Kajimbwa (2018) considera a contratação pública uma das principais funções do governo, e as autoridades públicas são os principais compradores em muitos setores, tais como: energia, transporte, gestão de resíduos, proteção social e prestação de serviços de saúde, e educação.

Neto e Junior (2020) dizem que o Estado também faz compras, só que para isso cumpre um ritual legal que visa proteger o patrimônio da União e oferecer oportunidades iguais aos interessados. Motta (2010) acrescenta que o conhecimento da dinâmica das aquisições via processo licitatório ordinário não esgota a discussão das compras públicas federais. A exigência legal de um procedimento licitatório objetiva superar o risco de escolhas impróprias e escusas, desvirtuadas do interesse coletivo, assegurando a supremacia e a indisponibilidade do interesse público (Remedio e Maganin, 2018).

O Tribunal de Contas da União ressalta que a atitude mais eficiente e proativa de preservar os recursos públicos é prevenir que sejam desviados dos seus propósitos TCU (2017). Em geral, devido ao melhor custo-benefício, medidas preventivas devem ser adotadas para evitar o risco de fraude e corrupção, reduzindo as chances do seu cometimento. Neto e Junior (2020) chamam a atenção que mais de 61% das compras governamentais federais, dispensou ou inexigiu uma licitação. Neste cenário da impossibilidade ou inviabilidade de um certame licitatório que dispense ou não exija a competição entre fornecedores, deve trazer muita cautela, já que a contratação direta com má-fé pode repercutir em fraudes e corrupção.

Para Junior, Proenças e Duenhas (2019), mesmo diante da complexidade para a execução de compras públicas frente ao nosso ordenamento jurídico, não desconsideradas as limitações operacionais da Administração, os gestores devem buscar soluções para os *gaps* presentes nos processos de aquisição. Diversos alertas já foram dados pelo TCU (2018), dentre os quais destaca-se que o risco de fraude e corrupção é reduzido se a organização conhece bem os terceiros com quem ela está lidando, especialmente nas compras mais significantes, em que o risco de recebimento de propina e comissões secretas é alto.

A contratação pública é uma área de alto risco para fraude (corrupção), principalmente nas instituições do governo (Rustiarini, Nurkholis e Andayani, 2019). Sendo assim, o artigo mostra como os elementos que compõe o famoso triângulo da fraude evoluíram ao longo dos anos, perpassando pelo diamante da fraude, de Wolfe e Hermanson (2004), e chegando até o pentágono da fraude, de Santos (2016).

Atualmente, estudos que abordam as licitações públicas têm o enfoque em celeridade na entrega e redução dos preços (Reis e Cabral, 2018), eficiência, eficácia, prazos de confecção de processos licitatórios e prazos de entrega por fornecedores. Alguns outros estão relacionados às fraudes, desvios, corrupção e conformidade dos pregões eletrônicos (Sampaio e Figueiredo, 2019). Porém, não foi encontrada nenhuma literatura que tratou sobre compras públicas que ocorreram durante a pandemia de Covid-19. Deste modo, o artigo visa analisar sob a luz da Lei de Newcomb-Benford se existem indícios de fraudes, anomalias ou má gestão dos recursos transferidos pelo governo federal, nos pregões eletrônicos realizados para aquisições de materiais comuns, durante o enfrentamento da pandemia do Covid-19 entre 2020 e 2021.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Compras Públicas deficientes e o risco de fraudes no Brasil

Análises realizadas por Patrucco, Luzzini e Ronchi (2017) confirmaram que a contratação pública está atraindo cada vez mais a atenção de estudiosos de todo o mundo, com potencial para se tornar um verdadeiro tópico “*hot spot*” para pesquisas futuras como resultado de seus fundamentos e implicações práticas. De modo geral, Pinto (2020) percebe que os governos têm sido submetidos às restrições orçamentárias e pressões fiscais, por um lado, e a sociedade, por outro, vem exigindo cada vez mais transparência nas ações governamentais e fazendo demandas crescentes por serviços públicos mais complexos e de qualidade.

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

Em 2019, a Controladoria Geral da União (CGU) promoveu iniciativas importantes para a prevenção, detecção e combate à corrupção. Para consolidar as ações preventivas, algumas medidas foram tomadas com relação ao desenvolvimento das Ouvidorias e Corregedorias, nos âmbitos federal, estadual e municipal. Somado a isso, houve também esforços para se garantir a proteção aos *whistleblowers* (“denunciadores de irregularidades”) e para o maior desenvolvimento de plataformas digitais, como o Fala.BR, possibilitando uma resposta mais efetiva para as denúncias de corrupção. Além disso, a CGU ofereceu programas de fortalecimento de capacidades, com o intuito de promover a integridade nos setores público e privado. Visando aumentar sua capacidade de detectar a corrupção, a agência aprimorou o seu sistema de avaliação de licitações e sua ferramenta de análise de risco para parcerias que envolverem outras esferas do governo (Transparência Internacional, 2020).

Para Pinto (2020) o pregão eletrônico tem sido cada vez mais utilizado, não só por essa possibilidade de maior participação, mas também pela evolução continuada das TIC, trazendo maior economia, eficiência, agilidade e transparência aos processos licitatórios. Para Fortini e Motta (2016), em princípio, no pregão, em especial na modelagem eletrônica, o risco que advém da individualização do poder é

compensado pela transparência do processo e pelo fato de que está a se decidir com base em elemento objetivo, qual seja, o menor preço. No pregão eletrônico, franqueiam-se ainda mais as portas da administração aos interessados, facilitando a participação que se dá sem deslocamento físico, medida que também auxilia o combate à corrupção.

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

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

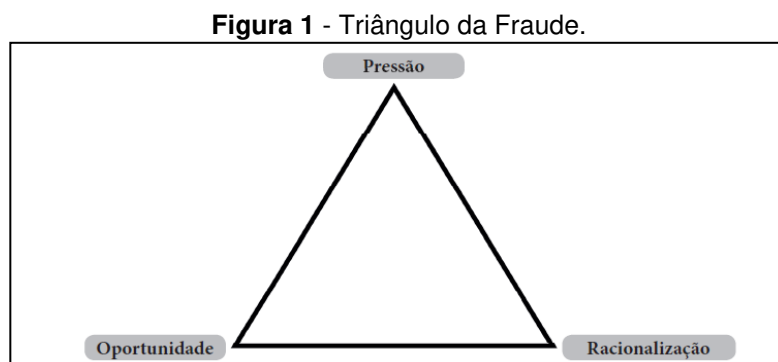
Uma grande unanimidade em compras governamentais é a existência de mecanismos que possam garantir transparência nos processos, controle social e combate à corrupção, pois só assim serão criadas as condições para alcance de resultados máximos (Tridapalli, Fernandes e Machado, 2011). Mesmo assim, as estratégias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

2.2 Do Triângulo ao Pentágono das Fraudes

Um dos alunos mais brilhantes de Sutherland, Donald R. Cressey estudou na Universidade de Indiana durante os anos de 1940 (Wells, 2011). Em 1950, por meio de seu artigo denominado “*The Criminal Violation of Financial Trust*”, Cressey (1950) apresentou elementos observados em 200 casos de violação de confiança, de fraude, que hoje são popularmente conhecidos como o Triângulo da Fraude (Lima, 2019). Nessa instituição de ensino, cursou o doutorado em criminologia e interessou-se pelo comportamento de fraudadores (Machado e Gartner, 2018). Cressey (1953), de posse dos resultados da pesquisa, formulou a hipótese final do Triângulo das Fraudes. O pressuposto desta hipótese é que:

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

A figura 1 mostra que a hipótese de Cressey (1953) contempla três dimensões do comportamento fraudulento do indivíduo: a pressão, a oportunidade e a racionalização.



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

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

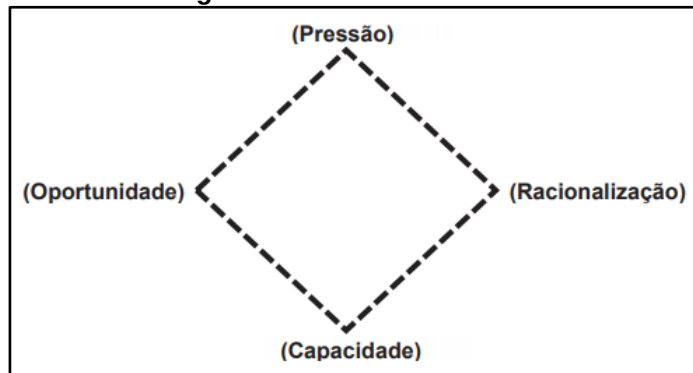
Na oportunidade, se pressupõe que os fraudadores já possuem o conhecimento e tiveram a chance para cometer a fraude. De acordo com Coenen (2008) a oportunidade de cometer fraude inclui o acesso a ativos, pessoas, informações e sistemas de computador, que permitem ao indivíduo não apenas cometer a fraude, mas também ocultá-la. Para evitar isso, é muito importante limitar o acesso dos funcionários apenas aos que ele necessite para o bom desempenho da sua função.

Cressey (1953) apontou que a racionalização não é um meio de justificar um furto já ocorrido. A racionalização é um componente necessário do crime antes dele acontecer. Na verdade, é a parte da motivação do crime (Sujeewa *et al.* 2018). Cressey (1953) percebeu que os fraudadores racionalizam sua conduta de violação da confiança como comportamento aceitável e justificável pela pretensão de solucionar um dado problema classificado como não compartilhável.

Nesse sentido, destaca-se a hipótese criada por Cressey (1953) que permite analisar o comportamento fraudulento de gestores em corporações por intermédio da análise de três dimensões: pressão, oportunidade e racionalização (Machado e Gartner, 2018). O estudo de Cressey (1953) mostrou que em todos os casos encontrados nas entrevistas, os problemas não compartilhados precedem a violação criminal da confiança financeira. Para o autor, o violador considera várias situações diferentes para produzir problemas que são estruturados como não compartilháveis. Para Machado e Gartner (2018) esses problemas estão relacionados com o status requerido ou com a manutenção do status do comportamento dos infratores.

O conceito de diamante é uma extensão do Triângulo de Fraude, que é a estrutura inicial que explica os determinantes do comportamento fraudulento do indivíduo nas organizações (Rustiarini, Nurkholis e Andayani, 2019). Alguns autores consideram que o triângulo das fraudes não explica totalmente o fenômeno da fraude. Rustiarini, Nurkholis e Andayani (2019) identificaram que fora adicionado ao elemento “Capacidade” ao triângulo, por isso ficou conhecido como o Diamante da Fraude, demonstrado na Figura 2. No entanto, um indivíduo deve ter a capacidade de explorar a oportunidade existente e ocultar a fraude.

Figura 2: Diamante da Fraude.



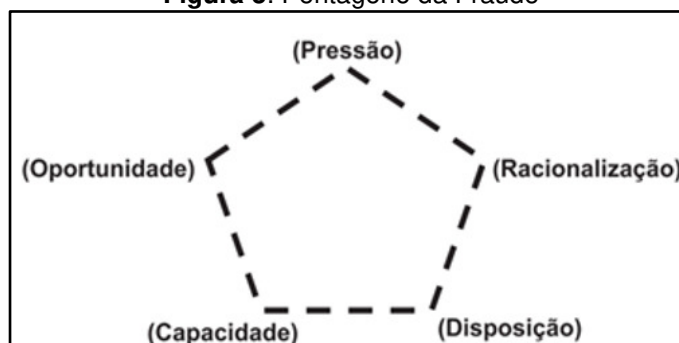
Fonte: Adaptado de Wolfe e Hermanson (2004).

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

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

Durante as entrevistas para aprofundamento do tema, Santos (2016) observou 35 causas que foram organizadas em 15 categorias e correlacionadas com os 5 elementos do Pentágono da Fraude (Figura 3). Além disso, ele percebeu que os elementos se repetiam independentemente do tipo de fraude que havia sido cometida por diferentes pessoas e, que caso as empresas atuassem de forma a mensurar os elementos, casos de fraude poderiam ser mitigados.

Figura 3: Pentágono da Fraude



Fonte: Santos (2016).

Os contratos públicos fraudulentos podem ameaçar a legitimidade e reduzir a confiança pública. Contudo, não é fácil detectar e provar a contratação desta fraude. O governo deveria criar estratégias para coibir quaisquer atividades fraudulentas possíveis (Rustiarini, Nurkholis e Andayani, 2019).

2.3 Lei de Newcomb-Benford

Em 1881, o astrônomo e matemático Simon Newcomb (1835-1909), ao consultar tabelas de logaritmos em bibliotecas, observou que as primeiras páginas eram mais sujas e desgastadas do que as demais, inferindo, então, que elas eram as mais utilizadas. Uma vez que as primeiras páginas continham os números que começavam com dígitos menores, Newcomb constatou que números iniciados com o dígito "1" eram mais consultados do que os começados pelo dígito "2", seguindo uma escala decrescente de uso até o dígito "9". Ou seja, números que iniciavam com dígitos menores apareciam com mais frequência do que os com dígitos maiores (Leoni *et al.*, 2020).

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

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

Tabela 3: Probabilidade de ocorrência do primeiro e segundo dígito

Dígitos	Primeiros Dígitos	Segundos Dígitos
0	0,1197
1	0,3010	0,1139
2	0,1761	0,1088
3	0,1249	0,1043
4	0,0969	0,1003
5	0,0762	0,0967
6	0,0669	0,0934
7	0,0580	0,0904
8	0,0512	0,0876
9	0,0458	0,0850

Fonte: Adaptado de Simon Newcomb (1881).

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

Nigrini (2020) considera os chamados Testes de Primeira Ordem, os testes básicos de dígitos que são compostos pelos Teste dos Primeiros Dígitos, Teste dos Segundos Dígitos e Teste dos Dois Primeiros Dígitos. O Teste do Primeiro Dígito, que o assunto da maior parte das pesquisas teóricas e práticas existentes na literatura, é um teste de razoabilidade considerado pelo autor de alto nível, tornando-o de muita utilidade. Este teste identifica a frequência com que os números de 1 a 9 se repetem nos primeiros dígitos em cada entrada de itens e/ou valores de sua base de dados.

Cunha (2013) aponta que por ser um teste de visão macro, não identifica certas anomalias nos dados, o que torna difícil se certificar de que existe uma boa aderência à Lei NB. Por trazer grandes amostras a serem auditadas, torna-se inviável uma investigação mais minuciosa do auditor. Ele pode ser útil em bancos de dados com poucos itens. A regra geral é que um fraco ajuste para Benford é um sinal de que o conjunto de dados contém duplicações anormais e anomalias. Em um aplicativo de detecção de fraude, os primeiros dígitos são testados e fornecerá amostras de auditoria que são grandes e altamente ineficientes (Nigrini, 2020).

Nigrini (2020) considera o Teste do Segundo Dígito um teste de alto nível de razoabilidade. Por exemplo, para dados de contas a pagar e outros conjuntos de dados onde os preços estão envolvidos, o teste do segundo dígito geralmente mostrará excesso de dígitos 0 e 5, por causa de números redondos (como 75, 100 e 250). O Teste do Segundo Dígito testa as frequências com que os números de 0 a 9 se repetem nos segundos dígitos dos itens de um banco de dados (Cunha, 2013).

3. METODOLOGIA

A fim de responder o problema de pesquisa e alcançar os objetivos propostos pelo estudo, este trabalho foi desenvolvido por meio de uma abordagem quantitativa, pois esta é caracterizada por abordagens dedutivas ao processo de pesquisa com o objetivo de provar, refutar ou dar crédito às teorias existentes (Leavy, 2017), além de utilizar a estratégia metodológica comparativa, visto que a pesquisa comparou as frequências esperadas com as frequências reais dos dados relacionados às compras de materiais comuns, realizadas por pregões eletrônicos no Estado do Rio de Janeiro, durante o período da Pandemia do Covid-19.

Foram analisadas todas as aquisições de materiais comuns, que tinham o repasse financeiro do governo federal para o enfrentamento da pandemia, efetuadas pelo governo do Estado do Rio de Janeiro, excluindo-se da amostra as contratações de serviços comuns e de engenharia, e obras. Para tal, os dados foram coletados de duas bases de dados secundárias, por meio do acesso aos sites: <<https://www.gov.br/compras/pt-br/transparencia/painel-de-compras>>, onde foi feito o *download* dos dados brutos atinentes às compras realizadas durante a pandemia do Covid-19, e do site <<http://compras.dados.gov.br/licitacoes/doc/licitacao>>, onde foram acessados os processos licitatórios eletrônicos individuais, os quais para cada licitação poderá ter inúmeros itens licitados armazenados nessa base de dados.

A escolha da amostra se dá pelo fato de que quase todos os dias são veiculados noticiários com escândalos de corrupção nas diversas mídias de informação, cujo dinheiro que era para ser destinado ao combate ao enfrentamento da pandemia foi desviado ou gasto de maneira irregular, além do fato do Estado do Rio de Janeiro durante a pandemia ter sido o que mais efetuou compras públicas com o recurso do governo federal. Percebe-se que diversos são os Estados do país em que os órgãos de fiscalização já encontraram irregularidades.

De acordo com a base de dados coordenada e atualizada pelo Ministério da Economia, no Estado do Rio de Janeiro, de 01 de março de 2020, período considerado como início da pandemia para a pesquisa, até 31 de abril de 2021, 2.397 contratações públicas (compras ou serviços), cujo valor total de pregões homologados foi de R\$ 4.236.486.272,52. Dentre as opções disponíveis de filtro foram utilizadas as seguintes: modalidade de licitação Pregão Eletrônico e Pregão Eletrônico (SRP); apenas compra de material, neste caso não foram incluídas contratações de serviços; e todas as aquisições estarão baseadas nas Leis nº 8.666/1993 e 13.979/2020, esta última dispõe sobre as medidas para enfrentamento da emergência de saúde pública de importância internacional decorrente do coronavírus.

Após aplicação dos filtros, restaram 320 pregões eletrônicos, dentre os quais 188 são apenas de municípios que compõe o Estado do Rio de Janeiro, e em relação às compras de materiais comuns foram 152 pregões, estes últimos compuseram a amostra do estudo. Cada pregão eletrônico pode conter diversos itens, por exemplo, Pregão nº 01/2020 - contém 252 itens, dentre os quais são equivalentes à 252 aquisições distintas para um mesmo órgão público).

Dos pregões analisados, resultaram em 1.878 itens distintos, sendo que só foi possível o acesso aos valores homologados de 1.186 itens, pois diversos itens haviam sido cancelados antes da disputa de lances ou logo após a fase de julgamento das propostas. Esta é uma pesquisa em andamento sobre a governança nas compras públicas no Brasil, com enfoque nas aquisições públicas durante a pandemia.

Foram utilizados os seguintes testes estatísticos por meio da ferramenta Eviews 10 para poder se avaliar os resultados obtidos com os testes de Benford. Assim, as amostras são submetidas à um conjunto de testes estatísticos propostos por Nigrini (2020), ou seja, estatística Z (Teste-Z), *Qui-Square*, e Desvio Médio Absoluto (DAM) para validar todos adaptados para a Lei de Benford, conforme segue nas equações.

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

Eq. (1)

Onde: PR é igual à proporção real, PE é igual à proporção esperada e n é o número de dados. O termo (1/2n) é um fator de correção estatístico utilizado quando somente quando inferior ao primeiro termo do numerador. Já o limite do teste z é definido segundo a equação 2.

$$Limite_{\pm} = PE \pm \left(1,96 \sqrt{\frac{PE(1 - PE)}{n}} \right) \pm \frac{1}{2n}$$

Eq.(2)

Já o teste qui-quadrado é definido segundo a equação 3:

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

Eq. (3)

Onde: CR e CE representam, respectivamente, a contagem real e esperada dos dígitos. Dado um nível de significância de 5%, e considerando que k é cada categoria (variando de 9 a 10 dígitos, de acordo com o caso), 9 resulta em 8 graus de liberdade e em um valor crítico de 15,51.

O teste Kolmogorov-Smirnov é baseado na diferença entre a soma cumulativa das proporções reais e a soma cumulativa das proporções esperadas. Após o cálculo das diferenças acumuladas para cada dígito, elege-se o maior valor dessa diferença – denominado supremo em estatística – e se o compara a um valor crítico, determinado por um nível de significância determinado (no caso, 5%). O valor crítico deste teste é representado segundo a equação 4.

$$KS \text{ crítico} = \frac{1,36}{\sqrt{n}}$$

Eq. (4)

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

Finalmente o teste do desvio médio absoluto (DAM), equação 5, que é uma alternativa proposta por Nigrini (2011) para o problema dos testes qui-quadrado e Kolmogorov-Smirnoff para extensos bancos de dados.

$$DAM = \frac{\sum_{i=1}^k |PR - PE|}{k}$$

Eq. (5)

Onde: k é o número de séries dos dígitos analisados.

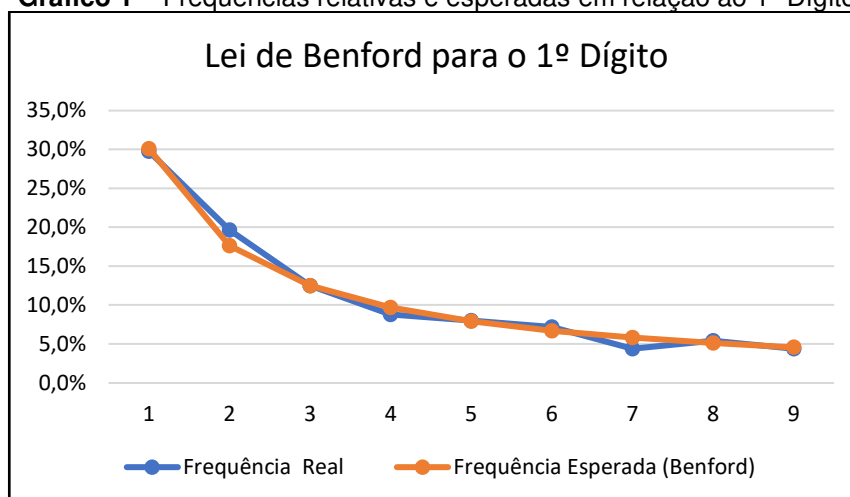
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação ao número de registros, Nigrini (2020) com sua experiência na realização de análise de casos de possíveis fraudes mostrou que o conjunto de dados a ser analisado deve ter, no mínimo, 1.000 registros (valores), antes mesmo de iniciar a análise da conformidade. Mas, em casos com menos de 1.000 registros, os testes relacionados à Benford ainda podem ser executados, mas os usuários devem estar dispostos a aceitar desvios maiores da linha Benford antes de concluir que os dados não estavam em conformidade para Benford.

Os desvios encontrados nos testes do primeiro e segundo dígitos relacionados à Lei de Benford, tem forte apego ao que sinalizam Sampaio e Figueiredo (2019), quando afirmam que tais desvios são indicadores da interferência humana no comportamento natural dos números dispostos na distribuição do primeiro dígito significativo das frequências relativas dos dígitos 1 a 9. Na pesquisa, esta interferência parece ter ocorrido no caso dos Pregões Eletrônicos homologados por diversos entes federativos localizados no Rio de Janeiro, pois foi possível identificar discrepâncias entre as frequências relativas observadas e esperadas, indicando potenciais indícios de erros, anomalias ou fraudes.

Os resultados encontrados e demonstrados no gráfico 1, representam graficamente a comparação da frequência esperada por Benford com a frequência real dos pregões eletrônicos homologados no período da pandemia, sendo os dígitos 2, 4 e 7 os que se afastam da curva de Benford, ainda que visualmente. Na aplicação dos testes estatísticos: Teste-Z e *Qui-Square* (χ^2), apenas os dígitos 2, 4, 7 não se encontram em conformidade com Benford.

Gráfico 1 – Frequências relativas e esperadas em relação ao 1º Dígito

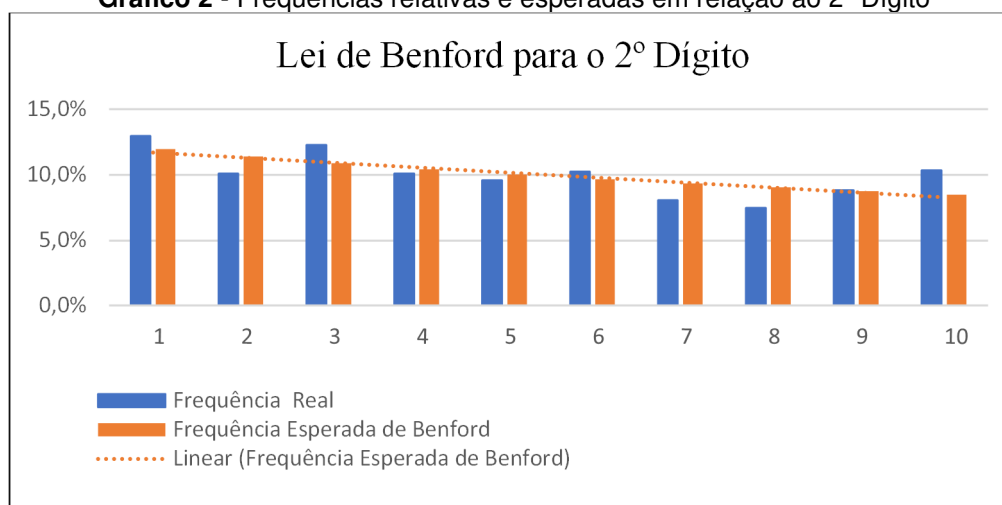


Fonte: Elaborado pelos autores.

Para o Teste do Primeiro Dígito, foram considerados todos os valores maiores ou iguais a 1, uma vez que muitos valores dos itens dos pregões eletrônicos homologados foram descartados por terem valores abaixo de R\$1,00. Após a verificação inicial, apresentada no gráfico 1, percebe-se que existem frequências destoantes das frequências dos primeiros dígitos de Benford. Porém, para uma análise mais robusta é necessário o aprofundamento em testes mais avançados. Sendo assim, para Nigrini (2020) a premissa subjacente da literatura de Benford é que os dados autênticos devem seguir Benford e os desvios de Benford podem sinalizar irregularidades de algum tipo.

Com o objetivo de ampliar o escopo da análise foi aplicado o Teste do Segundo Dígito, que também analisa as frequências com que os números de 0 a 9 se repetem nos segundos dígitos dos valores finais homologados nos pregões eletrônicos realizados, utilizando-se as frequências dispostas na tabela 3. Percebe-se, visualmente, que no gráfico 2 houve um deslocamento razoável em relação à curva de Benford nos números 0, 1, 2, 6, 7 e 9, e, suavemente, para os dígitos 3 e 4.

Gráfico 2 - Frequências relativas e esperadas em relação ao 2º Dígito



Fonte: Elaborado pelos autores.

A partir da análise do segundo dígito foi possível identificar a não-conformidade nos testes Z e χ^2 para os dígitos 2, 6, 7, 9, apontando, possíveis anomalias que podem

sinalizar algum tipo de irregularidade. O teste DAM foi analisado com base nos valores críticos da tabela 4 e tabulados para os primeiros e segundos dígitos, respectivamente nas tabelas 5 e 6.

Tabela 4 - Valores críticos para o Teste DAM para conformidade

Dígitos	Varição	Conclusão
Primeiros Dígitos	0, 000 a 0,006	Estreita conformidade
	0,006 a 0,012	Conformidade aceitável
	0,012 a 0,015	Marginalmente aceitável
	Acima de 0,015	Não-conformidade
Segundos Dígitos	0,000 a 0,008	Estreita conformidade
	0,008 a 0,010	Conformidade aceitável
	0,010 a 0,012	Marginalmente aceitável
	Acima de 0,012	Não-conformidade

Fonte: Adaptado de Nigrini (2020).

De acordo com Nigrini (2020) o χ^2 calculado quase sempre será maior do que o valor de corte, fazendo concluir que os dados não estão em conformidade com Benford. Pois a partir de 5.000 registros o problema começa a ser perceptível em um conjunto de dados. Portanto, a pesquisa não sofre com o problema pois a amostra é de 1.186 valores de pregões eletrônicos homologados durante a pandemia.

No contexto da análise da tabela 5, com relação às determinações dos desvios de conformidade observados para cada dígito que houve variação significativa para os dígitos 7, isto é, para módulos do valor de Z superiores à 1,96 (valor do Z crítico). Quando da análise global dos pregões eletrônicos homologados, verifica-se que a distribuição da frequência observada está em conformidade com a esperada, segundo a Lei de Newcomb-Benford (1881), o que foi obtido pelo χ^2 teste. A tabela 5 evidencia que o χ^2 total (8,6587) é inferior χ^2_c (15,51).

Tabela 5 - Resultados dos Primeiros Dígitos

1º Dígito	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste χ^2	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor χ^2 Crítico	Valor K-S Crítico
1	353	29,8%	357	30,10%	0,190	0,045	0,145	0,0399	1,96	15,51	0,0034
2	233	19,6%	209	17,61%	0,018	2,794	2,776				
3	148	12,5%	148	12,49%	0,000	0,000	0,001				
4	104	8,8%	115	9,69%	0,010	1,040	1,031				
5	95	8,0%	94	7,92%	0,180	0,013	0,167				
6	85	7,2%	79	6,69%	0,350	0,395	0,045				
7	52	4,4%	69	5,80%	2,000	4,093	2,093				
8	64	5,4%	61	5,12%	0,370	0,183	0,187				
9	52	4,4%	54	4,58%	0,230	0,095	0,135				
Total	1186	100,0%	1186	100,00%		8,6587					

Fonte: Elaborada pelos autores.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para a pandemia de Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade os valores que se iniciam com o dígito 7, pois os pregões homologados possuem uma frequência esperada de 69 pregões eletrônicos homologados, enquanto a observada foi de 52, indicando um excesso de 17 pregões, que pode representar manipulação intencional nesse dígito.

No entanto, o DAM para o primeiro dígito foi calculado em 0,0399, o que denota, segundo a tabela 4, uma estreita conformidade com a Lei de Benford. A tabela 6 trouxe a análise do segundo dígito dos pregões homologados.

No contexto da análise da tabela 6, com relação às determinações dos desvios de conformidade observados para cada dígito, identifica-se variação significativa para os dígitos 7 e 9, isto é, para módulos do valor de Z superiores à 1,96 (valor do Z-crítico). Quando da análise global dos pregões eletrônicos homologados, verifica-se que a distribuição da frequência observada está em conformidade com a esperada, segundo a Lei de Newcomb-Benford (1881), o que foi obtido pelo teste χ^2 . A tabela 5 evidencia que o χ^2 total (15,593) é superior ao χ^2 crítico (15,51).

Tabela 6 - Resultados dos Segundos Dígitos

2º Dígito	Freq. Real	% Real	Freq. Esperada	% Esperada	Teste Z	Teste χ^2	Teste K-S	Teste DAM	Valor Z crítico	Valor χ^2 Crítico	Valor K-S Crítico
0	154	13,0%	142	11,97%	1,048	0,956	0,092	0,0060	1,96	15,51	0,0034
1	120	10,1%	135	11,39%	1,353	1,753	0,400				
2	146	12,3%	129	10,88%	1,524	2,134	0,610				
3	120	10,1%	124	10,43%	0,324	0,130	0,194				
4	114	9,6%	119	10,03%	0,445	0,231	0,214				
5	122	10,3%	115	9,67%	0,685	0,428	0,257				
6	96	8,1%	111	9,34%	1,418	2,035	0,617				
7	89	7,5%	107	9,04%	1,799	3,171	1,372				
8	105	8,8%	104	8,76%	-0,003	0,007	0,010				
9	123	10,3%	101	8,50%	2,171	4,749	2,578				
Total	1186	100,0%	1186	100,00%		15,593					

Fonte: Elaborada pelos autores.

Pode-se depreender que o modelo contabilométrico preconiza que os pregões eletrônicos realizados para compras de materiais comuns para o enfrentamento da pandemia de Covid-19 devem ser investigados com maior profundidade para os valores que se iniciam com o dígito 7 e 9, com menor significância, porém não menos importante os dígitos 2 e 6. Destaca-se os pregões homologados com os segundos dígitos 9 possuem uma frequência esperada de 101 pregões eletrônicos homologados, enquanto a observada foi de 123, indicando um excesso de 22 pregões, que pode representar manipulação intencional nesse dígito. No entanto, o DAM para o segundo dígito foi de 0,0034, o que denota uma estreita conformidade com a Lei de Benford.

5. CONCLUSÃO

Com o objetivo de aplicar a Lei de Newcomb-Benford para identificar fraudes, anomalias ou possíveis desvios de recursos públicos nas aquisições de materiais comuns dos órgãos federais, estaduais e municipais localizados no Estado e Município do Rio de Janeiro, realizadas com recursos transferidos pelo governo federal durante a pandemia do Covid-19, foram encontrados desvios nos pregões eletrônicos homologados no período estudado. Desta forma, o estudo respondeu à pergunta de pesquisa, pois revelou que nas aquisições públicas de materiais comuns dos órgãos que utilizaram recursos do governo federal para o combate ao Covid-19,

a partir das investigações dos primeiros e segundos dígitos da Lei de Benford foi possível identificar erros, anomalias ou indícios de fraudes nas licitações.

Ao levar em conta as quantias vultosas que as compras públicas representam nos gastos dos governos, vislumbra-se a importância de entender a dinâmica complexa e desafiadora do sistema de aquisições públicas; de uma melhor compreensão do comportamento dos fraudadores, sejam eles fornecedores ou agentes públicos de compras; e uma melhora na governança das compras públicas, de modo a eliminar ou mitigar o impacto que os esquemas de corrupção, as fraudes nas aquisições e contratos, o conluio de empresas, os desvios por parte de compradores. Todavia, o resultado da malservação da coisa pública acarreta perdas incalculáveis aos cofres públicos, e, conseqüentemente, impactando no bem-estar do cidadão.

Por meio desta pesquisa, visa-se o estímulo do aperfeiçoamento nas compras e contratações públicas brasileiras, além de estimular pesquisas qualitativas para entender melhor o comportamento corrupto de alguns agentes, de modo a evitar a fraude, ao invés de investigar onde ela ocorreu.

Têm-se como principal limitação do estudo a impossibilidade de acesso à 692 valores de pregões homologados, o que poderia conferir maior robustez para fins de conclusões do trabalho. Ainda assim, conclui-se que mesmo, subsidiariamente, é possível que os gestores públicos utilizem a ferramenta da Lei de Newcomb-Benford como auxílio à tomada de decisão nas aquisições públicas.

Recomenda-se para estudos futuros, o aprofundamento nas contratações de serviços realizadas por Estados e Municípios por meio de dispensa de licitação (aquela que não necessita haver uma disputa em plataforma eletrônica), a aplicação de testes avançados propostos por Nigrini (2020), como o teste dos dois primeiros dígitos para aprofundar o comportamento das possíveis anomalias, e o estudo das compras públicas após o fim do enfrentamento da pandemia, comparando-as com o período antes da pandemia na busca por superfaturamento de valores.

6. REFERÊNCIAS

- CAVALCANTI, G. H. V. **Aplicação da Lei de Newcomb-Benford na Identificação de Irregularidades: o exemplo dos gastos com cartões de pagamento do governo federal**. 2015.
- COENEN, T. L. **ESSENTIALS OF CORPORATE FRAUD**. NJ: John Wiley & Sons. Hoboken, 4ª ed., 2008.
- CORRAR, L.; PAULO, E.; DIAS FILHO, J. M.; RODRIGUES, A. **Análise multivariada para os cursos de administração, ciências contábeis e economia**. São Paulo: Atlas, 2011.
- CRESSEY, D. R. **Other people's money: a study in the social psychology of embezzlement**. Glencoe, IL: The Free Press, 1953.
- 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, p. 486, 2013. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/16379>. Acesso em: 25 mai. 2021.
- DA SILVA AZEVEDO, C.; GONÇALVES, R. F.; GAVA, V. L.; SPINOLA, M.M. **A Benford's Law based methodology for fraud detection in social welfare programs: Bolsa Familia analysis**. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, v. 567, p. 125626, 2021.
- JUNIOR, M. P.; PROENÇAS, S. F. F. S.; DUENHAS, R. A. **Eficiência no Pregão Eletrônico: Um Estudo sob a Perspectiva da Celeridade**. EnAPG-2019. Fortaleza/CE - 16 a 18 de maio, 2019.
- FORTINI, Cristiana; MOTTA, Fabrício. **Corrupção nas licitações e contratações públicas: sinais de alerta segundo a Transparência Internacional**. A&C-Revista de Direito Administrativo & Constitucional, v. 16, n. 64, p. 93-113, 2016.

KAJIMBWA, M.G.A. **Benchmarking accountability of local government authorities in public procurement in Tanzania: A methodological approach.** *Benchmarking: An International Journal*, v. 25, n. 6, p. 1829-1843, 2018.

LEAVY, P. **Research designs: Quantitative, Qualitative, Mixed Methods, Arts-Based, and Community-Based Participatory Research Approaches.** The Guilford Press, 2017.

LEONI, R. C., DOS SANTOS, G. S., MENDONÇA, M. M., SAMPAIO, N. A. S., E DE JESUS SILVA, J. W. **Aplicação da lei de Newcomb-Benford no auxílio à detecção de fraudes.** *Research, Society and Development*, v. 9, n. 8, 2020.

LIMA, D. S. **Uso do pentágono da fraude no processo de identificação de riscos de corrupção em empresas privadas.** Dissertação. Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo, 2019.

MACHADO, M. R. R.; GARTNER, I. R. **A hipótese de Cressey (1953) e a investigação da ocorrência de fraudes corporativas: uma análise empírica em instituições bancárias brasileiras.** *Revista Contabilidade & Finanças*, v. 29, n. 76, p. 60-81, 2018.

MEDEIROS, C. L. **A Importância do Planejamento nas Contratações Públicas: Prevenção de Falhas e Efetividade nos Resultados.** *Revista Acadêmica Escola Superior do Ministério Público do Ceará. Escola Superior do Ministério Público do Ceará – Ano 9, n. 2 (Jul./Dez. 2017) – Fortaleza: PGJ/ ESMP/CE*, 2017.

MOTTA, A. R. **O combate ao desperdício no gasto público: uma reflexão baseada na comparação entre os sistemas de compra privado, público federal norte-americano e brasileiro.** Mestrado (Desenvolvimento Econômico) – Instituto de Economia da UNICAMP, Campinas, São Paulo, 2010. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/285965/1/Motta_AlexandreRibeiro_M.pdf. Acesso em: 12 Fev. 2021.

NETO, M. N. F.; JUNIOR, J. G. **LICITAÇÃO PÚBLICA E SUA RELAÇÃO COM A GOVERNANÇA E A GOVERNABILIDADE.** *FACEF Pesquisa-Desenvolvimento e Gestão*, v. 23, n. 1, 2020.

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

NIGRINI, M. J. **Forensic Analytics Methods and Techniques for Forensic Accounting Investigations.** Hoboken: John Wiley & Sons, 2011.

NIGRINI, M. J. **Forensic Analytics Methods and Techniques for Forensic Accounting Investigations.** Hoboken: John Wiley & Sons, 2020.

PATRUCCO, A.S.; LUZZINI, D.; RONCHI, S. **Research perspectives on public procurement: Content analysis of 14 years of publications in the journal of public procurement.** *Journal of Public Procurement*, Vol. 17 n. 2, p. 229-269, 2017.

PINTO, V. R. R. **Um breve histórico sobre inovações em compras e licitações públicas no Brasil.** *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 8, p. 63378-63397, 2020.

REIS, P. R. D. C.; CABRAL, S. **Para além dos preços contratados: Fatores determinantes da celeridade nas entregas de compras públicas eletrônicas.** *Revista de Administração Pública*, v. 52, n. 1, p. 107-125, 2018.

REMEDIO, J. A.; DE MACEDO MAGANIN, L. F. G. **Frustração ou Fraude à Licitação: Aspectos Penais e de Improbidade Administrativa.** *Prim@ Facie-Direito, História e Política*, v. 17, n. 36, p. 01-28, 2018.

RUSTIARINI, N.W., T., S., NURKHOLIS, N. ; ANDAYANI, W. **Why people commit public procurement fraud? The fraud diamond view.** *Journal of Public Procurement*, v. 19, n. 4, p. 345-362, 2019.

SANTOS, R.A. **Modelo preditivo de fraude ocupacional nas organizações privadas.** 2016. Tese (Doutorado em Administração) – Faculdade de Economia, Administração, Contábeis e Atuariais Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2016. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/18875>. Acesso em: 29 Abr. 2021.

SAMPAIO, A. H; FIGUEIREDO, P. S. **Análise de fragilidades no Sistema de Compras Públicas do Brasil: verificação de indícios de fraudes em Pregões Eletrônicos por meio da Lei de Benford.** XLIII Encontro da ANPAD – EnANPAD, 2019.

SILVA, R. C.; BARKI, T. V. P. **Compras públicas compartilhadas: a prática das licitações sustentáveis.** *Revista do Serviço Público*, 63(2), 157-175, 2012.

SUJEEWA, G. M. M et al. **The new fraud triangle theory - Integrating ethical values of employees.**

International Journal of Business, Economics and Law, v. 16, n. 5 p. 52-57, ago. 2018.

TRANSPARÊNCIA INTERNACIONAL - BRASIL (2020). **Índice de Percepção da Corrupção 2019**. Disponível em:< <https://transparenciainternacional.org.br/ipc/resultados-2019>>. Acesso em: 27 Jan 2021.

TRANSPARÊNCIA INTERNACIONAL - BRASIL (2021). **Índice de Percepção da Corrupção 2020**. Disponível em:< <https://transparenciainternacional.org.br/ipc>>. Acesso em: 27 Jan 2021.

TRIDAPALLI, J. P.; FERNANDES, E. & MACHADO, W. V. **Gestão da cadeia de suprimento do setor público: uma alternativa para controle de gastos correntes no Brasil**. Revista de Administração Pública, v. 45, n. 2, p. 401–433, 2011.

WELLS, J. T. **Corporate fraud handbook: prevention and detection**. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 3 ed, 2011.

WOLFE, D.T.; HERMANSON, D.R. **The fraud diamond: considering the four elements of fraud**. The CPA Journal, New York State Society of Certified Public Accountants, v. 74. n. 12, p. 38, 2004.