



NPGA
Núcleo de Pós-Graduação
em Administração

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO**

ADILSON DA HORA SAMPAIO

**PRÁTICAS ANTICONCORRENCIAIS NO BRASIL:
VERIFICAÇÃO ANALÍTICA, EMPÍRICA E SISTÊMICA DA
INTEGRIDADE DE AQUISIÇÕES PÚBLICAS POR PREGÕES
ELETRÔNICOS.**

Salvador

2021

ADILSON DA HORA SAMPAIO

**PRÁTICAS ANTICONCORRENCIAIS NO BRASIL:
VERIFICAÇÃO ANALÍTICA, EMPÍRICA E SISTÊMICA DA
INTEGRIDADE DE AQUISIÇÕES PÚBLICAS POR PREGÕES
ELETRÔNICOS.**

Tese apresentada ao Núcleo de Pós-Graduação em Administração-NPGA, da Escola de Administração da Universidade Federal da Bahia-EAUFBA, no Curso de Doutorado em Administração como requisito para obtenção do grau de **Doutor em Administração**.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Soares Figueiredo

Salvador

2021

Escola de Administração - UFBA

S192 Sampaio, Adilson da Hora.

Práticas anticoncorrenciais no Brasil: verificação analítica, empírica e sistêmica da integridade de aquisições públicas por pregões eletrônicos / Adilson da Hora Sampaio. – 2021.

115 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Soares Figueiredo.

Tese (doutorado) – Universidade Federal da Bahia, Escola de Administração, Salvador, 2021.

1. Concorrência desleal - Brasil. 2. Pregão (Licitação pública) - Análise - Avaliação. 3. Crimes contra administração pública. 4. Corrupção. 5. Transparência no serviço público. I. Universidade Federal da Bahia. Escola de Administração. II. Título.

CDD 345,810233

ADILSON DA HORA SAMPAIO

PRÁTICAS ANTICONCORRENCIAIS NO BRASIL: VERIFICAÇÃO ANALÍTICA, EMPÍRICA E SISTÊMICA DA INTEGRIDADE DE AQUISIÇÕES PÚBLICAS POR PREGÕES ELETRÔNICOS.

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Administração, Escola de Administração da Universidade Federal da Bahia.

Aprovado em 17 de dezembro de 2021.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Paulo Soares Figueiredo – (Orientador) _____
Doutor em Management pela Boston University Questrom School of Business, EUA
Professor da Universidade Federal da Bahia

Profa. Dra. Elisabeth Regina Loiola da Cruz Souza _____
Doutora em Administração pela Universidade Federal da Bahia
Professora Titular da Universidade Federal da Bahia

Profa. Dra. Andrea Leite Rodrigues _____
Doutora em Administração de Empresas pela Fundação Getúlio Vargas
Professora Associada (livre docente) da Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Francisco Uchoa Passos _____
Doutor em Administração pela Universidade de São Paulo
Professor da Faculdade de Tecnologia SENAI-CIMATEC

Prof. Dr. Renelson Ribeiro Sampaio _____
Doutor em Science Policy Research Unit Pela University of Sussex, Inglaterra
Professor Titular da Faculdade de Tecnologia SENAI-CIMATEC

AGRADECIMENTOS

A Deus, acima de tudo.

Ao Núcleo de Pós-Graduação em Administração (NPGA), da UFBA, pela oportunidade de participar desse conceituado programa de doutoramento.

A Paulo Soares Figueiredo, orientador e professor, que além dos ensinamentos, efetuou orientações precisas e assertivas.

Aos professores do curso, pelos ensinamentos valiosos ao longo desta jornada.

Aos professores da Banca Examinadora por aceitaram o convite, se dispondo a ler e a examinar o mérito desta tese.

Aos servidores do NPGA, em especial a Anaélia Almeida e Artur Coelho, sempre cuidadosos, prestativos e atenciosos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio incontestado à pós-graduação e à pesquisa científica.

Ao Instituto Mundial para Pesquisa em Desenvolvimento Econômico da Universidade das Nações Unidas (UNU-WIDER) por ter me proporcionado uma evolução significativa enquanto pesquisador durante o Estágio de Pesquisa (PhD Visiting Fellowship), com especial agradecimento a Dra. Klarizze Puzon, aos pesquisadores e funcionários do instituto.

Aos revisores e apoio técnico dos artigos, que se tornaram verdadeiros amigos nesta caminhada, Isadora, Heury e Flávio, pelo trabalho essencial à divulgação do conhecimento científico.

Aos meus chefes, e especialmente aos colegas de trabalho do Instituto Gonçalo Moniz – IGM/FIOCRUZ/BA, por todo apoio recebido.

Aos colegas do NPGA e do UNU-WIDER, pelos momentos compartilhados nesta trajetória.

Aos meus pais, na memória do Sr. Liberto Bispo Sampaio e na presença da Sra. Edna da Hora Sampaio.

Aos familiares e amigos, que me incentivaram, durante o curso.

Em especial a Celi, minha esposa e amor de minha vida, que durante esses quatro longos anos, me apoiou e acompanhou a construção deste trabalho e, finalmente, a Maria Fernanda e Rafael, meus filhos, a quem dedico esta obra.

“Um novo tipo de pensamento é essencial se a humanidade pretende sobreviver e caminhar para níveis superiores.”

Albert Einstein (1946, p. 25)

SAMPAIO, Adilson da Hora. Práticas anticoncorrenciais no Brasil: verificação analítica, empírica e sistêmica da integridade de aquisições públicas por pregões eletrônicos. Orientador: Paulo Figueiredo. 2021. 115 f. il. Tese (Doutorado em Administração) – Núcleo de Pós-graduação em Administração, NPGA/EAUFBA, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2021.

RESUMO

Em setembro de 2015, os líderes mundiais reuniram-se na sede das Nações Unidas-ONU para decidir sobre um plano de ação denominado Agenda 2030 para erradicar a pobreza, proteger o planeta e assegurar que as pessoas alcancem a paz e a prosperidade. O documento contém um conjunto de 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que na subcláusula 16.5, prevê a "redução substancial da corrupção e do suborno em todas as suas formas". Utilizando as bases da Teoria da Escolha Pública e sua ramificada Economia da Corrupção, esta pesquisa no formato de "três artigos" verifica analítica e empiricamente a integridade de aquisições públicas por pregões eletrônicos no âmbito do Sistema de Compras Públicas do Brasil, considerando também a dinâmica deste processo sistêmico, e defende a tese central de que há um conjunto de variáveis em escala micro e macro, propostas e testadas, que impactam a probabilidade de ocorrência de fraudes ou práticas anticoncorrenciais na licitação pública Pregão Eletrônico. É efetuada uma análise com base nas licitações de serviços ocorridas no Portal de Compras do Governo Federal brasileiro, no período de 2014 a 2018, visando possibilitar a sugestão de ações para mitigar o problema. O primeiro estudo utiliza a Lei de Newcomb-Benford (Lei-NB), para análise empírica exploratória dos valores de pregões eletrônicos, com o objetivo de analisar sua conformidade à Lei-NB, e visando a verificar anomalias que representam indícios de fraude. Pode-se afirmar que há anomalia estatisticamente significativa nesta análise, sendo o estudo pioneiro para a base de dados brasileira. A principal limitação deste estudo é a não aplicação do teste-Z, para fins de conferir maior robustez, e a possibilidade dos resultados obtidos, ao invés de revelarem indícios de fraudes, indicarem uma possível ocorrência de erros persistentes. O segundo estudo visa investigar que fatores estão associados à ocorrência de práticas anticoncorrenciais em pregões eletrônicos extraídos da mesma base de dados. A análise considerou todos os serviços contratados entre 2014 e 2017 e utiliza o modelo de regressão logit, com uma variável binária dependente y , em função de um vetor x , de variáveis explicativas composto pelas características do Processo, e do Fornecedor, quantificando assim a relação entre as variáveis e a probabilidade de ocorrência de fraude. Pode-se afirmar que os fatores porte da empresa e o Índice de Superfaturamento Aparente-ISA estão associados a ocorrência de fraudes e de práticas anticoncorrenciais em pregões eletrônicos. A principal limitação deste segundo estudo é que a *proxy* para "ocorrência de fraude" é "ter sido punido", mas nem todos os autores de fraudes cometem sempre fraudes, e a eficiência do "sistema de punição" não é tida em conta. Outra limitação foi o baixo R2 da regressão. Na última etapa da pesquisa, apresenta-se um pequeno e altamente estilizado modelo de corrupção em Dinâmica de Sistemas e os seus potenciais impactos na fraude nas compras públicas no Brasil. Centrado em apenas em dois ciclos de realimentação, o modelo foi calibrado com base no Índice de Percepção da Corrupção Brasileira-IPC. É realizada também, uma análise de cenários e com base nestes resultados, são discutidas as implicações políticas. A principal limitação deste terceiro estudo é ter uma baixa validade interna. Os resultados indicam que o nível de corrupção depende da sensibilidade dos atores e dos atrasos no sistema. De forma geral e considerando a magnitude dos recursos financeiros envolvidos nos processos de compras públicas, esta pesquisa se reveste em importante ferramenta para o processo de aprendizagem dos administradores públicos.

Palavras-chave: Práticas anticoncorrenciais. Pregão eletrônico. Corrupção. Dinâmica de Sistemas. Fatores determinantes da corrupção.

SAMPAIO, Adilson da Hora. Anticompetitive practices in Brazil: analytical, empirical, and systemic verification of the integrity of public procurement by electronic auctions. Thesis Advisor: Paulo Figueiredo. 2021. 115 s. ill. Thesis (Ph.D. in Management) – Núcleo de Pós-graduação em Administração, NPGA/EAUFBA, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2021.

ABSTRACT

In September 2015, world leaders met at the United Nations (UN) headquarters to decide on a plan of action called Agenda 2030 to eradicate poverty, protect the planet, and ensure that people achieve peace and prosperity. The document contains a set of 17 Sustainable Development Goals (SDGs), which in sub-clause 16.5, provides for the "substantial reduction of corruption and bribery in all its forms." Using the foundations of Public Choice Theory and its ramified Economics of Corruption, this research in the format of "three articles" analytically and empirically verifies the integrity of public procurements through electronic auctions within the Public Procurement System of Brazil, also considering the dynamics of this systemic process, and defends the central thesis that there is a set of variables at micro and macro scale, proposed and tested, that impact the probability of occurrence of fraud or anti-competitive practices in the public tender Electronic Auction. An analysis is carried out based on the service bids that occurred in the Brazilian Federal Government Purchasing Portal, in the period from 2014 to 2018, aiming to enable the suggestion of actions to mitigate the problem. The first study uses the Newcomb-Benford Law (Law-NB), for exploratory empirical analysis of the values of electronic biddings, aiming to analyze their conformity to the Law-NB, and aiming to verify anomalies that represent indications of fraud. It can be stated that there are statistically significant anomalies in this analysis, and the study is pioneering for the Brazilian database. The main limitation of this study is the non-application of the Z-test, in order to provide greater robustness, and the possibility that the results obtained, instead of revealing indications of fraud, indicate a possible occurrence of persistent errors. The second study aims to investigate what factors are associated with the occurrence of anti-competitive practices in electronic biddings extracted from the same database. The analysis considered all services contracted between 2014 and 2017 and uses the logit regression model, with a dependent binary variable y , as a function of a vector x , of explanatory variables composed of the characteristics of the Process, and the Supplier, thus quantifying the relationship between the variables and the probability of fraud occurrence. It can be stated that the factors firm size and the Apparent Over-billing Index (AOI) are associated with the occurrence of fraud and anti-competitive practices in electronic auctions. The main limitation of this second study is that the proxy for "occurrence of fraud" is "having been punished", but not all fraudsters always commit fraud, and the efficiency of the "punishment system" is not taken into account. Another limitation was the low R^2 of the regression. In the last step of the research, a small and highly stylized System Dynamics model of corruption and its potential impacts on fraud in public procurement in Brazil is presented. Focused on only two feedback loops, the model was calibrated based on the Brazilian Corruption Perception Index (CPI). A scenario analysis is also performed and based on these results policy implications are discussed. The main limitation of this third study is having a low internal validity. The results indicate that the level of corruption depends on the sensitivity of the actors and the delays in the system. Overall and considering the magnitude of the financial resources involved in public procurement processes, this research is an important tool for the learning process of public administrators.

Keywords: Anticompetitive practices. Electronic bidding. Corruption. System Dynamics. Determining factors of corruption.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Desenho da pesquisa.....	15
Quadro 1	Etapas da pesquisa.....	21
Quadro 2	Modelo de análise (<i>Framework</i>).....	22
Figura 2	Frequências dos primeiros dígitos em notas fiscais oriundas da CVM.....	34
Quadro 3	Síntese da utilização da Lei-NB por diversos autores.....	35
Gráfico 1	Aderência dos pregões eletrônicos realizados entre 2014-2018 à Lei-NB..	39
Quadro 4	Possíveis formas de práticas anticoncorrenciais e corrupção	51
Quadro 5	Principais conceitos relacionados com o problema (referências teóricas e práticas).....	54
Quadro 6	Resumo da literatura empírica anterior sobre fraude e corrupção em compras públicas.....	59
Figura 5	Posição do Brasil no ranking de percepção de corrupção.....	61
Figura 6	A percepção do TCU sobre a fragilidade à fraude e corrupção.....	61
Figura 7	Mecanismo da relação entre as empresas punidas e os pregões eletrônicos.	67
Figura 8	Curva Característica de Operação do Receptor - ROC	72
Figura 9	Modelo Dinâmico em DS.....	85
Figura 10	Calibração.....	92
Figura 11	Análise de cenários.....	95

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Frequências dos primeiros dígitos de valores, segundo a Lei-NB.....	33
Tabela 2 - Frequências, obs. e esperada (Lei-NB), de valores no dígito inicial do valor licitado..	39
Tabela 3 - Testes Estatísticos da Aplicação da Lei-NB aos dados.....	40
Tabela 4 - Descrição das variáveis do Modelo de Regressão Logística.....	67
Tabela 5 - Estatística descritiva das variáveis.....	69
Tabela 6 - Regressão Logística.....	70
Tabela 7 - Teste Omnibus dos coeficientes do modelo.....	71
Tabela 8 - Medidas de ajuste do Modelo.....	71
Tabela 9 - Teste de Hosmer e Lemeshow.....	72
Tabela 10 - Medidas cautelares no período de 2015 a 2019 (números e valores totais).....	79
Tabela 11 - Detalhamento das Premissas do Modelo Dinâmico.....	86
Tabela 12 – Calibração.....	92
Tabela 13 - Análise de cenários.....	94
Tabela 14 - Outros valores do cenário base	95

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANPAD	Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração
BA	Bahia
CADE	Conselho Administrativo de Defesa Econômica
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CGU	Controladoria Geral da União
CIDACS	Centro de Integração de Dados e Conhecimentos para Saúde
CIMATEC	Centro Integrado de Manufatura e Tecnologia
CNPJ	Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica
COMPRASNET	Portal de Compras do Governo Federal
CVM	Comissão de Valores Mobiliários
DLSG	Departamento de Logística e Serviços Gerais
DOU	Diário Oficial da União
DPDE	Departamento de Proteção e Defesa Econômica
DS	Dinâmica de Sistemas
FGV	Fundação Getúlio Vargas
FIESP	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
FIOCRUZ	Fundação Oswaldo Cruz
GB	Great Britain
IA	Inteligência Artificial
IACA	International Anti-Corruption Academy
ICRG	International Country Risk Guide
IFMS	Instituto Federal do Mato Grosso do Sul
IIASA	International Institute for Applied Systems Analysis
IPC	Índice de Percepção de Corrupção
ISA	Índice de Superfaturamento Aparente
LEI-NB	Lei de Newcomb-Benford
ME	Microempresa
MIT	Massachusetts Institute of Technology

MJ	Ministério da Justiça
MP	Ministério do Planejamento
NPGA	Núcleo de Pós-Graduação em Administração
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
OE	Objetivo Específico
OG	Objetivo Geral
OGP	Open Government Partnership
OLAF	European Anti-Fraud Office
ONU	Organização das Nações Unidas
PhD	Philosophiæ Doctor
PIB	Produto Interno Bruto
RDC	Regime Diferenciado de Contratação
SAMF	Superintendência de Administração do Ministério da Fazenda
SD	System Dynamics
SDE	Secretaria de Desenvolvimento Econômico
SEAE	Secretaria de Acompanhamento Econômico do Ministério da Fazenda
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SFA	Superintendência Federal de Agricultura
SLOAN	Sloan School of Management
SLTI	Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação
SUS	Sistema Único de Saúde
TCU	Tribunal de Contas da União
TGS	Teoria Geral de Sistemas
UF	Unidade da Federação
UFBA	Universidade Federal da Bahia
UNU	Universidade das Nações Unidas
USA	United States of America
USP	Universidade de São Paulo
VE	Valor Estimado
VL	Valor Licitado
WIDER	World Institute for Development Economics Research

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	DEFINIÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO.....	17
1.1.1	Problema de Pesquisa.....	17
1.2	JUSTIFICATIVA.....	18
1.3	OBJETIVO E ETAPAS DA PESQUISA.....	19
1.4	ESTRUTURA DA TESE.....	22
2	ARTIGO 01 - COMPRAS PÚBLICAS NO BRASIL: INDÍCIOS DE FRAUDES USANDO A LEI DE NEWCOMB-BENFORD (LEI-NB)	25
2.1	INTRODUÇÃO.....	27
2.2	REVISÃO DA LITERATURA.....	29
2.2.1	Economia da Corrupção.....	29
2.2.2	Fraudes em licitações públicas feitas por meio de pregões eletrônicos.....	30
2.3	A LEI-NB.....	33
2.4	COLETA DOS DADOS E MÉTODO DE INVESTIGAÇÃO.....	37
2.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
2.6	CONCLUSÃO E IMPLICAÇÕES.....	42
3	ARTIGO 02 - PRÁTICAS ANTICONCORRÊNCIAIS NO BRASIL: FATORES QUE INDICAM SUA OCORRÊNCIA NOS PREGÕES ELETRÔNICOS.....	44
3.1	INTRODUÇÃO.....	45
3.2	REVISÃO DA LITERATURA.....	48
3.2.1	Práticas anticoncorrenciais.....	48
3.2.2	Práticas anticoncorrenciais em licitações eletrônicas no setor público.....	49
3.2.3	Teorias que explicam as práticas anticoncorrenciais nos pregões eletrônicos.....	53
3.3	INDICADORES DE INTEGRIDADE E HIPÓTESES.....	58
3.3.1	Indicadores de integridade.....	58
3.3.2	Hipóteses a partir do referencial teórico.....	62
3.4	DADOS E MÉTODO DE INVESTIGAÇÃO.....	64
3.4.1	Descrição das Variáveis e Modelo Empírico.....	67
3.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	68
3.6	CONCLUSÃO E IMPLICAÇÕES.....	74

4	ARTIGO 03 - UM MODELO PEQUENO E ALTAMENTE ESTILIZADO DE CORRUPÇÃO E FRAUDE NO SETOR PÚBLICO BRASILEIRO.....	76
4.1	INTRODUÇÃO.....	78
4.2	REVISÃO DA LITERATURA.....	81
4.2.1	Corrupção e Fraude no Setor Público Brasileiro.....	81
4.2.2	Modelos em Dinâmica de Sistemas sobre Corrupção.....	83
4.3	O MODELO.....	84
4.3.1	Ciclo de Reforço: Alocação Ineficiente de Recursos Públicos.....	86
4.3.2	Ciclo de Equilíbrio: Pressão Econômica contra a Corrupção.....	89
4.3.3	O Setor de Compras Públicas do Modelo.....	90
4.3.4	Calibração e Validação do Modelo.....	91
4.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	92
4.5	CONCLUSÃO.....	96
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS DA TESE E RECOMENDAÇÕES.....	98
	REFERÊNCIAS.....	100
	APÊNDICE A – DOCUMENTAÇÃO DO MODELO EM DS.....	114

1. INTRODUÇÃO

Uma das grandes questões que envolvem o Estado e a Sociedade, ainda que pelo senso comum, é a forma de se qualificar a relação entre os dois. Ao Estado, aqui entendido como a figura detentora do poder central, provedora e responsável, cabe o controle sobre as estruturas e recursos primariamente oriundos do seu território, sendo eles recursos naturais ou provenientes dos impostos coletados da Sociedade. Essa é entendida como o conjunto de indivíduos organizados em seus núcleos, familiares ou não, presentes na área de abrangência territorial daquele, e que almeja a prestação dos serviços de que necessita para sua manutenção e desenvolvimento.

Neste sentido, um dos pontos a se destacar é a necessidade de reflexão e entendimento de princípios caros a essa Sociedade. Um deles é o princípio da ética, que se reflete na forma como indivíduos e sociedade coexistem na sua integridade, aqui definido como inteireza, correção (OCDE, 2011; OLAF, 2017). A partir desse ângulo pode-se dizer que para a harmonia desse princípio, não há como este coexistir com a fraude. A fraude é a ação intencional promovida em proveito próprio por um agente em prejuízo de outrem, fazendo valer para si a lei do menor esforço (CELLA; RECH, 2017; IUDÍCIBUS; MARION; PEREIRA; SLOMSKI, 2001). Fraude e integridade são como água e óleo, não se misturam. Dada a sua importância, a integridade não se divide em pública e privada, pelo menos assim não deveria ser.

As abordagens tradicionais de combate à corrupção baseadas na criação de mais regras, um cumprimento mais rigoroso ou uma aplicação mais rigorosa de salvaguardas, têm uma eficácia limitada. Uma resposta estratégica e sustentável à corrupção é a integridade pública (COSTA; SANTOS; TRAVASSOS, 2012; OLAF, 2017; MIRANZO DIAZ, 2017; TÓTH; HADJU, 2017). O conceito de integridade, tal como será utilizado nesta pesquisa, é definido pela Controladoria Geral da União-CGU, como a qualidade daqueles que se comportam de forma correta, honesta e contra a corrupção. Segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE (2018), a integridade pública refere-se ao alinhamento consistente e à adesão a valores, princípios e padrões éticos comuns para apoiar e priorizar o interesse público em relação aos interesses privados no setor público. E, portanto, deve ser entendido como o conjunto de disposições institucionais que visam assegurar que a Administração Pública não se desvie do seu objetivo principal: produzir os resultados esperados pela população de uma forma adequada, imparcial e eficiente. A integridade é um dos principais pilares das estruturas políticas, econômicas e sociais, sendo por isso essencial para o bem-estar

econômico e social e a prosperidade dos indivíduos e das sociedades como um todo (CARDOZO, 2021; OCDE, 2018; MIRANZO DIAZ, 2017; THORSTENSEN; MOTA, 2020)

Dito isso, a presente pesquisa não corrobora com o termo “Integridade Pública”. Se é sabido que a integridade é valor necessário para indivíduos e empresas atuarem eticamente, e se este mesmo valor também é necessário na esfera privada, então é questionável a existência de empresas e indivíduos que sejam íntegros somente no trato com a coisa pública. Se é assim, entende-se que integridade tem de ser valor único para a sociedade, seja no trato da coisa pública ou privada. Ao ângulo desta pesquisa, se uma empresa é íntegra que o seja sempre, não importando a quem se dirija, ao público, ou ao privado. Este tipo de distinção ainda aceita por alguns setores da sociedade e até do *establishment* público, é péssimo para os profissionais de compras. Tomando-se como exemplo, a situação em que profissionais atuantes no setor público, operam muitas vezes, regrando um jogo entre empresas que atuam de maneira não íntegra, ou seja, aquelas que ultrapassam a barreira do extremamente competitivo e ficam à espera de uma brecha para trapacear no trato com o público, o contrário também é verdadeiro, os que atuam no setor privado, ficam com receio diante daquelas empresas que já foram punidas no trato com o governo e por estarem banidas dos sistemas de compras governamentais, passam a atuar somente no mercado privado. Neste jogo, que deveria ser um jogo de soma zero¹, quem perde é a sociedade. Essa mesma sociedade autoriza o funcionamento de uma empresa com base no seu contrato social, que fica registrado na junta comercial na Unidade Federativa de sua fundação, e um dos objetivos e clausula pétrea para a sua existência é exercer uma função social. Pergunta-se onde está o objeto social de uma empresa que atua contra os princípios de integridade? A resposta não é simples, porém é necessário refletir sobre ela.

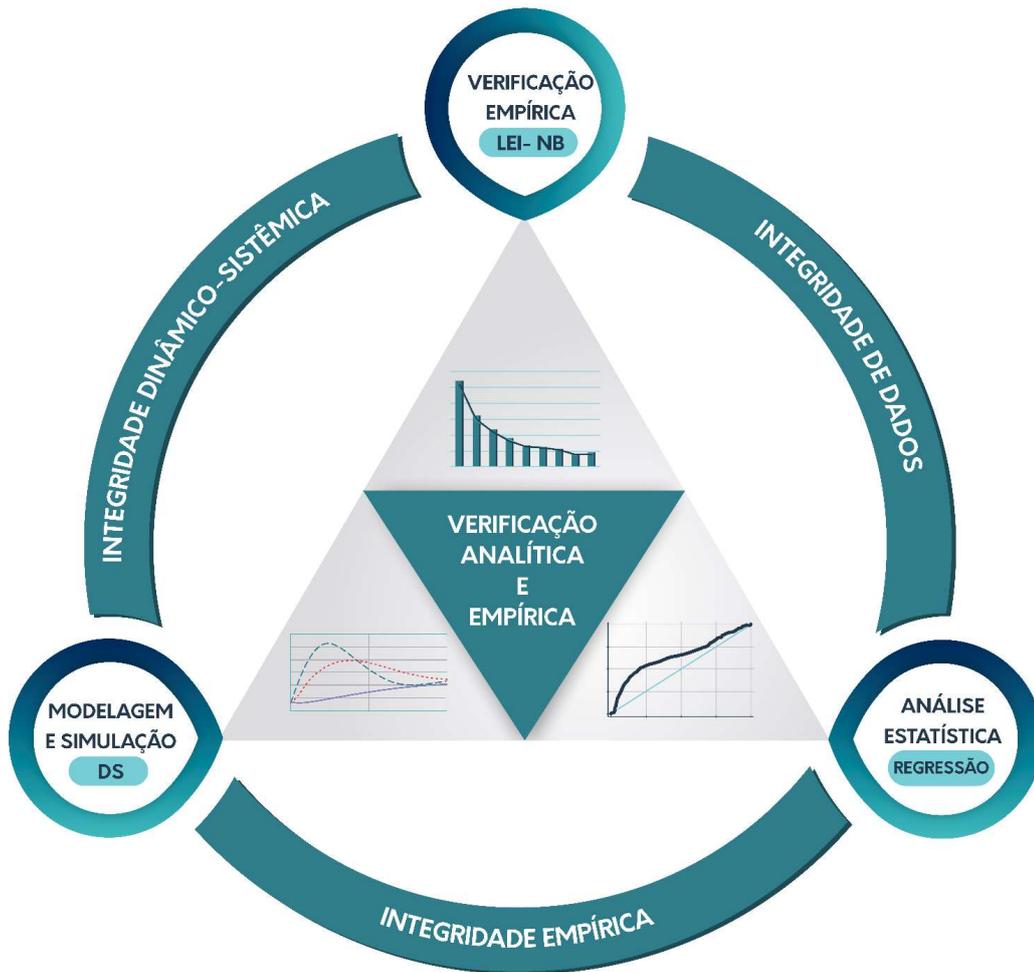
Ao punir os corruptos, as instituições restringem o comportamento de indivíduos egoístas e promovem o bem-estar da comunidade, aumentando o benefício a longo prazo de todos os participantes, mas esse princípio sempre foi ameaçado pela corrupção. (OSTROM, 2005)

Para avançar em direção à melhoria dos instrumentos que garantam integridade nas aquisições públicas se faz necessário melhorar as formas e até mesmo as possibilidades de se realizar a análise de integridade destas aquisições.

Com a realização desta pesquisa demonstra-se ser possível a verificação da integridade de aquisições públicas através de análise científica, com a utilização de instrumentos de verificação de indícios, e modelagem matemática.

¹Em teoria dos jogos e em teoria econômica, um jogo de soma zero se refere a jogos em que o ganho de um jogador representa necessariamente a perda para o outro jogador.

Figura 1. Desenho da Pesquisa



Fonte: Elaboração Própria

Os instrumentos de análise demonstrados na Figura 1, se utilizados conjuntamente, num estudo amplo, porém parcimonioso, com vistas a verificar através de apurada análise, a integridade de dados, por verificação empírica de indícios de fraude, integridade analítica por análise estatística buscando determinantes das fraudes, e pôr fim a integridade analítico-sistêmica e dinâmica por modelagem e simulação, podem ser de grande valia para estudantes, pesquisadores e gestores no campo da Administração e da Gestão Pública.

Entretanto, mesmo após a análise de integridade de um sistema de aquisições públicas, é necessário que os gestores públicos reflitam sobre os resultados obtidos e adotem as medidas de saneamento ou de melhorias apontadas, para que de fato melhorem a integridade de seus sistemas de compras e, conseqüentemente, a qualidade do gasto público.

Ainda na Figura 1, a fase da etapa de verificação de indícios de fraude propõe a utilização da Lei Newcomb-Benford-Lei-NB, ou lei dos números anômalos, com vistas a verificar a aderência dos dados analisados à referida lei natural. Já a fase de análise estatística

propõe a utilização de análise de regressão, via de regra do tipo *logit* ou *probit*, ou outro tipo que se adeque melhor à natureza dos dados trabalhados, a fim de se verificar padrões ou correlações entre as variáveis que possam indicar, influenciar ou determinar a ocorrência de fraudes após a detecção de indícios de sua ocorrência, pôr fim, a modelagem matemática e simulação em Dinâmica de Sistemas, forte instrumento para análise de cenários e proposição de modelos capazes de responder ao problema, neste caso, com potencial de propor políticas ou práticas que possam mitigar, minimizar ou neutralizar a ocorrência das fraudes.

Nos últimos anos, as autoridades governamentais têm cada vez mais utilizado a internet para processos de compras públicas com o objetivo principal de melhorar “a qualidade do gasto público”, promovendo o acesso, concorrência, imparcialidade e transparência, e permitindo o controle pela sociedade civil.

De acordo com a OCDE (2016), as instituições públicas, bem como as empresas estatais, precisam adquirir bens, serviços e obras, ou seja, realizar compras, para cumprirem as suas responsabilidades e deveres. O volume total das compras públicas, ou seja, a atividade governamental de aquisição de bens, serviços e obras representa 12% do PIB e 29% das despesas das administrações públicas nos países da OCDE, representando o valor de 4,2 trilhões de euros em 2013. A parte das compras públicas a nível subnacional representa 63% das compras públicas das administrações públicas nos países da OCDE.

Com a recente disponibilização dos dados das Compras Governamentais nos sítios “Portal de Compras do Governo Federal” e “DadosAbertos.gov” na internet, a extração de dados chega a ser estimulante para o pesquisador em Ciências Sociais realizar algum tipo de análise de integridade, contribuindo dessa forma para exercer a vigilância necessária ao exercício da cidadania democrática.

Nesse exercício de vigilância num dos sítios governamentais que reúne informações sobre aquisições públicas, verificou-se que o montante licitado nos últimos cinco anos é da ordem de 260 bilhões de reais, englobando todas as modalidades de licitações e que resultaram de 557.567 processos de compras.

Em relação às pesquisas nessas bases de dados, a grande maioria delas utiliza dados de aquisições de materiais e equipamentos na comparação com preços de mercado, por exemplo.

É pouco frequente as que verificam as contratações de serviço, pelo grau de dificuldade em se encontrar parâmetros semelhantes de preço de mercado, talvez pela especificidade envolvida nessa forma de contrato. Este tipo de lacuna se torna interessante para pesquisas.

Em se tratando de compras governamentais, uma das formas mais céleres e transparentes de se realizar uma aquisição de produto ou contratação de serviço é com a utilização da modalidade de licitação pregão, na sua forma eletrônica. Entretanto, apesar das vantagens obtidas com a implantação do pregão eletrônico nas licitações públicas, algumas irregularidades como as relacionadas ao superfaturamento e à combinação prévia dos licitantes, ainda aparecem na realização das concorrências. Para combater o problema, órgãos fiscalizadores dos gastos públicos, como o Tribunal de Contas da União-TCU, se esforçam para atender representações de licitantes que se sentem prejudicados em procedimentos licitatórios. A evolução do número de medidas cautelares adotadas pelo tribunal e que envolvem a suspensão de licitações demonstra a fragilidade da tecnologia mais utilizada pelo governo federal – o pregão eletrônico. (CONTAS ABERTAS, 2017).

Se é assim, em relação aos pregões eletrônicos no Brasil, faz-se relevante realizar pesquisas que visem verificar a integridade das disputas e ampliar o debate para um possível aperfeiçoamento com base científica.

1.1. DEFINIÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

O objeto estudado nesta pesquisa foram os Pregões Eletrônicos realizados na plataforma de Compras Públicas do Governo Federal Brasileiro, do ano de 2014 a 2018, que corresponde ao universo da pesquisa. Para certas análises específicas, foram utilizadas amostras deste universo.

Delimitou-se a presente pesquisa ao estudo das licitações eletrônicas tipificadas como Pregão Eletrônico, não inclusos aqui o Regime Diferenciado de Contratação-RDC, que embora sejam licitações eletrônicas, tem especificidades e regulamentação diversa à dos pregões e foram constituídos somente a partir de 2011. Foram analisados somente pregões para contratação de serviços, por terem em geral um só licitante vencedor por pregão, possibilitando fazer associação entre o licitante vencedor e as variáveis a serem analisadas e por ser um tipo de contratação com um grau de dificuldade em se encontrar parâmetros semelhantes de preço de mercado.

1.1.1. Problema de Pesquisa

No Brasil, o Conselho Administrativo de Defesa Econômica-CADE define que uma conduta anticompetitiva ou anticoncorrencial é qualquer prática adotada por um agente econômico que possa, ainda que potencialmente, causar danos à livre concorrência, mesmo que

o infrator não tenha tido intenção de prejudicar o mercado. O poder de mercado por si só não é considerado ilegal, mas quando uma empresa ou grupo de empresas abusa desse poder adotando uma conduta que fere a livre concorrência, a prática configura-se em abuso de poder econômico.

Esse abuso não está limitado a um conjunto restrito de práticas específicas, uma vez que a análise sobre a possibilidade de uma conduta causar dano à concorrência é complexa e são muitos os fatores analisados para que se possa caracterizar determinada prática como abuso.

Neste sentido, a Secretaria de Desenvolvimento Econômico-SDE classifica como as mais expressivas formas de práticas anticoncorrenciais, levando a graves problemas para a administração pública e muitas vezes resultando em corrupção, o “Conluio entre licitantes” ou Cartel em licitações, que tem por objetivo restringir ou eliminar a rivalidade entre participantes potenciais ou de fato de uma dada licitação, aumentando os preços pelos quais a Administração contratará determinado bem ou serviço e assim, aumentar o lucro das empresas licitantes e infratoras.

Dito isso, a questão a ser investigada nesta pesquisa é a seguinte:

Quais fatores estão associados à ocorrência de práticas anticoncorrenciais em Pregões Eletrônicos no âmbito do Sistema de Compras Públicas do Brasil, considerando a dinâmica deste processo sistêmico?

1.2. JUSTIFICATIVA

A relevância desta pesquisa para o desenvolvimento institucional e para a gestão pública é que, a partir dela, poder-se-á ter uma análise com profundidade do universo dos pregões eletrônicos, dos atores envolvidos, dos tempos componentes do processo e da sua dinâmica.

Diante dos valores envolvidos nos processos licitatórios, e da magnitude das práticas de corrupção no país, os benefícios gerados pelo estudo, em especial a proposta de políticas ou práticas para a gestão pública, têm o potencial de serem significativos.

Embora as compras públicas sejam alvo de pesquisas em diversas instituições, não se verifica a existência de estudos que abordem a utilização da Dinâmica de Sistemas como instrumento de análise e modelagem no contexto dos pregões eletrônicos, como essa pesquisa abordou.

Conforme trabalhos que usam análises quantitativas desenvolvidos por pesquisadores em ciência de dados em instituições como o NPGA/UFBA, CIMATEC/SENAI, CIDACS/FIOCRUZ, MIT/SLOAN, o IIASA e o UNU-WIDER - World Institute for Development Economics Research, da Universidade das Nações Unidas, a utilização de modelos dinâmicos podem facilitar o entendimento da realidade e na medida em que permitem simulações e análise de cenários, tem-se uma vantagem frente a outras abordagens que possibilitem somente a análise e interpretação de dados.

A pesquisa privilegiou, além da discussão teórica, uma minuciosa coleta e apuração dos dados e uma rigorosa validação do modelo proposto, como meio de contribuir para a ampliação do conhecimento científico em Administração.

1.3. OBJETIVOS E ETAPAS DA PESQUISA

A pesquisa teve um Objetivo Geral-OG, que foi desmembrado em 05 Objetivos Específicos-OE, a serem atingidos através de 03 etapas de pesquisa.

Objetivo Geral (OG):

Analisar os fatores determinantes e indícios da ocorrência de práticas anticoncorrenciais em Pregões Eletrônicos no âmbito do Sistema de Compras Públicas do Brasil e a dinâmica desse processo sistêmico, visando possibilitar a sugestão de ações para mitigar o problema.

Objetivos Específicos (OE):

OE1 - Analisar a conformidade dos Pregões Eletrônicos brasileiros à Lei-NB, visando identificar indícios de fraude para um aprofundamento da análise destes eventos.

OE2 - Analisar a participação dos concorrentes nos Pregões Eletrônicos, realizados no período escolhido, e identificar padrões de lances e de resultado, além de fatores em comum que sinalizem o problema de fraudes e práticas anticoncorrenciais.

OE3 - Estabelecer um modelo de análise de desempenho dos concorrentes em Pregões Eletrônicos que possibilite relacionar a ocorrência de práticas anticoncorrenciais com fatores chave ou determinantes.

OE4 – Desenvolver e calibrar um modelo que represente a Dinâmica das práticas anticoncorrenciais em Pregões Eletrônicos.

OE5 – Sugerir ações visando mitigar o risco da ocorrência de práticas anticoncorrenciais nos pregões eletrônicos, com base na análise de cenários.

Etapas da Pesquisa:

A **Etapa 1**, correspondente ao **OE1**, foi empírica e teve a função de coletar e analisar o conjunto de dados dos Pregões Eletrônicos no período definido e submeter a um teste inicial de integridade para gerar resultados positivos ou negativos acerca de indícios de anomalia, gerar possíveis questões para pesquisa e/ou hipóteses e identificar grupos de dados para maior aprofundamento na Etapa 2;

A **Etapa 2**, correspondente aos **OE2** e **OE3**, também empírica, tratou das análises estatísticas dos dados coletados e tratados na Etapa 1, porém sem limitar-se a estes. Nesta fase, também foram confrontadas as variáveis dependentes e explicativas, estimados modelos de regressão e desenvolvidos modelos de análise;

Finalmente, a **Etapa 3** foi analítico-sistêmica e respondeu aos objetivos propostos nos **OE4** e **OE5**, sendo a etapa de maior envergadura da pesquisa, pois exigiu metucioso trabalho do pesquisador, relativa necessidade de compreensão de novos métodos de simulação de cenários e grande capacidade de compreensão da realidade estudada, a fim de desenvolver e calibrar modelos matemáticos e sugerir, a partir do estudo de cenários, considerando o modelo desenvolvido, ações para mitigar o problema declarado na pesquisa.

Como dito anteriormente, a operacionalização da pesquisa foi feita em 03 etapas, com um artigo por etapa: a Etapa 1, correspondente ao OE1; a Etapa 2, para atingir aos OE2 e OE3 e a Etapa 3 referentes aos objetivos propostos nos OE4 e OE5, conforme detalhado no Quadro 1.

Na apresentação dos capítulos da tese, que coincide com a divisão dos artigos científicos preparados para fins, e como instrumento de divulgação científica, foram detalhadas, de forma descritiva e prática, as etapas relacionadas no Quadro 1.

A tese defendida nesta pesquisa é a seguinte:

“Há um conjunto de variáveis em escala micro e macro, propostas e testadas, que impactam a probabilidade de ocorrência de fraudes ou práticas anticoncorrenciais na licitação pública Pregão Eletrônico.”

Quadro 1 - Etapas da Pesquisa

Etapa	Indicador	Fonte de Dados	Instrumento de Coleta de Dados	Técnica de Tratamento de Dados	Questões investigadas
1	Frequências relativas dos primeiros dígitos 1 a 9, observadas em um conjunto de valores de pregões eletrônicos.	Portal de Compras do Governo Federal.	Extração em base de dados de resultados de Pregões Eletrônicos.	Análise de conformidade e validação pelo teste Qui-Quadrado(χ^2) de aderência.	Como a Lei-NB permite detectar fraudes nas licitações do sistema de compras públicas brasileiro?
1, 2 e 3	Observância aos aspectos legais da regulamentação	Leis, Decretos, Portarias e Instruções Normativas	Busca do arcabouço legal em bases de dados governamentais	Análise documental	Que aspectos legais envolvem a participação das Empresas nos Pregões Eletrônicos?
2	Teste de Hipóteses	Portal de Compras do Governo Federal e resultados da Etapa 1.	Extração em base de dados dos valores, tipos de serviço, CNPJ, UF, resultados de Pregões Eletrônicos e resultados da Etapa 1.	Análise Estatística utilizando o <i>Stata</i> 17	Que fatores estão associados à ocorrência de fraude e de práticas anticoncorrenciais no Sistema Eletrônico de Compras Públicas no Brasil?
3	Construção e validação de modelo matemático dinâmico. Simulações e análise de cenários foram realizadas	Portal de Compras do Governo Federal e resultados do Teste do modelo matemático	Dados de indicadores de corrupção, modelagem e Extração em base de dados.	Análise de conteúdo, Análise documental. Técnica de modelagem matemática da Dinâmica de Sistemas, utilizando o software VENSIM PLE 7.3.4	Que ações podem ser sugeridas visando mitigar o risco da ocorrência de práticas anticoncorrenciais nos pregões eletrônicos, com base na análise de cenários?

Fonte: Elaboração própria

² Qui-Quadrado- (χ^2) - Este teste serve para avaliar quantitativamente a relação entre o resultado de um experimento e a distribuição esperada para o fenômeno. Isto é, ele nos diz com quanta certeza os valores observados podem ser aceitos como regidos pela teoria em questão.

O Modelo de Análise, disposto no Quadro 2, está articulado com o conceito base da pesquisa, suas dimensões e os indicadores que foram operacionalizados.

Quadro 2 - Modelo de Análise (Framework)

Modelo de Análise		
Conceito	Dimensões	Indicadores
PRÁTICAS ANTI-CONCORRENCIAIS EM PREGÕES ELETRÔNICOS	Verificação de indícios de Fraudes em Pregões Eletrônicos - Dimensão Analítico-empírica	Frequências relativas dos dígitos 1 a 9, observadas na primeira posição em um conjunto de valores de pregões eletrônicos, por meio da Lei de Newcomb-Benford
	Conhecimento da Legislação sobre Pregão Eletrônico - Dimensão Legal	Observância aos aspectos legais da regulamentação
	A Integridade das disputas ocorridas no ambiente eletrônico- Dimensão Analítico-empírica	Teste de Hipóteses
	A Dinâmica da Corrupção no ambiente eletrônico do Sistema de Compras Públicas brasileiro - Dimensão Político/Analítica sistêmica	Construção e Validação do modelo matemático proposto, simulações e análise de cenários

Fonte: Elaboração própria

1.4 ESTRUTURA DA TESE

Para atender aos objetivos da pesquisa, cujo estudo se desenvolveu em 03 etapas, conforme já descrito, a tese foi escrita no formato “*Three Paper Thesis*”, sendo que para cada etapa foi gerado um artigo com potencial de ser submetido à publicação em revistas científicas com Qualis-CAPES que atenda aos requisitos do programa de doutoramento. O texto de uma tese segue os padrões dos trabalhos científicos, variando sua estrutura de acordo com o método escolhido e modalidade de trabalho. Recentemente, algumas universidades vêm adotando a modalidade de apresentação da tese com a inclusão de manuscritos resultantes da pesquisa, conhecida como “apresentação da tese no formato de artigos” (CUENCA et al, 2017)

A estrutura de tese em artigos, já se encontra difundida em diversas Universidades, inclusive na UFBA, USP e instituições ao redor do mundo, a exemplo da Universidade do Texas-Austin.

No âmbito do programa de doutorado do NPGA/UFBA, a informação acerca da possibilidade de utilização de defesa de tese no formato em questão está disposta em duas fontes, a primeira na Instrução Normativa 02/2014, aprovado pelo Colegiado do NPGA reunido em 28/03/2014, que dispõe sobre as modalidades de trabalho de conclusão dos cursos de doutorado e de mestrados acadêmico e profissional, aceitas pelo Núcleo de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal da Bahia. Esta instrução normativa prevê:

O colegiado do NPGA reunido em 28/03/2014, no uso das suas atribuições, resolve definir as modalidades de trabalho de conclusão dos cursos de doutorado, mestrado acadêmico e mestrado profissional, aceitas pelo Núcleo de Pós-Graduação em Administração:

1. Nos cursos de doutorado e de mestrado acadêmico, além de tese e dissertação no formato tradicional, conforme previsto no regimento do NPGA para os respectivos cursos, serão aceitas a título de trabalho de conclusão, teses e dissertações estruturadas na forma de artigos inéditos ou não, resultantes de trabalho de pesquisa desenvolvido pelos alunos durante o processo de elaboração do trabalho final;
2. Em qualquer uma das modalidades de tese, seja formato tradicional ou na forma de artigos, o doutorando deverá incluir no seu projeto de tese, a ser submetido ao exame de qualificação, o esboço de pelo menos 1 (hum) artigo relacionado à pesquisa desenvolvida para a tese.

A outra fonte onde se encontra informação a respeito é no próprio sítio do NPGA, que disponibiliza brochura que traz a seguinte informação:

TESE DE DOUTORADO NPGAS3

Ementa

Aprovada pelo colegiado do programa, a comissão julgadora é composta por, no mínimo, cinco examinadores (doutores, especialistas de reconhecida competência): o orientador, um membro do programa e três membros externos ao programa, preferencialmente de outra instituição. O julgamento da tese é feito mediante defesa oral, em sessão pública do programa, com emissão de parecer pela comissão julgadora.

Objetivos

Atividade de apresentação, defesa e avaliação da tese de doutorado.

Conteúdos

Um exemplar da tese é enviado para cada membro da comissão julgadora pela secretaria do programa no prazo de aproximadamente 30 dias antes da data definida para a defesa oral. O formato da tese pode ser tradicional (conforme previsto no regimento do NPGA) ou na forma de artigos (inéditos ou não), resultantes do trabalho de pesquisa do estudante durante o curso. A comissão julgadora pode condicionar a emissão de pareceres finais à efetivação de reformulações que, embora necessárias, não impliquem alteração fundamental do trabalho. O doutorando dispõe de 60 dias para efetivar as reformulações e as encaminhar ao presidente da comissão julgadora.

A estrutura de tese aqui apresentada buscou seguir a todos os requisitos dispostos na Instrução Normativa Nº 02/2014, do NPGA, assim como os requisitos da ementa atual da disciplina NPGAS3 “Tese de Doutorado”, constante em seu sítio, e na brochura do programa.

Desta forma, esta tese no formato de “três artigos” verificou analítica e empiricamente a integridade de aquisições públicas por pregões eletrônicos no âmbito do Sistema de Compras Públicas do Brasil, considerando também a dinâmica deste processo sistêmico. Foi efetuada uma Análise com base nas contratações de serviços ocorridas no Portal de Compras do Governo Federal brasileiro, no período de 2014 a 2018, visando possibilitar a sugestão de ações para mitigar o problema.

O primeiro estudo, artigo 1, utilizou a Lei de Newcomb-Benford - NB, ou Lei dos Números Anômalos, para analisar valores dos Pregões Eletrônicos mencionados, visando identificar indícios de fraude. Os resultados deste estudo apontam haver indícios estatisticamente significantes de ocorrência de fraude na população avaliada.

O segundo estudo, artigo 2, utilizou o modelo de Regressão logit, com uma variável dependente binária para modelar a probabilidade de fraude, y , em função de um vetor, x , de variáveis explicativas formadas pelas características do Processo Licitatório e do Fornecedor, e com isso, quantificou-se em termos probabilísticos, a relação entre as variáveis explicativas e a ocorrência de fraude nos pregões e ainda analisou-se qual o efeito marginal, em termos probabilísticos, de uma dada variável explicativa sobre esta probabilidade.

Na última etapa da pesquisa, o artigo 3, foi utilizada a técnica de modelagem matemática da Dinâmica de Sistemas para analisar a relação entre diversos componentes e variáveis do sistema de Pregões Eletrônicos, visando ao desenvolvimento e calibração do modelo matemático, a análise de cenários e a proposição de ações estratégicas visando mitigar o risco da ocorrência de práticas anticoncorrenciais nos pregões eletrônicos.

O presente trabalho está dividido em cinco seções: após esta introdução, apresentam-se os três capítulos em forma de artigo científico e, por fim, as considerações finais da tese e recomendações.

2. ARTIGO 1- COMPRAS PÚBLICAS NO BRASIL: INDÍCIOS DE FRAUDES USANDO A LEI DE NEWCOMB-BENFORD (LEI-NB)

RESUMO

Este artigo utiliza a Lei de Newcomb-Benford (Lei-NB), ou Lei dos Números Anômalos, para análise empírica exploratória dos valores de pregões eletrônicos ocorridos no Portal de Compras do Governo Federal brasileiro e constantes no site “DadosAbertos.gov.br”. Nas análises foram consideradas todas as contratações de serviços no período de 2014 a 2018. O objetivo da pesquisa foi analisar a conformidade dos pregões eletrônicos mencionados à Lei-NB, visando a verificar anomalias que representam indícios de fraude. Pode-se afirmar que há anomalia estatisticamente significativa na análise do primeiro dígito dos valores licitados nos pregões eletrônicos das licitações. Constata-se também que os pregões com primeiro dígito de números 4, 8 e 9 são os que apresentaram maiores diferenças entre o valor observado e o valor esperado, levantando a hipótese de que esses representam os pregões com maior incidência/probabilidade de desvios. O estudo, pioneiro nesse tipo de análise na base de dados brasileira, visa a contribuir para a literatura focada na detecção de “fraudes contábeis ou financeiras” no setor público. Os resultados da pesquisa indicam que podem contribuir, também, para a prática da fiscalização na gestão pública. A principal limitação do estudo é a impossibilidade de aplicação do teste-Z, para fins de conferir maior robustez ainda às conclusões do trabalho. Além disso, é importante salientar que não se pode descartar por completo a possibilidade de os resultados obtidos, ao invés de revelarem indícios de fraudes, indicarem uma possível ocorrência de erros persistentes na atribuição e/ou contabilização dos valores. É recomendado aprofundar a análise das licitações estudadas, visando a confirmar os indícios constatados, e focar em estudos baseados na economia da corrupção nas questões que envolvem a detecção de fraudes, a fim de que a corrupção se torne inviável ou inoportuna.

PALAVRAS-CHAVE: Compras Públicas. Pregão eletrônico. Corrupção. Lei de Newcomb-Benford. Fraude em licitações.

ABSTRACT

This paper uses the Newcomb-Benford Law (NB-Law), or Law of Anomalous Numbers, for an exploratory empirical analysis of the values of electronic auctions that occurred in the Brazilian Federal Government's Purchasing Portal and data contained in the website "DadosAbertos.gov.br". In the analyses, all service contracting in the period from 2014 to 2018 were considered. The objective of the research is to analyze the conformity of the mentioned electronic auctions to the Law-NB, aiming to verify anomalies that represent indications of fraud. It can be stated that there is a statistically significant anomaly in the analysis of the first digit of the values bid in the electronic bidding sessions. It was also found that the auctions with the first digit of numbers 4, 8 and 9 are the ones that presented the greatest differences between the observed value and the expected value, raising the hypothesis that these represent the auctions with the highest incidence/probability of deviations. The study, a pioneer in this type of analysis in the Brazilian database, aims to contribute to the literature focused on the detection of "accounting or financial fraud" in the public sector. The results of the research indicate that they may also contribute to the practice of checking in public management. The main limitation of the study is the impossibility of applying the Z-test, in order to make the conclusions even more robust. In addition, it is important to emphasize that one cannot completely rule out the possibility that the results obtained, instead of revealing signs of fraud, indicate a possible occurrence of persistent errors in the attribution and/or accounting of values. It is recommended to deepen the analysis of the studied bids, aiming at confirming the evidences found, and to focus on studies based on the economy of corruption in the issues involving the detection of frauds.

KEYWORDS: Public procurement. Electronic auction. Corruption. Newcomb-Benford law. Bidding frauds.

2.1 INTRODUÇÃO

Sacramento e Pinho (2018) mencionam que não é exagero afirmar que a percepção dominante no Brasil sobre corrupção é a de que este fenômeno assumiu um caráter sistêmico. Tal entendimento seria consequência da exposição diária de escândalos envolvendo tanto os poderes do Estado como as organizações privadas, e em todas as esferas de governo.

Rose-Ackerman (1997) esclarece que o problema da corrupção surge da diferença da função utilidade do principal e do agente. Enquanto o governo busca o ótimo social, o funcionário busca o ótimo privado, que, muito provavelmente, diverge do ótimo anterior. A corrupção sistêmica mina a legitimidade dos governos, especialmente nas democracias, podendo até levar a golpes por líderes não democráticos. Em contrapartida, os governos não democráticos podem usar a corrupção para manter o poder ao espalhar seus benefícios. Se os indivíduos mais ricos e poderosos fazem parte de uma rede de ganhos e favores corruptos, a ameaça de exposição pode ajudar os governantes atuais a manterem o poder. Assim, a corrupção não precisa ser desestabilizadora, mas sempre corre contra as normas de negociação aberta e justa (ROSE-ACKERMAN, 1997).

Em contextos concorrenciais, aquisições são comumente projetadas para selecionar o fornecedor mais eficiente em um grupo de empresas concorrentes e maximizar as economias do comprador (ALBANO; BUCCIROSSI; SPAGNOLO; ZANZA, 2006). A concorrência não é, no entanto, o cenário preferido das empresas, que não gostam de concorrer (O'FARRELL; HITCHENS; MOFFAT, 1992), e possivelmente prefeririam coordenar suas ações a fim de suavizar a concorrência de preços e aumentar o lucro conjunto. Tal coordenação, seja explícita ou tácita, é ao mesmo tempo tentadora e viável, já que a maioria das aquisições se repete ao longo do tempo. O objetivo da maior parte das empresas é maximizar os lucros. Seu comportamento é afetado pelo montante das regras e regulamentos que o setor público decide impor ao setor privado, sendo que uma segunda influência sobre o comportamento das empresas resulta de monitoramento pelo setor público para garantir o cumprimento de seus regulamentos (NAVOT; COHEN, 2015).

Em 2016, o governo federal gastou R\$ 49 bilhões em bens, ou seja, em materiais e equipamentos, e R\$ 40 bilhões em contratação de serviços (Empresa Brasil de Comunicação, 2017). Segundo a OCDE (2008), a contratação eletrônica desempenha um papel importante para minimizar o risco de corrupção nestes contratos públicos. A luta contra a corrupção nos últimos anos foi estabelecida pela União Europeia como um dos principais objetivos da moderna regulamentação e política de compras públicas. (MIRANZO DIAZ, 2017).

O pregão eletrônico substituiu outros métodos de licitação, como a concorrência, a tomada de preços e a carta-convite. O sistema já funciona em diversos Estados, com grandes vantagens para os participantes, sejam órgãos estatais, empresários ou observadores. Por esta razão, a modalidade de licitação pregão, na sua forma eletrônica, é o foco deste estudo.

O Brasil encontra-se na 96.^a posição no ranking de percepção de corrupção da Transparência Internacional de 2017, sendo que no ano anterior ocupava a 79.^a posição (TRANSPARENCY INTERNATIONAL, 2018). Segundo Campos (2012), a pesquisa de percepção sobre corrupção originou-se nas agências especializadas em analisar os riscos dos investimentos. Com base nos levantamentos dessas instituições, a organização de combate à corrupção Transparência Internacional elaborou o Índice de Percepção de Corrupção, que ordena os países do mundo de acordo com o grau em que a corrupção é percebida pelos entrevistados, que variam de executivos de grandes empresas, funcionários públicos de alto escalão, a juristas, professores e até jornalistas.

Mesmo com as aparentes vantagens obtidas com a implantação do pregão eletrônico nas licitações públicas, algumas irregularidades como as relacionadas à utilização de robôs para dar lance, ao superfaturamento e à combinação prévia dos licitantes, podem ainda estar ocorrendo na realização das concorrências. Segundo o Contas Abertas (2017), a evolução do número de medidas cautelares adotadas pelo Tribunal de Contas da União e que envolvem a suspensão de licitações demonstra a fragilidade da tecnologia mais utilizada pelo governo federal – o pregão eletrônico. Neste sentido, em relação aos pregões eletrônicos no Brasil, faz-se relevante esta pesquisa, a fim de verificar a integridade das disputas e ampliar o debate para um possível aperfeiçoamento com base científica.

O objetivo da pesquisa é analisar a conformidade das licitações à Lei-NB no ambiente dos pregões eletrônicos analisados, como uma estratégia de identificação de anomalias, as quais representam indícios de fraudes. A partir dos resultados obtidos, é possível indicar quais grupos de licitações têm maior desvio em relação à mencionada lei, indicando probabilidade de fraudes, conforme observam Costa, Santos e Travassos (2012). Visa-se, com isso, a responder à seguinte questão de pesquisa:

Como a Lei-NB permite detectar fraudes nas licitações do sistema de compras públicas brasileiro?

O estudo, pioneiro no uso da Lei-NB no setor de compras públicas brasileiro, reveste-se de relevância no sentido de que seus resultados podem contribuir para a acumulação de

conhecimentos empíricos e teóricos, ampliando bases mais seguras para ação de governos e da sociedade no sentido de combate à corrupção e, conseqüentemente, de maior efetividade e eficiência dos gastos públicos. Espera-se contribuir para a literatura focada na detecção de fraudes contábeis ou financeiras no setor público, e para a prática da fiscalização na gestão pública.

O presente trabalho está dividido em cinco seções: após esta introdução, apresentam-se a revisão da literatura e o referencial teórico. Em seguida, chega-se à hipótese do estudo, para então revelar-se a coleta dos dados e os métodos de pesquisa. Na seção seguinte apresentam-se os resultados e a discussão, e, por fim, a conclusão com as implicações práticas e limitações.

2.2 REVISÃO DA LITERATURA

Nesta seção apresentam-se e discutem-se teorias, argumentos e polêmicas essenciais no campo e destacam-se pesquisas já realizadas, identificando lacunas e escolhendo estratégias teóricas e metodológicas para reduzi-las e contribuir para o avanço do conhecimento sobre o objeto da pesquisa (GRAY, 2012). Para tanto, a revisão da literatura encontra-se dividida em três tópicos: Economia da corrupção, que é o marco teórico da pesquisa, Fraudes em licitações públicas feitas por meio de pregões eletrônicos, e, por fim, a Lei-NB, o problema de pesquisa e suas hipóteses.

2.2.1 Economia da corrupção

Entende-se por “corrupção” todos os tipos de comportamento em que alguém que está em uma posição de confiança faz mau uso dessa posição em benefício próprio. Em suas diretrizes de compras, o Banco Mundial define uma “prática corrupta” como “Oferecer, dar, receber ou solicitar, direta ou indiretamente, qualquer coisa de valor para influenciar a ação de um funcionário público no processo de aquisição ou contrato (LENGWILER; WOLFSTETTER, 2006).

A Economia da corrupção teve suas origens com os trabalhos de Becker (1968) e Rose-Ackerman (1975). Para Becker (1968), os indivíduos e o Estado otimizam suas funções utilidade, inclusive no caso de ilicitudes, avaliando a relação custo/benefício de suas ações, encontrando um “ponto ótimo” da prática ilegal – o indivíduo avalia o ganho esperado como benefício e a pena esperada como custo, enquanto o Estado avalia o bem-estar da sociedade (segurança) como benefício e o gasto com segurança pública, justiça e reclusão como custo. Seguindo essa linha de raciocínio, Rose-Ackerman (1975) analisa a corrupção com um enfoque no modelo principal-agente. No modelo, o principal (governo) delega tarefas aos seus

funcionários (agentes), que as executam estando sujeitos a propostas de suborno pelos influenciados pela tarefa. Ainda segundo Rose-Ackerman (1997), se a probabilidade de detecção e punição é alta, os subornos podem não valer a pena.

Por sua vez, Søreide (2002), afirma que a principal razão para o suborno em compras públicas, no entanto, é provavelmente porque todos acreditam que todo mundo está envolvido em tal tipo de negócio. Perder um contrato porque um concorrente subornou deve ser muito frustrante. Esse problema de informação oculta é refletido no modo como todas as empresas envolvidas pagam um suborno, mesmo se estivessem em melhor situação sem corrupção (dilema do prisioneiro)³. Assim, as empresas que subornam as autoridades parecem esquecer a externalidade negativa que impõem a outras empresas, bem como o agravamento de seu ambiente econômico.

Miranzo Diaz (2017) assevera que a abordagem do problema da corrupção estabelece a necessidade de decisões estratégicas, a implementação prática de princípios de integridade e seus conceitos relacionados, e ainda, justifica a adequação da promoção de implementação de medidas anticorrupção. Nesse sentido, aumentar os mecanismos de detecção de fraudes e práticas anticoncorrenciais em pregões eletrônicos coaduna-se à teoria supracitada.

Segundo Tóth e Hadju (2017), os estudos atuais abordam os riscos de corrupção e seus mecanismos de integridade e estes devem ser complementados, por exemplo, com indicadores de integridade de entidades contratantes, entendendo-se que, se existem estes esforços de integridade, há uma atividade de *compliance*, ou seja, políticas, diretrizes e normas estabelecidas para o negócio e para as atividades da instituição ou empresa. Como os dados elementares sobre as compras públicas estão disponíveis, podem ser analisados em qualquer nível de agregação (por exemplo: grupos de empresas, municípios, unidades administrativas, programas operacionais). Sendo assim, tem-se respaldo teórico à proposição de melhorias no sistema de monitoramento dos pregões eletrônicos.

2.2.2 Fraudes em licitações públicas feitas por meio de pregões eletrônicos

A corrupção necessariamente envolve um agente público, cujo poder a ele confiado é usado para obter ganhos privados (TRANSPARENCY INTERNATIONAL, 2018).

³ O Dilema do Prisioneiro é um dos exemplos mais famosos de aplicação da teoria do jogo. Proposto por Melvin Dresher e Albert Tucker (1950), o jogo, em suma, propõe uma situação em que dois jogadores devem escolher entre cooperar e não cooperar simultaneamente. Se ambos os jogadores cooperarem, o pagamento é bom para ambos os jogadores e tem valor B, se ambos os jogadores não cooperarem o pagamento para ambos tem valor C, e se os jogadores tomarem decisões diferentes, aquele que coopera tem resultado D e aquele que não coopera tem resultado A. Então $A > B > C > D$. (ALMEIDA; CHACHA, 2014)

Já a fraude é caracterizada quando agentes públicos ou privados agem para a obter vantagens ilícitas, ocultam suas decisões e seus respectivos efeitos.

Fraude e corrupção, apesar de similares na violação ética, são eventos diferentes (JAMAL; JOHNSON; BERRYMAN, 1995). A fraude é a ação intencional promovida em proveito próprio por um agente em prejuízo de outrem, fazendo valer para si a lei do menor esforço. Iudícibus, Marion, Pereira e Slomski, (2001) conceituam a fraude em contabilidade como o ato de enganar para seu próprio benefício, podendo ser caracterizada como roubo, desfalque, estelionato, falsificação. Por sua vez, Costa e Jr. (2012) conceituam a fraude como um conjunto de ações ilícitas executadas de forma premeditada pelos autores, que visam ao atendimento de interesses próprios, mas causam prejuízos ao patrimônio de terceiros.

Segundo Hanák (2018), quando certos princípios e limitações são respeitados, o pregão eletrônico pode ser utilizado com sucesso para a aquisição de bens, serviços e obras. Ressalvando que no Brasil o pregão eletrônico ainda não é permitido para obras. Ainda conforme os resultados da pesquisa de Hanák (2018), os dados mostram claramente como os atuais usuários de pregão eletrônico percebem diferentemente os efeitos dos pregões, especialmente no contexto de preço e qualidade. Compradores não usuários presumem que os pregões têm um impacto positivo na transparência do processo e acreditam que a economia financeira pode ser obtida por meio do pregão eletrônico. No entanto, os fornecedores entrevistados estão preocupados com a diminuição do número de concorrentes e com a qualidade.

Nos últimos anos, as autoridades governamentais têm cada vez mais utilizado a internet para processos de contratação pública. O principal objetivo aqui seria "a qualidade do gasto público", promovendo acesso, concorrência, imparcialidade e transparência e permitindo o controle pela sociedade civil. O pregão eletrônico é sinônimo de instrumento de eficiência nas compras e contratações públicas, e economicidade e celeridade são suas principais marcas; porém o sistema não está livre de fraudes. (LIMA, 2016).

Segundo o TCU (2018), o risco de fraude e corrupção é reduzido se a organização conhece bem os terceiros com quem está lidando, especialmente nas compras mais significativas, em que o risco de recebimento de propina e comissões secretas é alto.

De acordo com Albano e outros (2006), por sua vez, o surgimento de "cartéis de licitação" nas aquisições, isto é, acordos colusivos nos processos de licitação, é impulsionado por forças muito semelhantes às que regem a formação de cartéis em mercados oligopolistas, tidos como uma associação de empresas visando a predefinir o ganhador.

O pregão eletrônico foi criado com o intuito de facilitar as licitações e garantir maior competição, permitindo que todos os interessados participem sem ter que se deslocar ao local do certame. Como já mencionada, a primeira grande polêmica quanto ao pregão eletrônico é a utilização de softwares pelos licitantes, pois alguns possuem inteligência artificial e são chamados de robôs, cujo uso, mesmo não sendo proibido por lei, podem ser interpretados como prática anticoncorrencial. Esses robôs são utilizados para detectar algum tipo de lance e imediatamente cobrir o lance ofertado, normalmente com centavos de diferença. Como a finalização da fase de lances é aleatória, o vencedor acaba sendo consagrado através de sorte. (CAMPANA, 2018)

Lengwiler e Wolfstetter (2006) dizem que os pregões são um mecanismo eficiente para se contratar. É por isso que têm sido usados há séculos, na forma clássica, como leilões, e estão sendo usados com mais frequência. Mas não são imunes a manipulações por meio de conluio e corrupção. Os autores explicam que “conluio significa que os licitantes coordenam suas ações com a intenção de aumentar o preço. Corrupção significa que a pessoa que dirige o leilão, o leiloeiro, distorce as regras do leilão em favor de algum licitante (s) em troca de subornos.” Assim, corrupção e conluio às vezes são interligados. (IUDÍCIBUS, MARION, PEREIRA; SLOMSKI, 2001; LENGWILER; WOLFSTETTER, 2006; ROSE-ACKERMAN, 1975).

Segundo Rebouças, e outros (2017), no Brasil, o pregão eletrônico no sistema Comprasnet fomenta negócios da ordem de bilhões de reais todos os anos, e empresas fornecedoras de serviços e produtos podem estar utilizando este meio como oportunidade de realizar transações visando a maiores lucros, às vezes de maneira ilícita.

Em trabalho mais recente, o TCU (2018) mapeou o risco de exposição à fraude e corrupção na Administração Pública Federal, no Brasil, utilizando uma escala de “Poder Econômico” em associação a um Índice de Fragilidade de Controles de Fraude e Corrupção. O tribunal concluiu que existe forte ligação entre a incidência de fraude e corrupção, e fracos controles preventivos, considerando ainda que, em muitos casos em que a fraude e a corrupção são detectadas, é possível que tenham ocorrido falhas nos controles preventivos, que permitiram que o incidente ocorresse, sendo que tais controles funcionam dissuadindo o cometimento da fraude e da corrupção. Esses controles preventivos incluem bom sistema de governança, gestão de risco de fraude e corrupção, treinamento antifraude/anticorrupção e dispositivos tecnológicos de monitoramento e detecção de indícios dessas práticas.

De acordo com Bajari, Mc Millan e Tadelis (2009), a licitação é entendida por selecionar o licitante de menor custo, evitar a corrupção e o favoritismo, porém se opõe à eficiência e oferece um ponto de referência claro com o qual comparar as ofertas.

Em contraponto, Campana (2018) ressalta que a ideia do pregão eletrônico é extremamente vantajosa para a administração pública, pois garante maior concorrência ao certame, visto que permite maior quantidade de licitantes devido ao seu acesso ser online.

Neste sentido, não é surpresa que muitos governos, sejam eles estaduais, municipais ou estrangeiros, tem investido cada vez mais para dotar suas estruturas de compras com profissionais e meios capazes de utilizar o pregão eletrônico na garantia da transparência, efetividade e celeridade nas compras públicas.

Ao pregão eletrônico não se podem atribuir as fraudes ou quaisquer facilidades de combinação de propostas ou direcionamento do certame, pois, ao contrário de todas as modalidades disponíveis, esse modelo, como regra, apresenta-se como a melhor opção para o atendimento dos três objetivos da licitação dispostos no art. 3º da Lei nº 8.666/1993: “a garantia da isonomia, a seleção da proposta mais vantajosa para a administração e a promoção do desenvolvimento nacional sustentável.” (BARCELOS, 2018)

Um dos métodos utilizados para verificação de indícios de fraudes ou anomalias em dados de diversos tipos é a Lei-NB, abordada a seguir.

2.3 A LEI-NB

A Lei-NB foi desenvolvida por Newcomb (1881) e Benford (1938), autores que evidenciaram que as probabilidades de ocorrência de valores iniciados por dígitos menores são superiores às probabilidades de ocorrência de valores 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; o número 1 aparece em, aproximadamente, 30% dos dados, enquanto o 9 não atinge 5% desses valores. Isso é exemplificado na Tabela 1.

Tabela 1 - Frequências dos primeiros dígitos de valores, segundo a Lei-NB

Primeiro dígito	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total
Porcentagem (%)	30,00	17,67	13,00	9,00	8,33	6,33	5,67	5,67	4,33	100,00

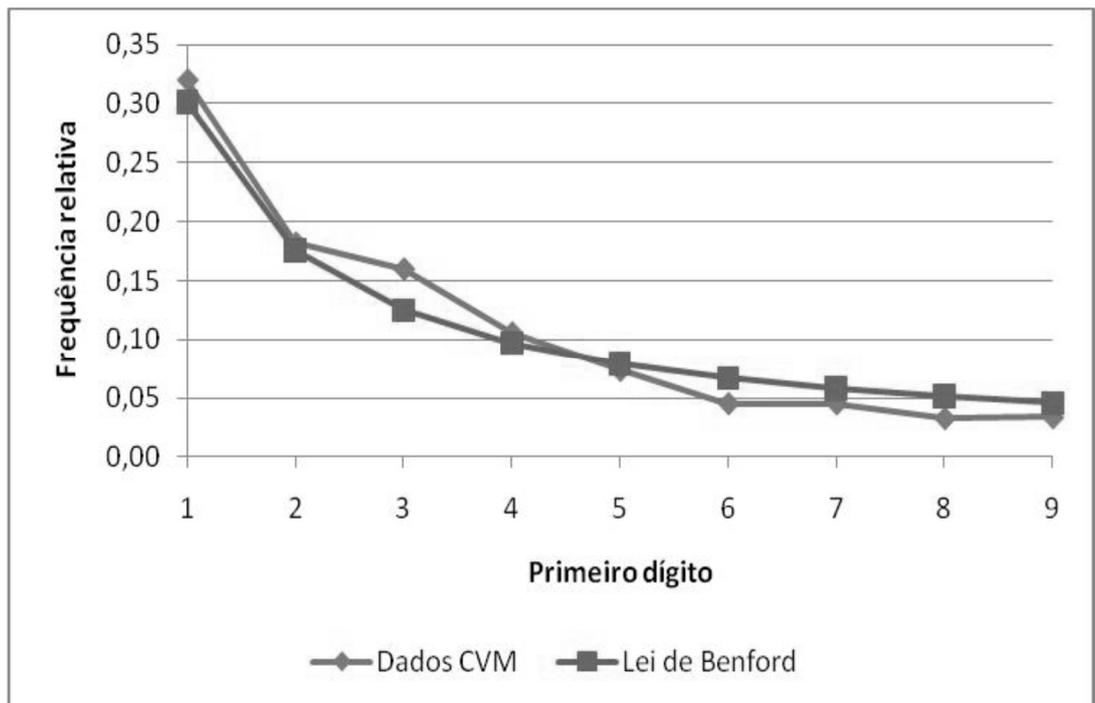
Fonte: Adaptado de Kira e Teixeira (2016, p. 1).

O axioma da dedução das probabilidades de ocorrência dos números 1 a 9 nos primeiros dígitos significativos foi inicialmente obtida por Benford (1938), sendo amplamente utilizada e aperfeiçoada por Hill (1995a,1995b). A probabilidade $P(d)$ de o número d ocorrer como primeiro dígito significativo é obtida pela equação:

$$P(d) = \log_{10} \left(1 + \frac{1}{d} \right) \quad (1)$$

Essa mesma aplicação pode ser válida para preços, como os valores (em reais) de 1.274 notas fiscais oriundas da Comissão de Valores Mobiliários-CVM, demonstrada na Figura 2:

Figura 2 - Frequências dos primeiros dígitos em notas fiscais oriundas da CVM



Fonte: Kira e Teixeira (2016, p. 1).

Autores como Hill (1995a,1995b), Pinkham (1961) e Raimi (1969) mostraram que a Lei-NB se aplica em dados de natureza numérica que apresentem invariância com respeito à escala e que advenham de uma natureza aleatória.

Nesse sentido, dados de fluxos financeiros têm recebido bastante atenção na literatura como passíveis de aplicações utilizando-se essa lei.

No Quadro 3, encontra-se uma síntese da utilização da Lei-NB por diversos autores, de diferentes áreas do conhecimento científico, a fim de se fortalecer a justificativa de utilização do método no presente artigo.

Quadro 3 - Síntese da utilização da Lei-NB por diversos autores

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

continua

Quadro 3 (continuação)

Autor/Ano	Título do trabalho	Área	Contribuições
Cunha e Bugarin 2014 2017	Lei de Benford e auditoria de obras públicas: uma análise de sobrepreço na reforma do Maracanã Lei de Benford aplicada à auditoria da reforma do Aeroporto Internacional de Minas Gerais	Gestão Pública	Fizeram análise de sobrepreço em obras públicas.
Kira e Teixeira 2016	Lei de Benford e aplicações	Matemática	Resumiram, de forma intuitiva, o que se conhece como a “Lei-NB” para a distribuição de probabilidade do primeiro dígito de números de um conjunto de dados.
Tóth e Hadju 2017	Intensity of Competition, Corruption Risks and Price Distortion in the Hungarian Public Procurement – 2009–2016	Gestão Pública	Fizeram análise da corrupção no recebimento de recursos e aquisições do governo húngaro.

Fonte: Elaboração própria

Conforme se observa no quadro 3, o trabalho mapeado mais antigo que aplicou a Lei-NB no auxílio à detecção de irregularidades financeiras foi de Varian (1972). Dois estudos de Nigrini (1996, 1999) evidenciam possibilidades de utilização da mesma Lei nas áreas contábil, de auditoria e forense. Mais recentemente, estudos conduzidos por Vellez (2011), Costa e outros (2012), Cunha e Bugarin (2014), Kira e Teixeira (2016), Bugarin e Cunha (2017) e Tóth e Hajdu (2017) consolidam a utilização da Lei-NB em estudos dentro da abordagem de economia da corrupção.

Há uma vasta literatura focada especificamente na análise de valores financeiros e contábeis, a qual indica que a não observância à Lei-NB está ligada à fraude. Lu, Boritz e Covvey, (2006) demonstraram que a Lei-NB pode ser usada mesmo com conjuntos de dados incompletos para identificar transações fraudulentas. Eles combinaram essa lei com o aprendizado reforçado e criaram uma abordagem de detecção de fraudes. Transações fraudulentas foram detectadas calculando os desvios das distribuições esperadas da Lei-NB. De acordo com os autores, qualquer anomalia indica uma alta probabilidade de uma transação fraudulenta. De forma similar, Tóth e Hadju (2017) utilizaram a Lei-NB para verificar as compras públicas na Hungria, e argumentam que a lei aponta indícios de corrupção no recebimento de recursos e aquisições. Cunha e Bugarin (2014; 2017) afirmam que os desvios estatisticamente significantes em relação à lei-NB levantam suspeita de fraudes financeiras. Costa e outros (2012) propõem que a ocorrência dos desvios no comportamento dos dígitos indica a possibilidade de ocorrência de erros e fraudes praticados de forma reiterada. Berton

(1995) estudou a detecção de fraudes financeiras, também usando Lei-NB. Bhattacharya (2002) indicou como essa lei pode auxiliar os auditores a rastrear os autores de fraudes financeiras. Das e Zhang (2002), igualmente a Carslaw (1988) e a Caneghem (2002) estudaram a manipulação dos ganhos (lucros) por ações por parte de empresas, concluindo pela existência de evidências da presença de arredondamentos para cima nas transações que aumentavam o lucro e desempenho das empresas. O já citado autor Nigrini, em diversos estudos (Nigrini, 1996; 1999; 2005) aponta que desvios significantes em relação à Lei-NB estão ligados à alteração intencional de dados, ou seja, fraudes por majoração de valores financeiros.

Fica claro, portanto, que desvios significantes à Lei-NB podem ser encarados como forte evidência da presença de fraudes. Diversos tipos de fraude são possíveis no ambiente de licitações eletrônicas, os quais foram discutidos na subseção anterior.

Diante da discussão previamente realizada, que abordou vantagens e fragilidades potenciais dos pregões eletrônicos realizados no Brasil, e a apresentação de um dos métodos utilizados para verificação de indícios de fraudes ou anomalias em dados de diversos tipos, levanta-se a seguinte hipótese:

H1: O primeiro dígito dos valores de serviços licitados nos pregões eletrônicos do setor público brasileiro, entre 2014 e 2018, destoa da distribuição natural expressa pela Lei-NB.

2.4 COLETA DOS DADOS E MÉTODO DE INVESTIGAÇÃO

A metodologia utilizada nesta pesquisa consistiu na realização de análise empírica exploratória com base no uso da Lei-NB em um conjunto de dados. A pesquisa utilizou os dados constantes do Portal de Compras do Governo Federal e no recém-criado “DadosAbertos.gov.br”. Em um primeiro momento foi construído um banco de dados, com informações dos vencedores das licitações e seus valores contratados, extraídas do Portal de Compras do Governo Federal e do sítio “DadosAbertos.gov.br”. O montante licitado no período é da ordem de R\$ 260 bilhões, englobando todas as modalidades de licitação, que resultaram em 557.567 processos de compras. Os dados filtrados pelo período pesquisado e pela modalidade e forma da licitação atingem o montante de mais de R\$ 120 bilhões somente em aquisições por pregão eletrônico, com realização de 111.068 desses pregões.

Como o foco da pesquisa são os pregões para contratação de serviços, pois estes em geral têm um só licitante vencedor por pregão, efetuou-se este filtro, resultando num universo de 41.898 pregões, na modalidade de licitação, pregão, na forma eletrônica e para contratação

de serviços, sendo desprezados 4.713 pregões com valores zerados ou abaixo de R\$ 1, resultando em 37.184 pregões para submeter à análise.

A avaliação, realizada com foco na distribuição do primeiro dígito significativo (diferente de zero), foi feita sobre as frequências relativas dos números 1 a 9, observadas na primeira posição no conjunto de valores de pregões eletrônicos selecionados, sendo essas as variáveis de análise também utilizadas por Carslaw (1988), Nigrini (1996), Costa e outros (2012), Cunha e Bugarin (2014) e Kira e Teixeira (2016). Nas análises foram consideradas todas as contratações de serviços num intervalo de cinco anos, 2014 a 2018. Então foi verificada a aderência dos dados à Lei-NB, para identificação de desvios.

Quanto à justificativa do período utilizado, que se inicia em 2014, justifica-se em razão da instituição, em janeiro daquele ano, da Lei Anticorrupção no Brasil, e vai até o ano imediatamente anterior ao início da pesquisa. Não foi incluído aqui o Regime Diferenciado de Contratação-RDC, que, embora seja constituído de licitações eletrônicas, contém especificidades e regulamentação diversas das dos pregões.

Neste sentido, foram analisados somente pregões para contratação de serviços, por terem em geral um só licitante vencedor por pregão, possibilitando a associação entre o licitante vencedor e as variáveis a serem analisadas, e por serem meio para um tipo de contratação em que há um certo grau de dificuldade em encontrar parâmetros semelhantes de preço de mercado. Isso ocorre porque a licitação de serviços possui especificidades e diversidades, refletidas em variáveis como local, prazo de execução, período de execução etc.

Portanto, os pregões de serviços facilitam a associação posterior entre a licitação, o seu valor e o licitante vencedor, além de ser um tipo de contratação com maior variação de preços de mercado, tornando este filtro ou estrato mais interessante para a análise.

O Portal de Compras do Governo Federal foi escolhido em razão de sua maior abrangência e utilização de dados abertos.

De acordo com a premissa utilizada também por Diniz, Corrar e Slomski (2010), os desvios significantes sinalizados pela análise dos resultados a seguir são indicadores da interferência humana no comportamento natural dos números no primeiro dígito significativo dos valores dos pregões eletrônicos avaliados, sendo que esta interferência constitui um indício da ocorrência de fraudes.

A validação foi feita pelo teste χ^2 de aderência (a um nível de significância de 5%).

Foram utilizados os softwares Microsoft Excel e o pacote estatístico *Stata* 15.

2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As frequências, absoluta e percentual, dos valores no dígito inicial das licitações, obtidas pelo recurso de tabela dinâmica, estão apresentadas na Tabela 2.

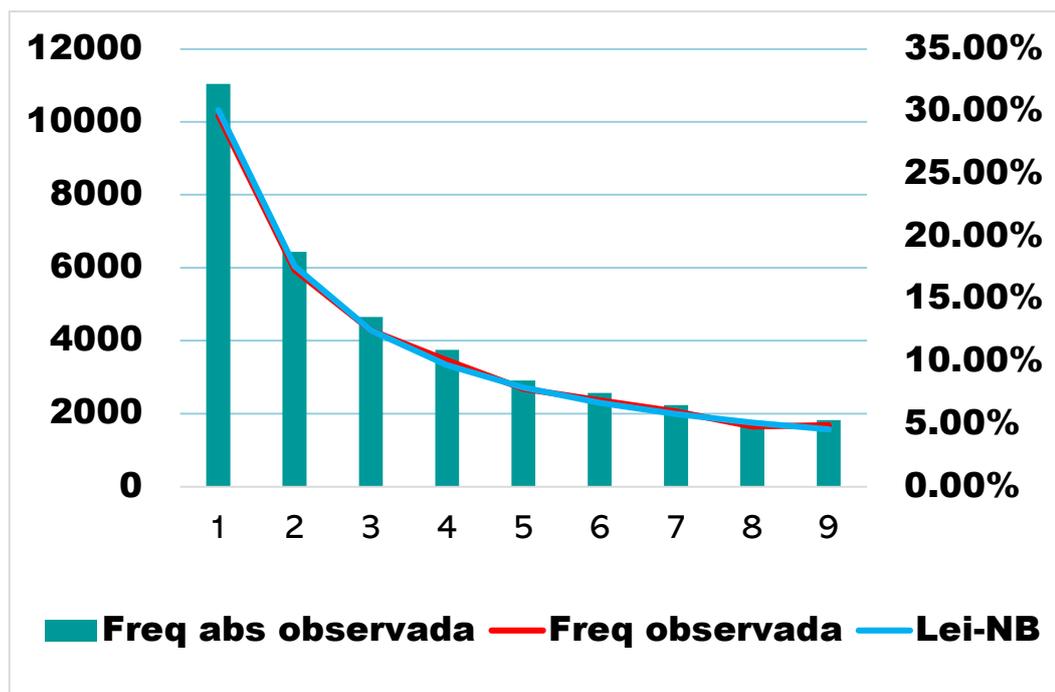
Tabela 2 – Frequências, observada e esperada (Lei-NB), de valores no dígito inicial do valor licitado

Valor (número) inicial	Freq. abs. observada	Freq. observada	Lei-NB
1	11039	29,69%	30,10%
2	6435	17,31%	17,61%
3	4645	12,49%	12,49%
4	3748	10,08%	9,69%
5	2905	7,81%	7,92%
6	2563	6,89%	6,69%
7	2232	6,00%	5,80%
8	1794	4,82%	5,12%
9	1823	4,90%	4,58%

Fonte: Elaboração própria

Os resultados encontrados e demonstrados no Gráfico 1, representam graficamente a aderência dos pregões eletrônicos realizados entre 2014-2018 à Lei-NB.

Gráfico 1 - Aderência dos pregões eletrônicos realizados entre 2014-2018 à Lei-NB



Fonte: Elaboração própria

A partir desta verificação inicial, apresentada no Gráfico 1, ainda que visualmente, percebe-se a existência de pontos destoantes entre as linhas que representam as frequências dos primeiros dígitos observada e a natural da Lei-NB; contudo apenas a visualização não confere robustez à análise. Portanto, conforme descrito nos estudos de Carslaw (1988), Nigrini (1996), Costa e outros (2012), Cunha e Bugarin (2014), Kira e Teixeira (2016) e Sartori e Zanolla (2018), requereu-se a validação dos graus de dispersão observados pela estatística de teste χ^2 de aderência, para verificação da significância dos desvios em relação à Lei-NB, como preconizado por Saffi (2003), Lima e Issler (2003) e Souza (2017).

Para a realização do teste χ^2 , utilizou-se a seguinte estatística:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(CO - CE)^2}{CE}, (2)$$

Nessa análise, k é cada categoria (neste caso, cada um dos 9 valores possíveis do primeiro dígito), CO é a contagem observada dos números pertencentes à cada categoria e CE a contagem esperada pela Lei-NB para a categoria. O valor crítico da estatística χ^2 para 5% de significância e 8 graus de liberdade é 15,51. Se a estatística resultante for menor que o limite tabulado, confirma-se a conformidade com a distribuição de Newcomb-Benford. Caso contrário, o conjunto de dados não estará em conformidade.

Tabela 3 - Testes Estatísticos da Aplicação da Lei-NB aos dados

Dígito inicial	Freq. obs. absoluta	Freq. esper absoluta (NB)	(Freq. obs. - Freq. esper)	(Freq. Obs. – Freq. Esper.) ² /Freq. Esper.
1	11039	11193	-154	2,13249236
2	6435	6548	-113	1,942450998
3	4645	4646	-1	0,000112202
4	3748	3604	144	5,794278593
5	2905	2944	-39	0,523918783
6	2563	2489	74	2,179046079
7	2232	2156	76	2,652375725
8	1794	1902	-108	6,138605822
9	1823	1701	122	8,683932206
Estatística Teste (χ^2)				30,04721
p-valor				0,02074%

Fonte: Elaboração própria

Na Tabela 3, o valor encontrado, de χ^2 , 30,04721, foi superior ao valor crítico, com p-valor correspondente de 0,02074%, indicando ser possível afirmar que a frequência de dados observados é diferente da frequência de dados esperados.

Desta forma, a **Hipótese H1** de que o primeiro dígito dos valores de serviços licitados nos pregões eletrônicos do setor público brasileiro, entre 2014 e 2018, destoa da distribuição natural expressa pela Lei-NB, **não foi refutada**, ou seja, tem-se a sua confirmação a partir dos resultados da análise empírica, à luz da teoria e dos autores referenciados.

Portanto, pode-se afirmar, em resposta à questão da pesquisa, que há indícios de anomalia significativa nos números do primeiro dígito, indicando probabilidade da ocorrência de fraude nos pregões eletrônicos na população avaliada, cumprindo o objetivo deste trabalho.

E ainda, de acordo com o resultado destacado da Tabela 3, os pregões com valores 4, 8 e 9 no primeiro dígito são os que apresentaram maiores valores contribuidores para o χ^2 calculado, gerando outra hipótese, a ser testada em estudos futuros, de que esses representam os pregões com maior incidência/probabilidade de desvios.

Os resultados evidenciam que há indícios de fraude nos pregões avaliados, em consonância com o método e as conclusões de estudos semelhantes já citados, como Toth e Hadju (2017), Cunha e Bugarin (2014; 2017), Costa e outros (2012), Berton (1995), Bhattacharya (2002), Das e Zhang (2002), Carslaw (1988), Caneghem (2002) e Nigrini (2005; 1996; 1999).

Na população, houve a presença de licitações de valores de pequena monta, entre R\$1 e R\$10, posicionados abaixo do limite mínimo para aplicação de teste-Z (NIGRINI, 1996), teste este que poderia conferir ainda maior robustez à análise. Tais valores de pequena monta não puderam ser desprezados por serem representativos, como no caso de serviços em que os valores unitários são pequenos, mas o volume de utilização é grande, a exemplo dos serviços de *outsourcing* de impressão.

Como foi apontado na revisão da literatura, as principais formas existentes de práticas anticoncorrenciais ou corrupção nas licitações em pregão eletrônico incluem o uso de programas de computador que enviam lances de forma automática, o acerto de preços entre licitantes, o uso de empresas constituídas com o fim de frustrar a concorrência nas disputas e favorecer determinados licitantes, e a associação entre agentes públicos e fornecedores com o fim de burlar o procedimento legal (ALBANO et al., 2006; CAMPANA, 2018; HANÁK, 2018; LENGWILER; WOLFSTETTER, 2006; LIMA, 2016; TCU, 2018).

A análise estatística aqui efetuada não permite caracterizar ou classificar a incidência de cada uma dessas formas de corrupção, porém o indício de que existem é fator motivador do

desenvolvimento de mecanismos para preveni-las ou torná-las desvantajosas. Tais mecanismos poderiam ser justamente aqueles que evitassem o uso de robôs pelas empresas licitantes (CAMPANA, 2018), ou que frustrassem a simulação de lances reais ou detectassem a combinação de licitantes ao analisar o comportamento das empresas ao longo de uma sequência de licitações.

2.6 CONCLUSÃO E IMPLICAÇÕES

Em linha com os objetivos governamentais de privilegiar os processos de compras públicas por meios eletrônicos, como os pregões eletrônicos, e em busca do objetivo de melhorar “a qualidade do gasto público”, promovendo acesso, concorrência, imparcialidade e transparência e permitindo o controle pela sociedade civil, este estudo buscou coletar evidências quanto à integridade das licitações ocorridas no ambiente eletrônico do sistema de compras públicas brasileiro. Seu objetivo foi analisar a conformidade das licitações à Lei-NB no ambiente dos pregões eletrônicos analisados, como uma estratégia de identificação de anomalias, as quais representam indícios de fraudes. Utilizou-se o banco de pregões eletrônicos para contratação de serviços, realizados via Portal de Compras do Governo Federal Brasileiro, entre 2014 e 2018. Este é um esforço pioneiro no uso da Lei-NB, para este fim, na esfera das compras públicas em ambiente eletrônico no Brasil.

Este estudo reveste-se de relevância no sentido de que seus resultados podem contribuir para a acumulação de conhecimentos empíricos e teóricos, ampliando bases mais seguras para ação de governos e da sociedade no sentido de combate à corrupção e, conseqüentemente, de maior efetividade e eficiência dos gastos públicos.

Conforme foi evidenciado, há uma vasta literatura que indica que a não observância à Lei-NB está ligada à fraude em valores financeiros e contábeis, muito embora não no ambiente que é foco do presente estudo. Esta pesquisa é complementar a esses estudos e visa a contribuir para esse ramo da literatura. Os resultados podem contribuir, também, para a prática da fiscalização na gestão pública.

Ao apontar indícios de irregularidades, os resultados servem para enfatizar a necessidade de aumentar “a qualidade do gasto público”, promovendo concorrência, imparcialidade e transparência e permitindo o controle pela sociedade civil do processo de compras. Levanta-se um alerta para estimular ações para combater ocorrência de fraudes.

Levando-se em conta os montantes envolvidos nesses processos de licitações públicas, tem-se a clareza da necessidade de entender a dinâmica desse sistema, que pode alimentar esquemas importantes de corrupção caso possíveis dissimulações, cartéis e conluios não sejam

detectados e neutralizados. Por meio desta pesquisa, visa-se a ainda estimular ações de melhoria e sobretudo estimular novas pesquisas a fim de mapear a ocorrência de fraudes e verificar causas, consequências e modos de evitá-las.

Tem-se como principal limitação do estudo a impossibilidade de aplicação do teste-Z, para fins de conferir maior robustez ainda às conclusões do trabalho (NIGRINI, 1996). Além disso, é importante salientar que não se pode descartar por completo a possibilidade de os resultados obtidos, ao invés de revelarem indícios de fraudes, indicarem uma possível ocorrência de erros persistentes na atribuição e/ou contabilização dos valores (COSTA et al., 2012). Para obter um grau de certeza ainda maior quanto à presença de fraudes, um estudo mais aprofundado será necessário.

Uma provável causa para a ocorrência dessas possíveis fraudes e práticas anticoncorrenciais pode ser a falta de mecanismos de identificação imediata de burla ou das tentativas de burla aos sistemas eletrônicos que operacionalizam os pregões eletrônicos e conseqüentemente às regras das licitações, e isto poderia ser amenizado com instrumentos de detecção *ex-ante* a assinatura dos contratos, ou seja, entre o término da licitação e a contratação, resultando em não prejuízo aos cofres públicos.

Neste sentido, vale a recomendação do TCU em melhorar os controles preventivos, que vão desde um bom sistema de governança, gestão de risco de fraude e corrupção, treinamento antifraude/anticorrupção a dispositivos tecnológicos de monitoramento e detecção de indícios dessas práticas.

Recomenda-se ainda aprofundar os estudos baseados na Economia da corrupção, em questões que envolvem a detecção de fraudes e na dinâmica do processo de corrupção, como contribuições para o entendimento do processo.

Um possível estudo futuro seria explorar eventos externos no período analisado, que facilitariam ou dificultariam as fraudes, como eventos políticos ou de investigação que inibissem a corrupção por um certo período. Podendo esses períodos serem testados de forma separada, utilizando a Lei-NB.

3. ARTIGO 2 - PRÁTICAS ANTICONCORRENCIAIS NO BRASIL: FATORES QUE INDICAM SUA OCORRÊNCIA NOS PREGÕES ELETRÔNICOS

RESUMO

Esta pesquisa visa investigar que fatores estão associados à ocorrência de práticas anticoncorrenciais em pregões eletrônicos no âmbito do Sistema de Compras Públicas do Brasil. A análise considerou todos os serviços contratados entre 2014 e 2017. O estudo utiliza o modelo de regressão logit, com uma variável binária dependente para modelar a probabilidade de fraude, em função de um vetor de variáveis explicativas composto pelas características do Processo de Licitação, e do Fornecedor, em termos de porte da empresa, quantificando assim a relação entre as variáveis explicativas e a probabilidade de ocorrência de fraude. Pode-se afirmar que os fatores porte da empresa e o Índice de Superfaturamento Aparente - ISA estão associados a ocorrência de fraudes e de práticas anticoncorrenciais em pregões eletrônicos. A principal limitação deste estudo é que a proxy para "ocorrência de fraude" é "ter sido punido", mas nem todos os autores de fraudes cometem sempre fraudes. Além disso, as provas de fraude baseiam-se na punição, mas a eficiência do "sistema de punição" não é tida em conta. Outra limitação foi o baixo R² da regressão, que demonstra haver fortes indícios de que outras variáveis podem explicar o fenômeno, além das que foram estudadas. A análise estatística aqui efetuada não permite caracterizar ou classificar a incidência de cada uma dessas formas de corrupção, porém o indício de que existem é fator motivador do desenvolvimento de mecanismos para preveni-las ou torná-las desvantajosas. Este estudo contribui para a acumulação de conhecimentos empíricos e teóricos, expandindo bases mais seguras para os governos e a sociedade no combate à corrupção e, conseqüentemente, para uma maior eficácia e eficiência do gasto público.

Palavras-chave: Práticas anticoncorrenciais. Compras Públicas. Fraude em Licitações. Pregão Eletrônico.

ABSTRACT

This research aims to investigate what factors are associated with the occurrence of anticompetitive practices in electronic auctions under Brazil's Public Procurement System. The analysis considered all services contracted between 2014 and 2017. The study uses the logit Regression model, with a dependent binary variable to model the probability of fraud, as a function of a vector of explanatory variables composed of the characteristics of the Bidding Process, and of the Supplier, in terms of firm size, thus quantifying the relationship between the explanatory variables and the probability of fraud occurrence. It can be affirmed that the factors firm size and Apparent Overbilling Index (AOI) are associated with the occurrence of fraud and anticompetitive practices in electronic auctions. The main limitation of this study is that the proxy for "occurrence of fraud" is "having been punished," but not all fraudsters always commit fraud. Also, evidence of fraud is based on punishment, but the efficiency of the "punishment system" is not taken into account. Another limitation was the low R² of the regression, which shows that there are strong indications that other variables can explain the phenomenon, besides those that were studied. The statistical analysis performed here, does not allow us to characterize or classify the incidence of each of these forms of corruption, but the evidence that they exist is a motivating factor for the development of mechanisms to prevent them or to make them disadvantageous. This study contributes to the accumulation of empirical and theoretical knowledge, expanding safer bases for governments and society in the fight against corruption and, consequently, for greater effectiveness and efficiency of public spending.

Keywords: Anti-competitive Practices. Public Procurement. Bidding Fraud. Electronic Auction.

3.1 INTRODUÇÃO

Em setembro de 2015, os líderes mundiais reuniram-se na sede da Organização das Nações Unidas-ONU para decidir sobre um plano de ação denominado Agenda 2030 para erradicar a pobreza, proteger o planeta e assegurar que as pessoas alcancem a paz e a prosperidade. O documento contém um conjunto de 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que na subcláusula 16.5, prevê a "redução substancial da corrupção e do suborno em todas as suas formas".

De acordo com a ONU (2015):

A corrupção é um "sério impedimento ao desenvolvimento sustentável". O custo desta prática é maior do que simplesmente desviar recursos do seu propósito legítimo. Entre os efeitos desta prática estão a destruição da estrutura social, o enfraquecimento do Estado de direito, a falta de confiança no governo, a má qualidade de vida e a criação de um ambiente favorável ao avanço do crime organizado, do terrorismo e do extremismo violento.

Segundo Köbis, Starke e Rahwan (2021), a corrupção continua a ser um dos dois maiores desafios que a sociedade enfrenta no nosso tempo. Uma nova esperança é colocada na Inteligência Artificial - IA para servir como um agente imparcial anticorrupção. Cada vez que se tem mais dados governamentais, aliados ao melhor desempenho dos algoritmos anteriores, move-se a IA para a próxima fronteira na luta contra a corrupção.

Nos últimos anos, as autoridades governamentais têm utilizado cada vez mais a Internet para processos de compras públicas com o objetivo principal de melhorar "a qualidade do gasto público", promovendo o acesso, a concorrência, a imparcialidade e a transparência, e permitindo o controle pela sociedade civil.

A disponibilidade de dados sobre Compras Públicas é um compromisso assinado pelo governo brasileiro na Parceria Governo Aberto-OGP. O Governo está empenhado em promover a transparência no gasto público, fornecendo informação de valor agregado à sociedade, e encorajando a pesquisa e inovação tecnológica através da implementação da política brasileira sobre dados abertos. (Brasil 2017).

De acordo com Pinho (2008), devido ao avanço da tecnologia, entende-se que o governo eletrônico não deve ser visto apenas através da prestação de serviços *on line*, mas também através da vasta gama de possibilidades de interação e participação entre governo e sociedade e pelo compromisso de transparência por parte dos governos. As capacidades anticorrupção das compras públicas eletrônicas, particularmente as capacidades de automatização e auditoria, tem

o potencial de aumentar a transparência e a responsabilização do processo de compras governamentais (NEUPANE et. al., 2012a).

De acordo com a OCDE (2008), a contratação eletrônica desempenha um papel importante na minimização do risco de corrupção nas compras públicas.

A luta contra a corrupção nos últimos anos tem sido estabelecida pela União Europeia como um dos principais objetivos da regulamentação moderna e da política de compras públicas (MIRANZO DIAZ, 2017). A corrupção já se tornou a principal preocupação quando comparada com questões como os efeitos da globalização, o declínio dos valores sociais, o impacto negativo da imigração e as consequências do ritmo acelerado das inovações tecnológicas, de acordo com a pesquisa da Edelman Intelligence, publicada pela OCDE (2018).

Sacramento e Pinho (2018) definem que não é exagero afirmar que a percepção dominante no Brasil sobre a corrupção é que este fenômeno assumiu um caráter sistêmico no país. Este entendimento, que pode mesmo ser uma consequência da exposição, praticamente diária, de escândalos envolvendo tanto os poderes do Estado como organizações privadas, e em todas as esferas de governo, tem predominado nos relatórios e pesquisas publicados por instituições que realizam este tipo de medição, tais como o ranking da Transparência Internacional.

Nesta pesquisa, o termo corrupção será utilizado, para todos os tipos de comportamento em que uma pessoa que se encontra numa posição de confiança usa indevidamente essa posição em seu próprio benefício. Nas suas diretrizes sobre aquisições, o Banco Mundial define uma "prática de corrupção" como "Oferecer, dar, receber ou solicitar, direta ou indiretamente, qualquer coisa de valor para influenciar a ação de um funcionário governamental no processo de aquisição ou contrato" (LENGWILER; WOLFSTETTER, 2006).

O Organismo Europeu de Luta Antifraude - OLAF (2017), prevê também que para promover a integridade nas compras públicas pelas várias instituições, com a prevenção eficaz da fraude, estas dependem da observância dos princípios de ética e integridade. Se estes princípios forem menos rigorosamente aplicados, a fraude é mais provável que ocorra. Os controles preventivos funcionam através da dissuasão da fraude e da corrupção. Existe uma forte ligação entre a incidência da fraude e da corrupção e controles preventivos fracos. Em muitos casos em que a fraude e a corrupção são detectadas, é possível que os controles preventivos tenham falhado, o que permitiu que o incidente ocorresse. (TCU, 2018)

Segundo Miranzo Diaz (2017), a abordagem ao problema da corrupção, que estabelece a necessidade de decisões estratégicas, a implementação prática dos princípios de integridade e

os seus conceitos relacionados, justifica a adequação de promover a implementação de medidas anticorrupção.

Para a OCDE (2008), a integridade no contexto da Contratação Pública implica que:

- I) Os procedimentos de compras públicas são transparentes e promovem a equidade e a igualdade de tratamento dos proponentes.
- II) Os recursos públicos ligados às compras públicas são utilizados de acordo com os objetivos pretendidos.
- III) O comportamento dos funcionários responsáveis pelas aquisições está de acordo com os objetivos públicos da sua organização.
- IV) Existem sistemas para desafiar as decisões de compra, assegurar a responsabilização e promover o escrutínio público.

Segundo Tóth e Hadju (2017), os estudos atuais abordam os riscos de ocorrência de corrupção e de ofensa à livre concorrência, e estes devem ser complementados, por exemplo, com indicadores de integridade das entidades contratantes. Para além do desenvolvimento destes indicadores, devem ser consideradas outras opções de análise fornecidas pelos indicadores existentes. Uma vez que estão disponíveis dados elementares sobre compras públicas, estes podem ser analisados a qualquer nível de agregação (por exemplo, grupos de empresas, municípios, unidades administrativas, programas operacionais).

O objetivo desse estudo é analisar a participação dos concorrentes nos pregões eletrônicos do sistema de compras públicas brasileiro, realizados num período pré-determinado, e identificar padrões de participação e de resultados, bem como fatores que potencialmente indicam a probabilidade de ocorrência de fraude e de práticas anticoncorrenciais. Busca-se responder à seguinte questão de pesquisa:

Que fatores estão associados à ocorrência de fraude e de práticas anticoncorrenciais no Sistema Eletrônico de Compras Públicas no Brasil?

O presente trabalho está dividido em cinco secções. Para além desta introdução, a secção seguinte apresenta a revisão de literatura e o quadro teórico, chegando às hipóteses de estudo, depois, noutra secção, são revelados os métodos de coleta dos dados e de investigação, seguidos dos resultados e da discussão, e finalmente, na última secção, as conclusões com implicações práticas e limitações.

3.2 REVISÃO DA LITERATURA

Esta seção apresenta e discute teorias, argumentos e controvérsias essenciais no domínio da corrupção e destaca as pesquisas já realizadas, identificando lacunas e escolhendo estratégias teóricas e metodológicas centradas no esclarecimento e na ajuda à realização dos objetivos da pesquisa (GRAY, 2012). Por conseguinte, a revisão da literatura está dividida em três tópicos: Práticas anticoncorrenciais, que é o marco teórico da pesquisa, Práticas anticoncorrenciais em licitações eletrônicas no setor público, e finalmente, as Teorias que explicam a corrupção e as práticas anticoncorrenciais nos pregões eletrônicos.

3.2.1 Práticas anticoncorrenciais

No Brasil, o Conselho Administrativo de Defesa Econômica - CADE define que uma conduta anticompetitiva ou anticoncorrencial é qualquer prática adotada por um agente econômico que possa, mesmo potencialmente, causar danos à livre concorrência, mesmo que o infrator não tenha tido a intenção de prejudicar o Mercado. O poder de mercado por si só não é considerado ilegal, mas quando uma empresa ou grupo de empresas abusa desse poder ao adotar uma conduta que prejudica a livre concorrência, a prática é configurada como um abuso do poder econômico. Este abuso não se limita a um conjunto restrito de práticas específicas, uma vez que a análise da possibilidade de uma conduta prejudicial à concorrência é complexa e há muitos fatores analisados para caracterizar uma determinada prática como um abuso.

A política antitruste brasileira é regulada pela Lei n. 12.529, de 30 de novembro de 2011, denominada "Lei de Defesa da Concorrência", ou Lei Antitruste. O Brasil é um dos poucos países que tem um sistema especialmente articulado para a defesa da concorrência. O Sistema Brasileiro de Defesa da Concorrência é composto por três órgãos: a Secretaria de Acompanhamento Econômico do Ministério da Fazenda (SEAE), a Secretaria de Desenvolvimento Econômico - SDE/MJ e o CADE, uma autarquia ligada ao Ministério da Justiça.

A SDE, através do Departamento de Proteção e Defesa Econômica (DPDE), é o órgão responsável pela investigação de violações da ordem econômica. A SEAE, por sua vez, é responsável pela emissão de pareceres econômicos em fusões, bem como, opcionalmente, pela preparação de pareceres em investigações sobre condutas prejudiciais à concorrência. O CADE é um órgão composto por sete diretores que fazem o julgamento final, a nível administrativo, das violações da ordem econômica e das iniciativas de verticalização, com base nos relatórios emitidos pela SDE e pela SEAE (SDE-MJ, 2008).

Neste sentido, a SDE aponta a "Colusão entre concorrentes" ou Cartéis em licitações como as formas mais comuns de práticas anticoncorrenciais, levando a sérios problemas para a administração pública e muitas vezes resultando em corrupção. Estas práticas visam restringir ou eliminar a rivalidade entre potenciais ou participantes de fato numa determinada licitação, aumentando os preços em que a Administração irá contratar um determinado bem ou serviço e assim aumentando o lucro das empresas licitantes e infratoras.

Os cartéis em licitação prejudicam substancialmente os esforços do Estado Brasileiro para utilizar os seus recursos no desenvolvimento do país, ao beneficiar indevidamente empresas que, através de um acordo entre si, defraudam a natureza competitiva das licitações. Embora a Administração procure racionalizar as suas compras através de controles orçamentais mais rigorosos e melhores formas de contratação - como a utilização do pregão eletrônico -, isto não impede totalmente a ação dos cartéis, que provocam uma transferência indevida de receitas do Estado para as empresas. (SDE-MJ, 2008)

3.2.2 Práticas anticoncorrenciais em licitações eletrônicas no setor público

Segundo Albano et al. (2006), o aparecimento de "cartéis licitatórios" em aquisições, ou seja, acordos colusivos em processos de licitação, é impulsionado por forças muito semelhantes às que regem a formação de cartéis em mercados oligopolistas.

O sistema de licitação eletrônica é visto como um instrumento de eficiência na contratação pública, trazendo economia e rapidez ao processo. Mas não está livre de fraude. Os principais tipos de tais fraudes são a utilização de programas informáticos que automatizam a apresentação de lances, a combinação de preços entre fornecedores, a utilização de empresas estabelecidas com o objetivo de frustrar a concorrência nas disputas e favorecer certos participantes, e a associação entre agentes públicos e fornecedores, a fim de burlar o procedimento legal (LIMA, 2016).

A corrupção envolve necessariamente um funcionário público, cujo poder lhe confiado é utilizado para benefício privado (TRANSPARENCY INTERNATIONAL, 2018). A fraude, por outro lado, caracteriza-se quando agentes públicos ou privados agem para obter vantagens ilícitas, ocultam as suas decisões e os seus respectivos efeitos. Fraude e corrupção, embora semelhantes em violação ética, são acontecimentos diferentes (JAMAL; JOHNSON; BERRYMAN, 1995).

Iudicibus, Marion, Pereira e Slomski, (2001, p. 96) conceitualizam a fraude na contabilidade como o ato de enganar em proveito próprio, que pode ser caracterizado como roubo, desvio de fundos, falsificação. Por sua vez, Costa e Jr. (2012, p. 465) conceitualizam a

fraude como um conjunto de ações ilícitas realizadas de forma premeditada pelos autores, que visam satisfazer os seus próprios interesses, mas causam perdas ao património de outros.

O risco de fraude e corrupção é reduzido se a organização "compradora" conhecer bem os terceiros com quem está lidando, especialmente em compras que são mais significativas quando o risco de receber subornos e comissões secretas é elevado. (TCU, 2018)

O pregão eletrônico foi criado com o objetivo de facilitar a licitação e assegurar uma maior competitividade, permitindo a participação de todas as partes interessadas sem ter de se deslocar ao local. A primeira grande controvérsia em relação ao pregão eletrônico é a utilização de software pelos licitantes. Alguns têm inteligência artificial e são chamados robôs. Estes robôs são utilizados para cobrir imediatamente os lances que são oferecidas, tipicamente apenas com centavos de diferença. Como o fim da fase de licitação é aleatório, o vencedor acaba por ser consagrado através da sorte. (CAMPANA, 2018)

De acordo com Lengwiler e Wolfstetter (2006), pregões são um mecanismo eficiente para contratar. É por isso que são utilizados há séculos, na forma clássica, como leilões, e estão sendo utilizados mais frequentemente, mas não são imunes à manipulação através de conluio e corrupção. Corrupção significa que a pessoa que dirige o leilão, o leiloeiro, distorce as regras do leilão em favor de algum(s) licitante(s) em troca de subornos. Corrupção e conluio estão por vezes entrelaçados (IUDÍCIBUS, MARION, PEREIRA; SLOMSKI, 2001; LENGWILER; WOLFSTETTER, 2006; ROSE-ACKERMAN, 1975).

O TCU realizou auditoria para analisar uma série de impropriedades na conduta de empresas participantes de licitações públicas feitas por meio de pregão eletrônico pelo Governo Federal. Foram analisadas, especificamente, duas situações: empresas com sócios em comum que apresentam propostas para o mesmo item de uma mesma licitação e existência de licitantes reiteradamente desclassificados por não atenderem aos editais ou não honrarem suas propostas. Numa auditoria anterior que analisou propostas em licitações que ocorreram entre 2006 e 2010, o TCU encontrou provas de irregularidades em 16.000 casos, em que pelo menos duas empresas concorrentes a um determinado item do pregão tinham pelo menos um sócio em comum. Na ocasião, verificou-se também a existência de 31 mil empresas que apresentaram os menores lances nos pregões – e, portanto, venceram itens do certame – mas, ao serem convocadas pelo pregoeiro para o encaminhamento de documentação de habilitação, desistiram da licitação. Os valores estimados das contratações em cujas licitações esses problemas foram identificados somam R\$ 4,6 bilhões. (TELESINTESE, 2015).

Segundo Hanák (2018), quando certos princípios e limitações são respeitados, o pregão eletrônico pode ser utilizado com sucesso para a aquisição de bens, serviços e obras.

Em termos de conhecimento da técnica de compras públicas e tecnicamente falando de indicadores de uma boa aquisição pública, é necessário considerar os riscos de integridade no processo de contratação, de acordo com o relatório da OCDE (2016). As possíveis formas de práticas anticoncorrenciais e corrupção são mencionados no Quadro 4, traduzidos em termos do tipo de ação, prática, ou mesmo falta de ação associada a cada categoria de risco:

Quadro 4 - Possíveis formas de práticas anticoncorrenciais e corrupção

Fase da Licitação		Indicador de Risco
Fase anterior ao Pregão	Precisa Avaliação e Análise de mercado	Falta de avaliação de necessidades adequada
		Influência de atores externos nas decisões dos Servidores
		Acordo informal em contrato
	Planejamento e Orçamento	Planejamento de Aquisições Inadequado
		Aquisição não alinhada com o processo geral de tomada de decisão e orçamento
		Falha em fazer um orçamento de forma realista ou deficiência no orçamento
	Desenvolvimento de Especificações/ Requisitos	As especificações técnicas são adaptadas para uma empresa específica
		Os critérios de seleção não são definidos objetivamente e não são estabelecidos com antecedência
		Solicitações desnecessárias de amostras de bens e/ou serviços
		Informação de compra nas especificações do projeto
	Escolha do Procedimento de Contratação	Falta de uma justificativa adequada para a utilização de procedimentos não competitivos
		Abuso de procedimentos não competitivos com base em exceções legais: fracionamentos, abuso de extrema urgência, excesso de dispensas e inexigibilidades, modificações não apoiadas
Fase do Pregão em Andamento	Solicitação de Proposta / Lance	Ausência de edital de licitação, ou da publicação do mesmo
		Os critérios de avaliação e julgamento não são anunciados
		As informações de aquisição não são divulgadas e não são tornadas públicas
	Apresentação da proposta	Falta de concorrência ou casos de licitação conivente (licitação de cobertura, supressão de licitação, licitação rotação, alocação de mercado)
	Avaliação das Propostas	Conflito de interesses e corrupção no processo de avaliação por meio de: - Familiaridade com os licitantes ao longo do tempo

Continua

Quadro 4 (continuação)

Fase da Licitação		Indicador de Risco
Fase do Pregão em Andamento	Avaliação das Propostas	- Interesses pessoais, como presentes ou emprego futuro / adicional - Nenhuma implementação efetiva do "princípio dos quatro olhos" ³
	Assinatura do contrato	Os fornecedores não divulgam dados precisos de custos ou preços em suas propostas de preços, resultando em um aumento no preço do contrato (ou seja, aumentos de fatura, possibilidade de jogo de planilha)
		Conflito de interesses e corrupção no processo de aprovação (ou seja, nenhuma separação efetiva de autoridades financeiras, contratuais e de projeto/segregação de funções) Falta de acesso aos registros sobre o procedimento
Fase Pós-Pregão	Gestão do Contrato	Abusos do fornecedor na execução do contrato, em particular em relação à sua qualidade, preço e tempo: - Mudança substancial nas condições do contrato para permitir mais tempo e / ou preços mais altos para o licitante - Substituição de produto ou trabalho ou serviço abaixo do padrão que não cumpre o contrato especificações - Roubo de novos ativos antes da entrega ao usuário final ou antes de serem registrados - Supervisão deficiente de funcionários públicos e / ou conluio entre empreiteiros e oficiais de supervisão - Subcontratados e parceiros escolhidos de forma não transparente ou não responsabilizados
		Ordens de Serviço/Fornecimento e Pagamento

Fonte: Adaptado de OCDE (2016)

Como foi mencionado anteriormente, para além destas práticas listadas no Quadro 4, também pode ocorrer conluio entre os participantes; pode haver formação de cartéis; e os robôs podem ser utilizados para distorcer os resultados dos pregões.

Em 2006, a Polícia Federal lançou a Operação Sanguessuga para desmantelar um esquema de fraude de ofertas no setor da saúde. O bando costumava negociar com os conselheiros parlamentares a liberação de emendas individuais ao Orçamento da União a serem destinadas a municípios específicos. Com recursos garantidos, o grupo manipulou a licitação e defraudou a concorrência utilizando empresas de fachada. Desta forma, os preços das licitações eram sobrevalorizados. O grupo ficou conhecido como a "máfia das ambulâncias" ou "máfia das sanguessugas" (ARANHA, 2015).

³ O Princípio dos Quatro Olhos é uma técnica de controle e atenuação do risco e é usada para que uma determinada atividade, decisão, ou transação seja aprovada e concluída, tem de ter a aprovação de pelo menos 2 pessoas. (Costa 2018)

Segundo Rebouças et. al (2017), no Brasil, o pregão eletrônico no sistema Comprasnet fomenta negócios na ordem de bilhões de reais todos os anos, e as empresas que fornecem serviços e produtos podem estar a utilizar este meio como uma oportunidade para realizar transações destinadas a lucros mais elevados, por vezes de forma ilícita.

De acordo à matéria do Congresso em Foco (2017), com as investigações, nos últimos três anos foram detectadas práticas criminosas por um grupo de empresários a fim de defraudar sistematicamente as compras feitas através do Comprasnet e de outros sítios de compras. A organização agiu através de conluio para fixação de preços e manipulação de ofertas. Entre as agências federais com licitações prejudicadas encontram-se o Exército Brasileiro, o Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (IFMS), a Superintendência de Administração do Ministério das Finanças (SAMF/MS), e a Superintendência Federal de Agricultura (SFA/MS). Em apenas um dos certames, a investigação apurou ágio de 600% no valor unitário dos produtos adquiridos devido à intervenção da organização criminosa. No caso de licitações, os valores oferecidos pelos vencedores eram previamente ajustados, impedindo a livre concorrência e causando prejuízos ao Erário. (CONGRESSO EM FOCO, 2017)

Segundo os estudos de Miroslav et al (2014), os principais problemas no processo de licitação eletrônica no setor público são a aplicação inadequada dos regulamentos e o elevado nível de corrupção. Além disso, identificaram três fases de contratação onde a corrupção ocorre normalmente: fase de planejamento, definição de critérios de estimativa e fase de realização, e propõem a introdução de tecnologias semânticas no processo de modo a permitir a manipulação de dados por máquinas, o que permitiria a um perito estabelecer regras sobre condições específicas a fim de ser alertado sobre possíveis aquisições irregulares. De acordo com estes autores, a aplicação da solução proposta deveria permitir o reconhecimento precoce de aquisições potencialmente irregulares, que podem ser evitadas antes da realização ou sancionadas antes da obsolescência.

3.2.3 Teorias que explicam a corrupção e as práticas anticoncorrenciais nos pregões eletrônicos

Busca-se aqui apresentar um modelo teórico para orientar as licitações eletrônicas, baseado nos campos teóricos da Economia da Corrupção e Teoria da Escolha Pública, estabelecendo um modelo mais assertivo para servir de base à análise dos sistemas de licitação eletrônica. Aqui, será abordada a complexidade da relação entre as variáveis envolvidas e a sua possível influência na indicação de anomalias. As teorias de suporte incluirão também as teorias

do principal-agente e antitruste, consideradas aqui como transversais ao problema, e de acordo com o Quadro 5.

Quadro 5- Principais conceitos relacionados com o problema (referências teóricas e práticas)

Teoria/Conceito	BASE DE DADOS			
	SPELL	CAPEL	GOOGLE Scholar	SCIELO
	REFERENCIAS			
Teoria da Escolha Pública	Becker,1968; Colebatch, 2002; De Rond e Thietart, 2007; Miles, 1978; Nollet, 2005.			
Economia da Corrupção	Acemoglu, 2004; ADes e Di Tella, 1997; Becker,1968; Lengwiler e Wolfstetter, 2006; Rose-Ackerman, 1975, 1996, 2014; Sacramento e Pinho 2008, 2012, 2018; Søreide, 2002; Toth e Hadju, 2018; Transparency International, 2016.			
Principal-Agente	Acemoglu, 2004; Donahue, 1989; Heath e Norman, 2004; Neupane 2012a, 2012b, 2014; Setyadiharja 2014; Vachris, 1996.			
Antitruste	Hay, 1985; Howard et. al. 2002; Huber et. al. 2004.			

Fonte: Elaboração Própria

A Teoria da Escolha Publica

A Teoria da Escolha Pública utiliza instrumentos econômicos para resolver problemas na ciência política, e é um ramo da Teoria da Escolha Racional, portanto de natureza Positivista. Gary Becker foi um dos primeiros a aplicar mais amplamente modelos de atores racionais, e em 1992 ganhou o Prémio Nobel de Economia por seus estudos sobre discriminação, crime e capital humano.

Para Becker (1968), os indivíduos e o Estado otimizam as suas funções de utilidade, inclusive no caso de ações ilícitas, avaliando a relação custo/benefício das suas ações, encontrando um "ponto ótimo" de prática ilícita - o indivíduo avalia o ganho esperado como um benefício e a pena esperada como um custo, enquanto o Estado avalia o bem-estar da sociedade (segurança) como um benefício e as despesas com a segurança pública, a justiça e a prisão como um custo.

De acordo com Søreide (2002), a principal razão para o suborno nas compras públicas, porém, é provavelmente porque todos acreditam que todos estão envolvidos em tais negócios. Perder um contrato porque um concorrente o subornou deve ser muito frustrante. Este problema

de informação oculta reflete-se na forma como todas as empresas envolvidas pagam um suborno, mesmo que estivessem melhor sem corrupção.

Assim, as empresas que subornam as autoridades parecem ignorar a externalidade negativa que impõem a outras empresas, bem como o agravamento do seu ambiente econômico (BECKER, 1968; ROSE-ACKERMAN, 1975; ADES; DI TELLA, 1997; SØREIDE, 2002; LEE et al, 2019)

A Economia da Corrupção

A Economia da corrupção teve as suas origens com as obras de Becker (1968) e Rose-Ackerman (1975). Seguindo a linha de raciocínio de Becker, Rose-Ackerman (1975) analisa a corrupção com um enfoque no modelo do principal-agente. No modelo, o principal (governo) delega tarefas aos seus empregados (agentes), que as executam sujeitos a propostas de suborno por parte daqueles que são influenciados pela tarefa. Também, segundo Rose-Ackerman (1996), se a probabilidade de detecção e punição for elevada, os subornos podem não valer a pena.

Por "corrupção" entende-se todos os tipos de comportamento em que alguém numa posição de confiança usa indevidamente essa posição em seu próprio benefício (BECKER, 1968; ROSE-ACKERMAN, 1975; IUDÍCIBUS, MARION, PEREIRA; SLOMSKI, 2001). Nas suas diretrizes de aquisição, o Banco Mundial define uma "prática corrupta" como "Oferecer, dar, receber, ou solicitar, direta ou indiretamente, qualquer coisa de valor para influenciar a ação de um funcionário público no processo de aquisição ou contrato (LENGWILER; WOLFSTETTER, 2006).

Também, de acordo com Rose-Ackerman (2014), na prática, qualquer política irá beneficiar uns e impor custos a outros. Assim, não se pode facilmente dizer que tudo contra o interesse público é corrupto, porque não existe uma vontade geral abrangente numa democracia que implica um conjunto particular de políticas públicas, e as escolhas públicas não precisam ser coerentes com os problemas ou ao longo do tempo. No contexto desta pesquisa, a autora reflete que o suborno, a extorsão e a fraude são o "caminho fácil". Enriquecer-se à custa dos contribuintes e cidadãos que procuram obter benefícios ou evitar custos é claramente contrário ao interesse público. Há sempre uma opção superior não corrompida que poderia melhorar todos, exceto os envolvidos no negócio corrupto (ROSE-ACKERMAN, 2014).

Em sendo o objeto da Economia da Corrupção o estudo de como a riqueza e o poder das forças de mercado podem alterar as decisões de alocação de recursos influenciando tanto mecanismos mercantis como não mercantis, e na medida em que as compras e licitações públicas são atividades mercantis, e são diretamente influenciadas pelas forças de mercado, ela se presta a apoiar teoricamente esta pesquisa.

A contribuição teórica que se espera resultar desta pesquisa pode ser a verificação de que a procura de estruturas estatais corruptas não ocorre necessariamente com o objetivo de reduzir os obstáculos burocráticos às empresas, tal como salientado por estudos sobre a Economia da Corrupção (BECKER, 1968; ROSE-ACKERMAN, 1975, 1996, 2014; LENGWILER & WOLFSTETTER, 2006). A razão é que mesmo em disputas que ocorrem em ambientes eletrônicos, ou seja, com menos estruturas empresariais burocráticas, prazos reduzidos e processos ágeis, como no caso de licitações eletrônicas, as ações dos corruptos podem coexistir, em número significativo, e se assim for, isso irá contradizer a teoria em análise. Uma explicação para isto seria a ocorrência de "Oportunismo", que está presente nas transações de acordo com outra teoria, a teoria dos custos de transação.

A Teoria do Principal-Agente

Esta teoria se baseia num modelo de agência desenvolvido por economistas e trata de situações em que o principal está em posição de induzir o agente a desempenhar algumas tarefas no interesse do principal, mas não necessariamente do agente (HEATH E NORMAN, 2004; DONAHUE, 1989; BARNGETUNY et al., 2015).

A teoria do principal-agente, tal como defendida por Donahue, (1989) explica que os gestores de aquisições no setor privado desempenham um papel de relacionamento. Mas as suas conclusões baseiam-se na relação comprador/fornecedor e na necessidade do comprador, como principal, de minimizar os riscos colocados pelo agente. O autor argumentou que os gestores de aquisições, incluindo todos os funcionários públicos envolvidos em aquisições públicas, devem desempenhar o papel de agente. Por conseguinte, os gestores de aquisições assumem o papel de agente dos representantes eleitos. A teoria do principal-agente sustenta que é provável que ocorra sabotagem quando houver algum desacordo entre os decisores políticos e a burocracia.

Neste sentido, quando um grupo de agentes, servidores públicos, divergem do principal, representante eleito, ou da sua política pública, pode ocorrer algum tipo de facilidade a grupos empresariais que na visão do agente, também é oposição ao principal, isto explica por exemplo, porque alguns casos de prática anticoncorrencial, corrupção ou fraude continua a ocorrer mesmo na mudança de governo, por exemplo. Essa teoria cabe para explicar por que algumas estruturas inteiras, dentro da administração direta ou indireta podem ser capturadas por grupos de interesses e favorecerem práticas ilícitas (DANGER E CAPOBIANCO, 2008; KÖBIS et. al, 2017). Esse mecanismo ficou evidente nos recentes casos, da chamada “Operação Lava-jato” no Brasil, por exemplo, em que setores inteiros em determinadas áreas foram cooptados, pelo chamado “clube das empreiteiras”.

Segundo Acemoglu e outros (2004), diferentes grupos e indivíduos se beneficiam de diferentes instituições econômicas e existe, geralmente, um conflito sobre essas escolhas sociais, ultimamente resolvido em favor dos grupos com maior poder político.

A teoria do principal-agente pode ser utilizada para explicar como as práticas anticoncorrenciais podem ocorrer no contexto das compras públicas (envolvendo funcionários públicos).

A Teoria Antitruste

Muitos países têm leis amplas que protegem os consumidores e regulam o modo como as empresas operam os seus negócios. O objetivo destas leis é proporcionar condições equitativas para empresas semelhantes que operam numa indústria específica, impedindo-as de ganhar demasiado poder sobre a concorrência. Em termos simples, impedem as empresas de "jogar sujo" com fins lucrativos. Estas são chamadas leis antitruste.

Lee e outros (2019) salientam que embora a cooperação possa ser sustentada por instituições que punem os corruptos, tais instituições, no entanto, tendem a ser subvertidas pela corrupção se não forem acompanhadas de perto. A monitorização pode apoiar a aplicação de acordos vinculativos que assegurem a cooperação, mas isto geralmente tem um preço. A tentação de saltar o controle e tomar como certa a integridade da instituição leva a surtos de corrupção e à ruptura da cooperação.

Por outro lado, a contenção regulamentar é a melhor precaução a longo prazo contra a corrupção ressurgente. Por restrição regulamentar, pretende-se um grau de regulamentação que maximize o crescimento e reflita a capacidade de um governo para fazer cumprir as regras que elabora. (GILAURI, 2017)

Com base em Lee e outros (2019), Gilauri (2017) e Vachris (1996) verifica-se que a concentração de mercado pode influenciar no resultado das licitações públicas, como por exemplo em serviços como telefonia, em que a concentração é tão grande que empresas pertencentes à mesma *holding*, participam separadamente dos pregões, numa aparente "concorrência", o mesmo ocorre com as chamadas representantes do fabricante na área de tecnologia da informação, onde, em certames para equipamentos, o próprio fabricante participa ao lado de diversos representantes. Desta forma, os *gaps* na legislação antitruste no Brasil, aliada à falta de fiscalização contribuem para a ocorrência de práticas anticoncorrenciais nos pregões eletrônicos, que por sua vez desestabilizam os setores de mercado envolvidos.

A teoria Antitruste, portanto, pode ser utilizada para explicar como as práticas anticoncorrenciais perturbam os mercados (envolvendo as empresas).

A abordagem da economia política antitruste utilizada por Vachris (1996) baseia-se na teoria da escolha pública que reconhece que as políticas são determinadas por interesses privados e não públicos.

Nesta pesquisa há um foco maior na Teoria da Escolha Pública, e na Teoria da Economia da Corrupção, com o objetivo de ajudar a compreender as escolhas das empresas no desempenho de práticas anticoncorrenciais que são frequentemente motivadas por dois fatores: as suas intenções financeiras, e a ausência de punição.

3.3 INDICADORES DE INTEGRIDADE E HIPÓTESES

Considerando o contexto público, no qual existe o risco de conluio em licitações públicas, De Souza e Louzada (2020) pesquisaram como identificar e combinar as provas obtidas a partir de bases de dados informatizadas, de modo a que seja possível reconhecer as licitações que são mais susceptíveis de terem sido objeto de conluio entre os concorrentes. Os autores apresentaram uma abordagem metodológica que permite identificar e combinar as provas obtidas a partir da utilização de diferentes técnicas de extração de dados para reconhecer as propostas em que possa ter havido conluio entre os concorrentes. De acordo com estes autores, contudo, existem poucos estudos que tratem especificamente da detecção de conluio em licitações públicas.

3.3.1 Indicadores de integridade

Ao criar indicadores de detecção de corrupção utilizando dados do sistema de compras públicas da Hungria, Fazekas e outros (2013), revelaram que muitas intervenções regulamentares conseguiram alterar a forma de corrupção, mas não a sua incidência global. Já Rebouças e outros (2017) propuseram um modelo que utiliza indicadores para a detecção de figurantes nos pregões eletrônicos do governo federal que são conduzidos através do sistema Comprasnet.

A pesquisa de percepção da corrupção teve origem em agências especializadas na análise de riscos de investimento, incluindo o International Country Risk Guide (ICRG); o Economist Intelligence Unit, GB; o Standard and Poors, EUA e o Political Risk Service, EUA. Com base nas pesquisas destas instituições, a organização anticorrupção Transparency International desenvolveu o Índice de Percepção da Corrupção - IPC, que classifica os países do mundo de acordo com o grau de percepção dos inquiridos quanto ao nível de corrupção. Atualmente, o IPC é a medida subjetiva e agregada da corrupção mais amplamente utilizada na pesquisa econômica (CAMPOS, 2012).

Quadro 6 – Resumo da literatura empírica anterior sobre fraude e corrupção em compras públicas

Autor/ano	Título da obra	Modelo/Método	Contribuição
Wensink e Maarten de Vet 2006	Identificar e Reduzir a Corrupção nas compras públicas na União Européia.	Probit - Regressão Linear	Estimativa da probabilidade de corrupção
Ferwerda, Deleanu, & Unger 2017	Corrupção nas compras públicas: encontrando os indicadores certos		
Mencia et al. 2013	Utilização de prospecção de dados em dados abertos interligados para análise de informação sobre e-procurement	k-NN, LibSVM, Conjunto Linear Lib, Rede neural	Um método para prever o número de propostas
Wang 2016	Detecção de Fraudes em Contratação Pública	Máquina Vectorial de Apoio a uma Classe, Regressão Logística	Modelo preditivo de risco de fraude nos contratos
Gallego, Rivero e Martínez 2018	Prevenir em vez de Punir: Um Modelo de Alerta Precoce de Falsidade nas compras públicas	Regressão Logística, Árvore de Inferência Condicionada, Máquina de Impulso Gradiente	Estudo da Predição do ato ilícito no âmbito dos contratos
Carvalho et. al. 2014	Utilização de redes Bayesianas para identificar e prevenir compras fracionadas no Brasil	Rede Aumentada de Árvores, Redes Bayesianas	Análise das compras fracionadas
Sales e Carvalho 2016	Medição do risco de compras públicas utilizando classificadores Bayesianos	Naive Bayes, algoritmos de aprendizagem baseados na pontuação de Naive Bayes	Um modelo preditivo de risco de fraude nos contratos
Sales 2013	Prevenção de riscos na contratação pública no governo brasileiro utilizando a pontuação de crédito	Regressão Logística, Árvore de Decisão	Um modelo preditivo de risco de fraude nos contratos
Sun e Sales 2018	Previsão de irregularidade nas compras públicas: Uma aplicação de redes neurais	Uma rede neural, Rede Neural Profunda, Regressão Logística, Análise da Função Discriminatória	Modelos de previsão de irregularidades nas compras públicas concebidos para o rastreio inicial dos contratantes
Fazekas e Kocsis 2020	Descobrir a corrupção de alto nível: indicadores de risco de corrupção objetivos transnacionais utilizando dados de compras públicas	Regressão Logística/Regressão Linear	Coeficientes identificados que representam a força de associação entre cada entrada provável de corrupção subjacente e o resultado provável de corrupção
Fazekas, Tóth e King 2016	Um índice objetivo de risco de corrupção utilizando dados de contratos públicos		
Ralha e Silva 2012	Um sistema de mineração de dados multi-agentes para detecção de cartéis nas aquisições governamentais brasileiras	Agrupamento, regras de associação, abordagem multiagentes	Analisar a relação entre empresas, e a detecção de cartéis
Baldomir, Van Erven e Ralha 2018	Compras do Governo Brasileiro: uma abordagem para encontrar vestígios de fraude nas relações entre empresas	Regras de associação - Algoritmo A-priori	
Domingos et. al 2016	Identificação de anomalias nas compras de TI no sistema de compras do governo brasileiro utilizando aprendizagem profunda	Algoritmo de auto-codificador de aprendizagem profunda	Detecção de anomalias
Sampaio, Figueiredo e Loiola 2021	Compras Públicas no Brasil: Índícios de fraudes usando a Lei Newcomb-Benford (NB-Law)	Utilização da Lei Newcomb-Benford (NB-Law)	

Continua

Quadro 6 (continuação)

Autor/ano	Título da obra	Modelo/Método	Contribuição
Tas 2017	Detecção de conluio em compras públicas com informação limitada	A forma reduzida de regressão linear enriqueceu o método KRLS com a abordagem CF	Descobrir a estrutura do comportamento colusivo
Van Erven et. al 2017	Base de dados gráfica: Um estudo de caso para a detecção de fraude na aquisição do governo brasileiro	Bases de dados gráficas, sistema de apoio à decisão, baseado em regras	Identificar as relações entre empresas
Carneiro et. al 2020	Análise de Rede para Detecção de Fraudes nas compras públicas Portuguesas		
Arief, Saptawati e Asnar 2016	Detecção de fraudes com base na prospecção de dados no Sistema de Compras Eletrônicas Indonésio	Naive Bayes, redes Bayesianas, árvore de decisão, e rede neural.	Detecção de fraude pública nos processos de contratação pública
Modrušan, Rabuzin, e Mršić 2020	Improving Public Sector Efficiency using Advanced Text Mining in the Procurement Process," In Proceedings of the 9th International Conference on Data Science, Technology and Applications	Exploração de dados, regressão linear, Máquinas vetoriais de suporte, Naive Bayes, Exploração de processos	Detecção de processos suspeitos de contratos públicos
Rabuzin e Modrusan 2019	Predição de Compras públicas Índices de Corrupção usando Métodos de Aprendizagem por Máquina		
Decarolis and Giorgiantonio 2020	Corrupção de bandeiras vermelhas em público: novas evidências das licitações italianas		
Rabuzin et. al 2020	Processo de Mineração em Compras Públicas na Croácia		
Velasco et. al 2021	Um sistema de apoio à decisão para a detecção de fraudes nos contratos públicos	Teoria gráfica, agrupamento, e análise de regressão com métodos avançados de ciência de dados	

Fonte: Adaptado de Modrušan, Mršić & Rabuzin (2021)

Dos estudos elencados no Quadro 6, todos voltados à questão da detecção de fraudes em sistemas de aquisições públicas ao redor do mundo, inclusive estudos sobre o sistema brasileiro, pelo menos seis deles Wang (2016); Gallego, Rivero e Martínez (2018); Sales (2013); Sun e Sales (2018); Fazekas e Kocsis (2020 e Fazekas, Tóth e King (2016) utilizaram a regressão logística para as suas análises, demonstrando uma considerável utilização desta técnica para estudos no campo.

Na medida de percepção da corrupção IPC, da Transparency International, o Brasil ocupa atualmente a posição 94^a no ranking de percepção de corrupção (Figura 5). Isso reforça

a necessidade de se estudar os mecanismos que fragilizam o sistema de compras e abrem espaço para a corrupção.

Figura 5 - Posição do Brasil no ranking de percepção de corrupção

Index 2020 Results table

Score	Country	Rank
38	Ethiopia	94
38	Peru	94
38	Brazil	94
38	Kazakhstan	94
37	Indonesia	102
37	Gambia	102
36	Vietnam	104

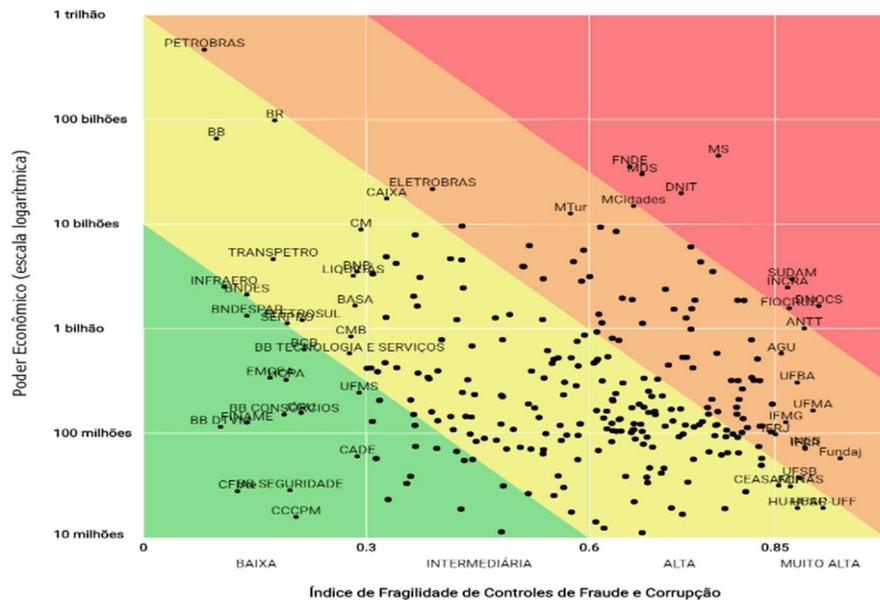
AMERICAS
BRAZIL

Score	Rank	Score change
38/100	94/180	↓ -5 since 2012

Fonte: Transparency International (2021)

Numa pesquisa específica, o Tribunal de Contas da União-TCU mapeou o risco de exposição à fraude e corrupção na Administração Pública Federal. A Figura 6 resume o quadro geral das Organizações Públicas, cuja metodologia utilizou uma escala de "Poder Econômico" contra o Índice de fragilidade de controles de fraude e corrupção⁴

Figura 6 - A percepção do TCU sobre a fragilidade à fraude e corrupção



Fonte: Tribunal de Contas da União (2018)

⁴ No TCU, a definição conceitual da avaliação da exposição da Administração Pública Federal - APF à fraude e corrupção foi desenvolvida a partir da pesquisa em artigos e trabalhos sobre o tema. Depois, foram escolhidos três parâmetros capazes de demonstrar tal exposição: Poder econômico; Poder regulamentar; e fraudes e corrupção; e controles preventivos e de detecção, incluindo controles aplicáveis à designação de gestores. (TCU, 2018)

Segundo os estudos de Köbis e outros (2017), as principais formas de corrupção representam uma forte ameaça ao funcionamento das sociedades, e a explicação mais frequente de como a corrupção grave emerge é a “metáfora do declive escorregadio - a noção de que a corrupção ocorre gradualmente”. Contudo, discordando deste ponto de vista, os autores testaram empiricamente se os atos de corrupção grave acontecem de forma gradual ou abrupta. Os resultados de quatro estudos experimentais revelaram uma maior probabilidade de corrupção grave quando aos participantes foi dada diretamente a oportunidade de se envolverem nela (abrupta) em comparação com quando anteriormente se tinham envolvido em formas menores de corrupção, ou seja, quebrando o paradigma de que a corrupção ocorre lenta e gradualmente.

Nesta linha, percebe-se a relevância premente de testar se a violação de um possível acordo ou conluio influencia a probabilidade de detecção de uma possível fraude.

3.3.2 Hipóteses a partir do referencial teórico

De acordo com Danger e Capobianco (2008), o conluio entre os proponentes podem assumir muitas formas, qualquer uma das quais impede os esforços dos funcionários responsáveis pelas aquisições - frequentemente governos locais e nacionais - para obter produtos e serviços ao preço mais baixo possível. Muitas vezes, os concorrentes definem quem irá apresentar a proposta a ser adjudicada através de um processo de licitação. Um objetivo comum numa conspiração de licitação é aumentar o valor da proposta vencedora e, conseqüentemente, o lucro dos concorrentes escolhidos.

Neste sentido, o conluio (ou manipulação de propostas) ocorre quando os concorrentes, em vez de competir como seria de esperar, conspiram secretamente para aumentar os preços ou baixar a qualidade dos bens e serviços para os compradores que desejam adquirir bens ou serviços através de licitação.

Portanto, a identificação de superfaturamento, ou seja, a contratação de preços muito acima dos preços de mercado, pode ser um indício de irregularidade. Também, segundo Danger e Capobianco (2008), os preços de licitação podem ajudar a descobrir situações de conluio. Devem ser procurados padrões que sugiram que as empresas podem estar a coordenar os seus esforços, tais como aumentos de preços que não podem ser explicados por aumentos de custos.

Quando os preços das propostas vencedoras são muito mais elevados do que a proposta vencedora, os conspiradores podem estar a utilizar um esquema de oferta fictícia ou de

cobertura. Uma prática comum em esquemas de ofertas de cobertura é que o proponente que a submete acrescente 10% ou mais ao valor da oferta mais baixa. Os preços que são superiores às estimativas de custos, ou às propostas anteriores para contratos semelhantes, podem também indicar práticas colusivas.

Como este raciocínio envolve a questão do valor estimado, é aqui proposto um novo índice: o Índice de Superfaturamento Aparente (ISA)⁵ que é obtido em função da razão entre a subtração do Valor Licitado (VL) pelo Valor Estimado (VE), sobre o Valor Estimado, pode tornar-se um instrumento importante para verificar a probabilidade de ter ocorrido fraude.

Portanto, desta discussão extrai-se a seguinte hipótese, a ser testada no presente estudo:

H1 - Quanto maior for o Índice de Superfaturamento Aparente do processo de aquisição, maior é a probabilidade de ter ocorrido fraude.

Dentre a legislação brasileira destinada a encorajar a participação de pequenas empresas na contratação pública, a Lei Complementar 123/2006 tem um incentivo denominado empate ficto, que permite às micro e pequenas empresas cobrir uma proposta se esta estiver no limite de até cinco por cento do preço da proposta mais baixa, no pregão eletrônico. A questão da participação das ME/EPP nas licitações fazem parte dos estudos conduzidos por Silva e Ferreira (2007), Bajari, Mc Millan e Tadelis (2009) e Sampaio (2012), que consideram a questão do desempate previsto na Lei Complementar 123/2006 e a sua importância para o desempenho das Microempresas (ME) e Pequenas Empresas (EPP) na Contratação Eletrônica.

Na pesquisa realizada verificou-se que cerca de 24% das propostas vencedoras das Micro e Pequenas Empresas utilizaram este benefício, pelo que seria interessante verificar a dimensão da empresa que ganhou a disputa e se esta estaria relacionada com qualquer possível prova de uma combinação entre empresas maiores para contornar o benefício do desempate. Portanto, se não houver vencedor ME/EPP neste universo ou se estiver abaixo do observado em estudos anteriores, pode ser uma indicação de uma combinação entre as empresas maiores para retirar as pequenas da disputa.

⁵ O Índice de Superfaturamento Aparente-ISA proposto consiste na seguinte fórmula: $(VL-VE) / VE$, onde VL = Valor Licitado e VE = Valor Estimado, ambos considerando o preço por unidade.

A prática apontada por Danger e Capobianco (2008), em que as empresas em conluio tendem a colocar os lances dez por cento acima do valor da menor proposta, afasta a utilização do desempate pela ME/EPP. Dito isto, a seguinte hipótese será verificada:

H2 - Quanto maior for o porte da empresa⁶ vencedora no pregão eletrônico, maior será a probabilidade de ter ocorrido fraude.

3.4 DADOS E MÉTODO DE INVESTIGAÇÃO

A metodologia utilizada nesta pesquisa consiste numa análise exploratória empírico-inferencial dos dados contidos no Portal de Compras do Governo Federal, e no recém-criado "DadosAbertos.gov.br". Foi utilizado o modelo de regressão logística, com uma variável binária dependente, tal como descrito por Hair e outros (2009).

Nesta classe de modelo de regressão, a variável dependente, y , pode assumir apenas dois valores. Assim, ela pode representar a ocorrência de um evento ou a escolha entre duas alternativas. Este modelo permite estimar a probabilidade de fraude, y , em função de um vector, x , de variáveis explicativas formadas pelas características do Serviço, do Processo de Licitação, ou do fornecedor.

O objetivo do modelo foi de quantificar a relação entre as variáveis explicativas e a probabilidade de fraude no sistema de compras públicas, também com base nos arquivos da CGU e do TCU, o que permitirá captar os pregões em que o vencedor foi punido. Outro objetivo é analisar o efeito marginal, em termos probabilísticos, de uma dada variável explicativa sobre a probabilidade de ocorrência de fraude. A variável dependente, y , toma os valores zero (sem punição) ou 1 (punição por fraude).

Num primeiro passo, foi construída uma base de dados, com informações sobre os vencedores das propostas e os valores contratados, extraídas do Portal de Compras do Governo Federal e da plataforma DadosAbertos.Gov. O montante dos serviços contratados no período é de cerca de 260 bilhões de reais, abrangendo todos os tipos de licitações, o que resultou em 557.567 processos de aquisição.

⁶A classificação por porte da empresa brasileira ao abrigo da Lei 123/2006 é por receitas, e número de empregados no setor de serviços ou na indústria, sendo Microempreendedor Individual: receita bruta anual até R\$ 81.000,00(até 1 empregado)- essa até 2018 não participava de licitações; Micro empresa- ME: receita bruta anual igual ou inferior a R\$ 360.000,00(menos de 9 empregados, no serviço ou menos de 19 empregados na indústria); Empresa de Pequeno Porte-EPP: receita bruta anual superior a R\$ 360.000,00 e igual ou inferior a R\$ 4.800.000,00(entre 9 e 19 empregados no serviço ou entre 10 e 49 empregados na indústria); Grande Empresa-GE receita bruta anual superior a R\$ 4.800.000,00(acima de 50 empregados no serviço ou acima de 100 empregados na indústria).(BRASIL, 2006)

Os dados foram analisados por período, tipo de licitação, e forma de licitação, atingindo o montante de mais de R\$120 bilhões em aquisições através de pregões eletrônicos, dos quais 111.068 foram realizados pregões. Como o foco desta pesquisa são os pregões para contratação de serviços, uma vez que estes têm apenas um licitante vencedor por item licitado, foi realizado um processo de rastreio, resultando num universo de 54.966 pregões, na modalidade de licitação pregão, em sua forma eletrônica e relacionados com a contratação de serviços a serem utilizados na análise de regressão, com valores licitados a partir de R\$ 0,01 (um centavo).

Uma regressão linear simples de y versus x , que representa um Modelo de Probabilidade Linear, não é apropriada, uma vez que os termos de erro não são normalmente distribuídos, mas sim binomiais e com heterocedasticidade, e ainda pode ocorrer que as probabilidades condicionais calculadas não pertençam ao intervalo fechado 0 e 1. Por conseguinte, é necessário trabalhar com uma especificação concebida para controlar os requisitos dos modelos com variáveis dependentes binomiais (HAIR e outros, 2009; SCHON, 2003; FAVERO, 2017).

Os dois modelos de escolha binária, Logit e Probit se adequavam ao propósito desta pesquisa, optou-se pelo Logit, tendo em vista a sua simplicidade quanto aos cálculos inerentes à função cumulativa logística e a facilidade de manuseio da razão de probabilidade decorrente do modelo. (MADDALA, 1992; HAIR e outros, 2009; CAMPOS, 2012).

Modelo simples de regressão logística

Quando a variável de resposta é binária, tomando os valores 1 e 0, com probabilidades e $1-0$, respectivamente, Y é uma variável *Bernoulli* com o parâmetro $E(Y) = \pi$ o modelo na sua forma habitual é dado por:

$$Y_i = E(Y_i) + \varepsilon_i \quad (1)$$

Onde:

$$E(Y_i) = \pi_i = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 X_i)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 X_i)} \quad (2)$$

Após a estimativa do modelo logit, a qualidade dos resultados obtidos foi analisada com base nos seguintes elementos:

1) LR (Razão de Verossimilhança) teste estatístico que testa a hipótese nula de que as variáveis explicativas em conjunto não têm qualquer efeito sobre y .

2) os resultados obtidos só são válidos se os termos de erro do modelo ajustado, via máxima verossimilhança, forem homocedásticos. Se isto não acontecer, os estimadores gerados são inconsistentes.

Índice de Superfaturamento Aparente - ISA

A partir da análise das variáveis constantes no modelo, e apoiados no contexto da pesquisa propôs-se uma fórmula para cálculo de um índice que demonstre a razão entre o Valor Licitado e o Valor Estimado pelo órgão Licitante, chamado de Índice de Superfaturamento Aparente - ISA, que consiste na seguinte fórmula:

$$ISA = \frac{VL-VE}{VE} \quad (3)$$

Onde: VL = Valor Licitado e VE = Valor Estimado, ambos considerando o preço por unidade.

Foram utilizados os softwares Microsoft Excel e o pacote estatístico *Stata* 17.

Para efeito de realizar a regressão logística foram preparados os dados em planilha do MS Excel e em seguida inseridas no software *Stata*. No desenvolvimento do processo foram gerados, tabelas, figuras e gráficos que serão detalhados a seguir:

1) A Tabela 4 trata da descrição das variáveis do modelo de regressão logística, são detalhados os agrupamentos, as variáveis e suas descrições e classificação quanto ao tipo, dependente ou independente. Nesta pesquisa tem-se uma variável dependente, e 5 variáveis independentes, divididas em dois agrupamentos;

2) A Figura 5 ilustra o mecanismo do método empírico realizado, demonstrando a variável dependente e a sua possível relação com as variáveis independentes;

3) Na Tabela 5 apresenta-se a estatística descritiva das variáveis, com todas as variáveis e suas principais medidas, como, número de observações, valores mínimos e máximos, média, desvio-padrão, valores faltantes e descrição;

4) Na Tabela 6 tem-se a regressão logística propriamente dita, com o coeficiente da regressão (β), o Erro-padrão, o Z(Wald), os graus de liberdade (df), o $P > |z|$, a razão da probabilidade (*ODDS RATIO-OR*) e o intervalo de confiança;

5) Na Tabela 7, tem-se o Teste Omnibus dos coeficientes do modelo;

6) Na Tabela 8, tem-se as Medidas de ajuste do modelo;

7) Na Tabela 9, tem-se o Teste de Hosmer e Lemeshow;

8) Tem-se na Figura 8, a Curva Característica de Operação do Receptor – ROC.

3.4.1 Descrição das Variáveis e Modelo Empírico

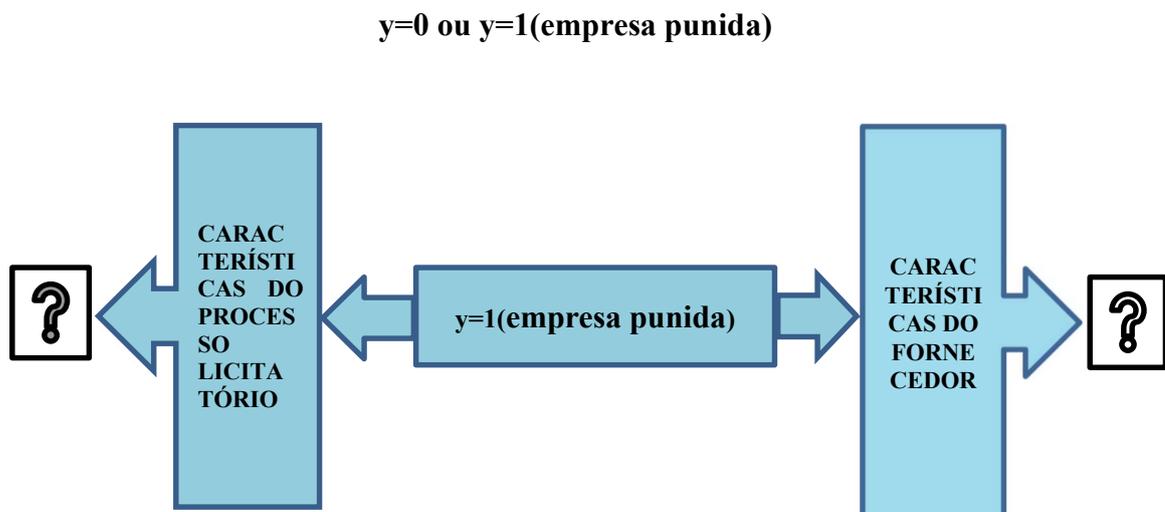
A Descrição das variáveis é apresentada na Tabela 4.

Tabela 4 - Descrição das variáveis do Modelo de Regressão Logística

Agrupamento	Variável	Descrição	Tipo de Variável
Variável resposta ou dependente	V1	Variável a ser explicada pelo modelo: Admitindo que a variável dependente, y , assume os valores zero ou 1 (Pregão Eletrônico que teve um fornecedor sancionado devido a fraude). A probabilidade de observar $y=1$ é dada pelo modelo logit.	Dependente
Características do Processo Licitatório	V2	Valor total da Licitação	Independente
	V3	Índice de Superfaturamento Aparente - ISA	Independente
Características do Fornecedor	V4	Pequena Empresa - EPP	Independente
	V4(1)	Microempresa - ME	Independente
	V4(2)	Grande Empresa	Independente

Fonte: Elaboração própria

Figura 7 - Mecanismo da relação entre as empresas punidas e os pregões eletrônicos



Fonte: Elaboração própria

O mecanismo apresentado na Figura 7 ajuda a compreender como o processo de licitação e as características do fornecedor afetam a fraude nas compras públicas.

Na regressão, a função de perda utilizada para a estimativa foi a função de máxima verossimilhança. A função de perda nada mais é do que uma função matemática que avalia a distância entre os valores previstos pelo modelo e o valor observado, utilizada por Schön (2003). A ideia de qualquer procedimento de ajuste não linear do modelo é sempre minimizar a função de perda, ou seja, tornar o modelo tão próximo quanto possível dos valores reais. Além disso, a função de máxima verossimilhança funciona com a lógica da probabilidade de encontrar aleatoriamente todos os valores para os parâmetros encontrados na simulação. O significado do modelo foi então determinado desta forma. Após a definição da função de perda, o método de estimativa foi definido.

Neste sentido, procurou-se fazer o modelo convergir para boas soluções, que minimizem a função de perda com um mínimo de iterações.

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 5 representa a estatística das variáveis em estudo. Por se tratar de variáveis categóricas, 0 ou 1, apresentam-se a descrição em termo de ocorrência de cada categoria: a média, o mínimo, o máximo, o desvio-padrão, std. Dev, além de valores ausentes, *missing*, ou seja, casos, na tabela, para os quais havia ausência de informação para a variável.

Os números dispostos na Tabela 5 para V1, a variável resposta ou dependente indicam que as empresas punidas participaram de 2002 pregões dos 54.966 analisados, o que representa 3,64 % do total da amostra. Nesta descritiva, não houve valores ausentes.

Ainda na Tabela 5, em V2, valor total da licitação tem-se a estatística descritiva da variável e demonstra que o maior valor contratado foi de R\$110.299.965,00 por uma empresa de *Call Center*, já o menor foi de R\$0,01 por uma companhia telefônica (valor referente a minuto de chamada telefônica). O contrato de valor médio foi de R\$ 106.755,00 e sem registro de valores ausentes.

Para a V3, o ISA, teve seu valor máximo em 7.119.999, média 135,53, e mínimo -1, com 8 valores ausentes que foram tratados segundo a técnica “*Total mean substitution*” descrita por Dodeen (2003), que, em resumo, consiste em substituir os valores ausentes pela média válida. Não houve valores ausentes.

Ainda na Tabela 5, no agrupamento Características do Fornecedor (por porte), houve em 4 anos, 54.966 pregões eletrônicos para a contratação de serviços, no âmbito do Sistema Brasileiro de Compras Públicas. Destes, 17.447 foram ganhos por Microempresa (31,7%), 19.131 por Pequena Empresa (34,8%), e 18.388 por Grande Empresa (33,4%), sem registro de valores ausentes.

Tabela 5 - Estatística descritiva das variáveis

Agrupamento	Variável	N	Min.	Max.	Média	Std. Dev.	Missing	Descrição
Variável resposta ou dependente	V1	2002	0	1	.0364225	.1873407	0	Variável a ser explicada pelo modelo: Admitindo que a variável dependente, y , assume os valores zero ou 1 (Pregão Eletrônico que teve um fornecedor sancionado devido a fraude). A probabilidade de observar $y_t=1$ é dada pelo modelo logit. Houve 2002 “Pregões irregulares”.
Características do Processo Licitatório	V2	54966	0	1.11E+08	106755.1	1166245	0	Valor total da Licitação
	V3	54966	-1	7119999	135.5365	30380.7	0	Índice de Superfaturamento Aparente-ISA
Características do Fornecedor	V4	19131	0	1	.3480515	.4763568	0	Pequena Empresa - EPP
	V4(1)	17447	0	1	.3174144	.4654744	0	Microempresa - ME
	V4(2)	18388	0	1	.3345341	.4718316	0	Grande Empresa

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa e em Sampaio (2012)

Para além dos aspectos gerais do modelo, descritos na Tabela 5, as condições específicas que conduziram aos resultados são descritas abaixo.

Na Tabela 6, encontram-se as principais métricas dos resultados, utilizadas nas regressões logísticas:

Tabela 6 – Regressão Logística

	β	S.E.	Z(Wald)	df	P> z	OR	95% C.I. to OR	
							Inf	Sup
V2 (R\$)	2.91e-08	9,13E-09	3.18	1,000	0,001	1,000	1.12e-08	4.70e-08
V3 ISA	-.6975018	.0666384	-10.47	1,000	0,000	.4978274	-.8281106	-.566893
V4								
EPP	-	-	-	-	-	-	-	-
V4(1)								
ME	-.1327149	.0697935	-1.90	1,000	0,057	.8757148	-.2695077	.004078
V4(2)								
GE	.9381185	.0561446	16.71	1,000	0,000	2.555169	.8280771	1.04816
Intercepto	3.9345969	.0536476	-73.34	1,000	0,000	.0195536	-4.039743	-3.829448

Nota: LR chi2(4) = 641.01, Prob > chi2 = 0.0000, Pseudo R2 = 0.0373, Log likelihood = -8276.3471 N° de Iterações = 14, Software = Stata 17

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa

A Tabela 6 demonstra os resultados obtidos por meio de regressões *logit*, sendo a regressão, contra as variáveis V3-ISA, V4(1)-ME, V4(2)-GE. Quase todas as variáveis afetam de forma significativa a variável dependente ou fenômeno estudado, sendo que a variável V3 tem a intensidade mais elevada e somente a variável V4(1) ME não foi significativa. A razão da probabilidade (*Odds ratio*) é 0,49 vezes “menor”, quanto ao impacto do índice de superfaturamento aparente na variável dependente.

A variável “Microempresa” não foi significativa para um p-valor de 0,05, enquanto

Grande Empresa-GE foi significativa, a razão da probabilidade (*Odds ratio*) é 2,555 vezes “maior”, quanto ao impacto da “Grande Empresa” na variável dependente.

Importa notar que a variável V (4) -EPP foi tomada como base para a confrontação das demais variáveis, razão pela qual não teve os dados dispostos na sua respectiva linha da Tabela 6.

O teste Omnibus na Tabela 7 testa se os modelos sucessivos nas etapas iterativas da regressão são melhores do que o modelo de base inicial do processo iterativo, uma vez que os valores de P são altamente significativos, isto indica que as estimativas dos parâmetros obtidos após o fim do processo iterativo são melhores do que um modelo inicial (LARRY; BRADLEY, 1991; FERNANDES et. al., 2021)

Tabela 7 - Teste Omnibus dos coeficientes do modelo

χ^2	df	Sig
6.93e+12	5	0,00

Fonte: Resultados da pesquisa

Nas medidas de ajuste do modelo, na Tabela 8, a probabilidade é uma comparação do modelo final do processo iterativo com o modelo bruto inicial, quanto maior for este número, mais expressiva será a melhoria. (FERNANDES et al., 2021). O R^2 foi estimado por dois métodos diferentes, um mais conservador (Cox & Snell) e um mais extensivo (Nagelkerke), e em ambos o coeficiente de determinação do modelo foi de 1,2%.

Em que pese se apresente um R^2 baixo, não representa fraqueza do modelo, pois não se trata de regressão linear. De acordo com Hosmer e Lemeshow (2000), valores baixos de R^2 em regressão logística são a norma e isso apresenta um problema ao relatar seus valores para um público acostumado a ver valores de regressão linear.

Tabela 8 - Medidas de ajuste do Modelo

-2log likelihood	Cox & Snell R^2	Nagelkerke R^2
-8596.852	0,012	0,012

Fonte: Resultados da pesquisa

Finalmente, tem-se o teste de Hosmer e Lemeshow na Tabela 9. Esse teste avalia aderência do modelo nos dados no sentido da previsão (HOSMER; LEMESHOW, 2000). Aqui há uma boa previsão quando o significado estatístico é superior a 0,05, neste caso tem-se um bom modelo de previsão, no entanto, tem-se um modelo que nos permite compreender o fenômeno (investigar quais as variáveis que influenciam, mas não prever com precisão o resultado).

Tabela 9 – Teste de Hosmer e Lemeshow

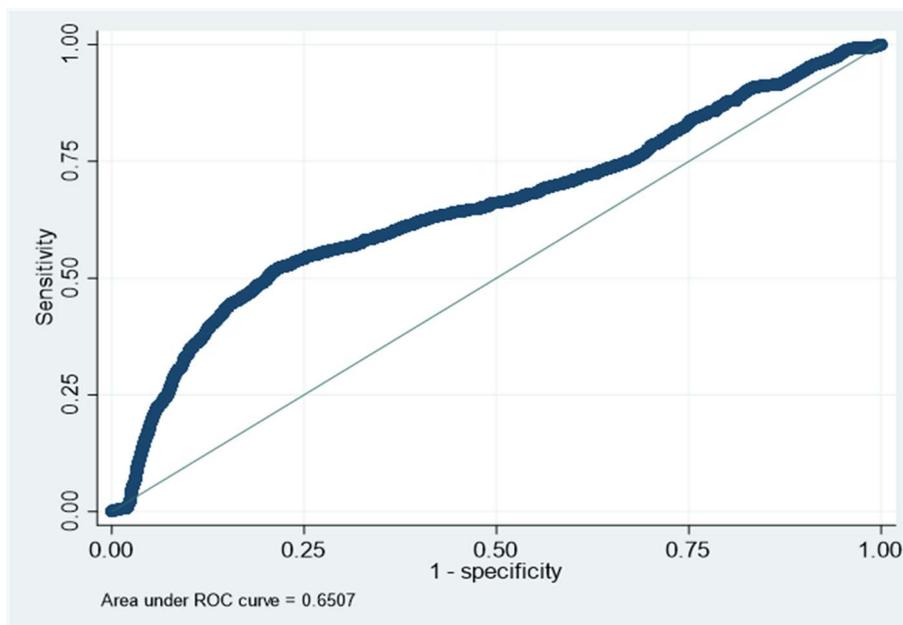
χ^2	df	Sig
320.23	8	0,00

Fonte: Resultados da pesquisa

A Figura 8 mostra a Curva Característica de Operação do Receptor (do inglês, *Receiver Operating Characteristic, ROC*), que enfatiza a sensibilidade *versus* especificidade do modelo, e pode dar uma representação gráfica da eficácia do modelo em questão. (OLIVEIRA, 2015)

Segundo Faceli e outros (2011), essa análise é uma representação gráfica que indica a performance de um sistema de classificação binária a partir da variação de seu limiar de discriminação.

Figura 8 – Curva Característica de Operação do Receptor - ROC



Fonte: Resultados da pesquisa

Conforme a pesquisa de Witten e outros (2005), as curvas ROC tem taxa de verdadeiro positivo sobre o eixo Y e a taxa de falsos positivos no eixo X.

A partir daí, o canto superior esquerdo é o ponto ideal – uma taxa de falsos positivos igual a zero, e uma taxa verdadeiro positivo igual a um. Alcançar o ponto ideal não é usual, entretanto, quanto maior a área sob a curva, melhor a performance do modelo.

Os resultados oferecidos pela investigação empírica mostram que um valor maior de V3 (ISA) diminui a probabilidade de estar entre as empresas punidas, **não suportando a hipótese H1**. Um valor maior de ISA diminui a probabilidade de estar entre as empresas punidas, em 0,4978 vezes (ou seja, para menos), ou ainda 51% menos a probabilidade de estar no grupo de superfaturamento $[(0,49-1) \times 100]^7$.

Este resultado é corroborado pelos estudos de Becker (1968); Rose-Ackerman (1975, 1996, 2014); Lengwiler e Wolfstetter (2006) e Miroslav et al. (2014). Uma possível explicação para isto seria o fato de o "aparente superfaturamento" já ser bem observado pelos auditores governamentais, e ser mais direcionado para verificação, pelo que as empresas punidas hoje em dia recorrem a "truques" mais elaborados do que inflar preços, tais como conluio de preços ou simulação de valores competitivos. (MIROSLAV et al., 2014).

Em termos de dimensão da empresa, os resultados da pesquisa revelaram que ser uma empresa punida é fortemente influenciada pelo fato de a empresa vencedora ser grande; A probabilidade de uma grande empresa estar no grupo punido é 2,55 vezes superior à probabilidade de uma pequena empresa; ou ainda 155% mais probabilidade de uma empresa punida ser uma grande empresa do que de ser pequena ou microempresa. $[(2.55-100) \times 100]^7$. Assim, a **hipótese H2 foi suportada**.

Conforme Lima (2016), um dos principais tipos de fraudes são a combinação de preços entre fornecedores, a utilização de empresas estabelecidas com o objetivo de frustrar a concorrência nas disputas e favorecer certos participantes, a fim de burlar o procedimento legal. Este resultado é compatível com a possibilidade de associação entre as empresas grandes e se coaduna com Albano et al. (2006); Miroslav et al (2014) e OCDE (2016), quanto ao aparecimento de "cartéis licitatórios" em aquisições, ou seja, acordos colusivos em processos de licitação, como possíveis formas de prática anticoncorrencial e este comportamento pode ser entendido como corrupção (ACEMOGLU, 2004; BECKER, 1968; IUDÍCIBUS, MARION, PEREIRA; SLOMSKI, 2001; ROSE-ACKERMAN, 1975)

⁷ Os coeficientes não padronizados de variáveis com escalas diferentes não podem ser diretamente comparados.

Portanto, os resultados observados oferecem provas sobre os fatores associados à ocorrência de fraude no Sistema de Compras Públicas Eletrônicas no Brasil, o que pode contribuir para o debate em curso sobre este tópico na sociedade.

3.6 CONCLUSÃO E IMPLICAÇÕES

Este estudo visava investigar que fatores estão associados à ocorrência de práticas anticoncorrenciais nos Pregões Eletrônicos no âmbito do Sistema de Compras Públicas brasileiro. A análise considerou todos os serviços contratados entre 2014 e 2017. O estudo utilizou o modelo Regressão logit, com uma variável binária dependente para modelar a probabilidade de fraude, em função de um vetor de variáveis explicativas composto pelas características do Processo de Licitação, e do Fornecedor, quantificando assim a relação entre as variáveis explicativas e a probabilidade de ocorrência de fraude no sistema de compras públicas.

Portanto, pode-se afirmar em resposta à questão de pesquisa, que **os fatores porte da empresa e o Índice de Superfaturamento Aparente - ISA estão associados a ocorrência de fraudes e de práticas anticoncorrenciais em pregões eletrônicos**, sendo que as grandes empresas têm maior probabilidade de estarem associadas a essas ocorrências, e as licitações com maior ISA tem menor probabilidade de associação a ocorrência de fraude nos pregões eletrônicos.

Como foi apontado na revisão da literatura, as principais formas existentes de práticas anticoncorrenciais ou corrupção nas licitações em pregão eletrônico incluem o uso de programas de computador que enviam lances de forma automática, o acerto de preços entre licitantes, o uso de empresas constituídas com o fim de frustrar a concorrência nas disputas e favorecer determinados licitantes, e a associação entre agentes públicos e fornecedores com o fim de burlar o procedimento legal (ALBANO et. al, 2006; CAMPANA, 2018; HANÁK, 2018; LENGWILLER & WOLFSTETTER, 2006; LIMA, 2016; TCU, 2018).

A análise estatística aqui efetuada não permite caracterizar ou classificar a incidência de cada uma dessas formas de corrupção, porém o indício de que existem é fator motivador do desenvolvimento de mecanismos para preveni-las ou torná-las desvantajosas.

Este estudo pode contribuir para a acumulação de conhecimentos empíricos e teóricos, expandindo bases mais seguras para os governos e a sociedade para combater a corrupção e, conseqüentemente, para uma maior eficácia e eficiência do gasto público.

Os resultados demonstram que mesmo após a instituição de uma forte lei anticorrupção no Brasil, a fraude ainda ocorre no tipo de licitação mais seguro, o pregão eletrônico.

A principal limitação deste estudo é que a *proxy* para "ocorrência de fraude" é "ter sido punido". Mas nem todos os autores de fraudes cometem sempre fraudes em todos os pregões em que participam. Além disso, as provas de fraude baseiam-se na punição, mas a eficiência do "sistema de punição" não é tida em conta. Segundo Faria (2004), Yeung e Azevedo (2012), o sistema jurídico brasileiro é conhecido mundialmente pela sua lentidão, ineficiência - e corrupção novamente. Outra limitação foi o baixo coeficiente de determinação (R^2) da regressão, que demonstra haver fortes indícios de que outras variáveis podem explicar o fenômeno, além das que foram estudadas.

Estudos futuros poderiam se basear na exploração das diferenças temporais e setoriais, tais como a análise de dados em decomposição por ano, ou a decomposição de dados em *Clusters*, ou seja, por tipo de setor (e.g. Infraestrutura, Tecnologia da Informação e Comunicação, Saúde), setores com maiores valores de contratos.

Recomenda-se ainda aprofundar os estudos baseados na Economia da Corrupção, em questões que envolvem as relações endógenas e exógenas e a dinâmica do processo de corrupção, como contribuições para o entendimento do processo, a fim de que a corrupção se torne inviável ou inoportuna.

4. ARTIGO 3 - UM MODELO PEQUENO E ALTAMENTE ESTILIZADO DE CORRUPÇÃO E FRAUDE NO SETOR PÚBLICO BRASILEIRO

RESUMO

Esta pesquisa apresenta um pequeno e altamente estilizado modelo de corrupção em Dinâmica de Sistemas e os seus potenciais impactos na fraude nas compras públicas no Brasil. Com o objetivo de analisar a dinâmica da corrupção no setor público brasileiro, centra-se apenas em dois ciclos de realimentação: 1) O impacto da corrupção no nível de investimentos econômicos no país, que tem impacto no nível de pressão econômica anticorrupção e conseqüentemente na eficácia do sistema judicial, e 2) O impacto da corrupção na concentração de renda e conseqüentemente no nível de participação política ativa da população. O modelo foi calibrado com base no Índice de Percepção da Corrupção Brasileira (IPC). É realizada também, uma análise de cenários para determinar o comportamento da curva de corrupção e o número de empresas corruptas para diferentes configurações, e para estudar o impacto destas variáveis sobre a corrupção, e com base nestes resultados, são discutidas as implicações políticas. A principal limitação deste estudo é ter uma baixa validade interna, entretanto, o modelo reflete os principais determinantes da dinâmica da corrupção, tal como sugerido pela literatura. Os resultados da análise indicam que o nível de corrupção depende da sensibilidade dos atores e dos atrasos no sistema. A análise aqui realizada não permite caracterizar ou classificar a incidência das várias formas de corrupção e trata a corrupção como uma variável agregada. No entanto, ajuda a acrescentar provas, embora limitadas, a favor do ciclo de equilíbrio ligado à pressão econômica contra a corrupção e do ciclo de reforço ligado à atribuição ineficiente de recursos públicos com influência na corrupção a nível nacional e na corrupção no sistema de compras públicas.

Palavras-chave: Política Pública. Corrupção. Dinâmica de Sistemas. Compras Públicas. Brasil.

ABSTRACT

This research presents a small and highly stylized System Dynamics model of corruption and its potential impacts on public procurement fraud in Brazil. Aiming to analyze the dynamics of corruption in the Brazilian public sector, it focuses only on two feedback loops: 1) The impact of corruption on the level of economic investments in the country, which impacts the level of economic anti-corruption pressure and consequently the effectiveness of the judicial system, and 2) The impact of corruption on the concentration of income and consequently the level of active political participation of the population. The model was calibrated based on the Brazilian Corruption Perception Index (CPI). It is also performed, a scenario analysis to determine the behavior of the corruption curve and the number of corrupt firms for different configurations, and to study the impact of these variables on corruption, and based on these results, the policy implications are discussed. The main limitation of this study is having a low internal validity; however, the model reflects the main determinants of corruption dynamics as suggested by the literature. The results of the analysis indicate that the level of corruption depends on the sensitivity of actors and delays in the system. The analysis conducted here does not allow for characterization or classification of the incidence of the various forms of corruption and treats corruption as an aggregate variable. However, it helps to add evidence, albeit limited, in favor of the balancing cycle linked to economic pressure against corruption and the reinforcing cycle linked to inefficient allocation of public resources with a bearing on corruption at the national level and corruption in the public procurement system.

Keywords: Public Policy. Corruption. Systems Dynamics. Public Procurement. Brazil.

4.1 INTRODUÇÃO

Em setembro de 2015, os líderes mundiais reuniram-se na sede da ONU em Nova Iorque e decidiram sobre um plano de ação denominado Agenda 2030 para erradicar a pobreza, proteger o planeta e assegurar que as pessoas alcancem a paz e a prosperidade. O documento contém um conjunto de 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), no qual o objetivo 16 visa promover sociedades pacíficas e inclusivas, o acesso à justiça para todos, e a construção de instituições eficazes, responsáveis e inclusivas a todos os níveis. Este documento, mais especificamente no seu subitem 16.5, prevê a "redução substancial da corrupção e do suborno em todas as suas formas". De acordo com a Organização das Nações Unidas - ONU (2015):

A corrupção é um sério impedimento ao desenvolvimento sustentável. O custo desta prática é maior do que simplesmente desviar recursos do seu propósito legítimo. Entre os efeitos desta prática estão a destruição da estrutura social, o enfraquecimento do Estado de direito, a falta de confiança no governo, uma má qualidade de vida, e a criação de um ambiente propício ao avanço do crime organizado, do terrorismo, e do extremismo violento.

A corrupção compromete o contrato social em que se baseia o comportamento moral e o Estado de direito (LEE et al., 2019).

Para Miranzo-Diaz (2017), a abordagem ao problema da corrupção, que estabelece a necessidade de decisões estratégicas, a implementação prática dos princípios de integridade, e os seus conceitos relacionados, justificam a conveniência de promover a implementação de medidas anticorrupção. A corrupção é um elemento-chave no subdesenvolvimento econômico e um obstáculo importante à redução da pobreza e ao desenvolvimento (UNCAC, 2003).

O termo corrupção será aqui utilizado para todos os tipos de comportamento em que uma pessoa ou grupo que se encontra numa posição de confiança utiliza indevidamente essa posição em seu próprio benefício. Nas suas diretrizes sobre aquisições, o Banco Mundial define uma "prática corrupta" como "oferecer, dar, receber, ou solicitar, direta ou indiretamente, qualquer coisa de valor para influenciar a ação de um funcionário público no processo de aquisição ou contrato (LENGWILER; WOLFSTETTER, 2006). Para efeitos desta pesquisa, no contexto das propostas, a corrupção incluirá práticas de fraude, suborno, conluio, ou auto competição de licitantes no contexto de licitações.

O Pregão eletrônico é considerado um instrumento de eficiência na contratação pública. Entre 2014 e 2018, as compras públicas por este meio envolveram transações de mais de 120 bilhões de reais no Brasil, de acordo com os dados recolhidos do Portal de Compras do Governo Federal do Brasil. No entanto, apesar das vantagens obtidas com a implementação da Licitação Eletrônica em licitações públicas, algumas irregularidades, tais como as relacionadas com

preços excessivos e acordos anteriores entre os concorrentes, ainda ocorrem, mesmo após a promulgação, em Janeiro de 2014, da Lei de Anticorrupção no Brasil. Para combater o problema, órgãos de controle como o Tribunal de Contas da União (BRASIL, 2018) esforçam-se por cumprir as representações dos concorrentes que se sentem em desvantagem nos procedimentos licitatórios.

A magnitude do número de medidas cautelares adotadas pelo tribunal (TCU, 2020), que incluem a suspensão das propostas, demonstra a fragilidade da tecnologia mais utilizada pelo Governo Federal - o Pregão eletrônico, como se pode ver na Tabela 10.

Tabela 10 - Medidas cautelares no período de 2015 a 2019 (números e valores totais)

Tipos de medidas	2015	2016	2017	2018	2019
Suspensão dos contratos	19	10	16	25	9
Suspensão da licitação	49	43	56	68	54
Suspensão dos pagamentos	8	15	10	6	9
Outros	4	12	3	14	11
Total # de medidas de precaução	80	80	85	113	83
Valor (R\$ bilhões)	6.991	47.119	20.947	66.076	12.842

Fonte: Adaptado de TCU (2020)

A atividade de Compras Públicas e a corrupção a ela associada pode ser entendida como um sistema, uma atividade com inter-relações em vez de eventos: padrões de mudanças em vez de um "instantâneo", onde tudo está ligado a tudo (SENGE, 1990; STERMAN, 2000). Têm as características básicas de um sistema tal como descrito por Villela (2005): 1) as relações de causa e efeito; 2) tempos de resposta e 3) efeitos de feedback. Dito isto, este estudo pretende investigar que ações podem ser aplicadas para mitigar a ocorrência de corrupção a nível nacional e a nível do comércio eletrônico nas compras públicas, com base numa análise de cenário realizada num modelo parcimonioso e bastante estilizado de dinâmica de sistemas. Tal modelo centra-se apenas em dois fatores explicativos da corrupção: 1) O impacto da corrupção no nível de investimentos econômicos, que tem impacto na pressão econômica anticorrupção e

consequentemente na eficácia do sistema jurídico, e 2) O impacto da corrupção na concentração de renda e consequentemente no nível de participação política ativa da população.

Os pequenos modelos em DS (com até seis ciclos de realimentação) são especialmente adequados para aprender e conceber políticas eficazes devido a várias vantagens.

Primeiro, pela abordagem de realimentação e ênfase em explicações endógenas do comportamento.

Segundo, pela abordagem agregada, a abordagem de simulação, e o fato de os modelos serem "suficientemente pequenos" para que a estrutura seja clara.

Terceiro, pela ligação entre estrutura e comportamento possa ser facilmente descoberta por meio de experimentação (GHAFARZADEGAN et al., 2015).

Além disso, um modelo simples e pequeno permite uma experimentação exaustiva. Assim, importantes pontos de influência no sistema podem ser mais facilmente identificados. Um modelo simples assegura que os decisores políticos possam compreender plena e facilmente os resultados das experiências (GHAFARZADEGAN et al., 2015).

Uma breve apresentação de um modelo simples facilita a demonstração de lições aos outros e ajuda a trazer lições dinâmicas às reuniões das partes interessadas. Esta ênfase num modelo pequeno assemelha-se à de Repenning (2003), que argumenta que também são necessários modelos pequenos no contexto acadêmico para construir a intuição dos leitores que não estão habituados a uma visão dinâmica ou holística dos sistemas.

O Prémio Nobel Gunnar Myrdal disse uma vez que "a corrupção parece ser quase um assunto tabu" nos estudos acadêmicos (LEE et al., 2019; MYRDAL, 1970). Esta postura tem vindo a mudar ao longo do tempo. Alguns autores criaram modelos dinâmicos que captam uma parte maior da verdadeira complexidade do fenómeno da corrupção (ARRIVABENE, 2018; DUDLEY, 2000; QUEIROZ, 2015; SCHOLL; LUNA-REYES, 2011; ULLAH; ARTHANARI, 2011; ULLAH, 2012). No entanto, estes modelos não foram publicados em revistas revisadas por pares, talvez devido à grande dificuldade em executar simulações com um modelo calibrado e validar formalmente os modelos face à interdependência da corrupção com fatores extremamente complexos, tais como fatores macroeconômicos, culturais, legais, comportamentais e políticos (HUSTED, 1999). Uma vasta gama de outros fatores, por sua vez, influencia estes fatores. A interdependência da corrupção com toda esta gama de fatores torna-o um problema "insolúvel", se se pretender um elevado nível de validade interna. Por exemplo, sabe-se que o "Modelo Nacional de Dinâmica de Sistemas" de Forrester (da economia americana) foi uma obra de décadas e nunca foi totalmente concluída (FORRESTER, 2013).

Apenas foram publicados artigos baseados especialmente em modelos econométricos ou em teoria dos jogos, que se centram num único aspecto específico da dinâmica da corrupção, libertando-se deliberadamente do objetivo de refletir toda a sua complexidade (BICCHIERI; DUFFY, 1997; FEICHTINGER; WIRL, 1994; LEE et al., 2019; RINALDI et al., 1998; TYBURSKI et al., 2020).

Este estudo procura encontrar um "meio termo", apresentando um modelo com quatro voltas, acrescentando assim mais camadas de complexidade em comparação com os estudos acima mencionados. Concentra-se assim em poucos, mas importantes determinantes-chave da corrupção, sem ter a ambição de obter uma elevada validade interna, mas ainda com o objetivo de gerar percepções potencialmente úteis, especialmente para os decisores políticos. Parte do pressuposto simplificador principal de que os outros fatores que influenciam as variáveis do modelo permanecem estáveis durante o período de simulação.

O presente trabalho está dividido em cinco secções. Além desta introdução, na secção seguinte é apresentada a revisão da literatura, abordando a corrupção e fraude no setor público brasileiro e os modelos em Dinâmica de Sistemas sobre corrupção. A próxima secção apresenta o modelo e na secção seguinte são apresentados os resultados e discussão, para na última secção ser apresentada a conclusão.

4.2 REVISÃO DA LITERATURA

Esta secção está dividida em dois tópicos: Corrupção e Fraude no setor público brasileiro, que é o marco teórico da pesquisa, e a literatura sobre Modelos de Dinâmica de Sistemas sobre Corrupção.

4.2.1 Corrupção e Fraude no setor público brasileiro

A Teoria da Escolha Pública utiliza instrumentos econômicos para resolver problemas de ciência política, sendo um ramo da Teoria da Escolha Racional, portanto de natureza Positivista. Gary Becker foi um dos primeiros a aplicar mais amplamente modelos de atores racionais e em 1992 ganhou o Prémio Nobel de Economia por seus estudos sobre discriminação, crime e capital humano.

A economia da corrupção teve as suas origens com o trabalho de Becker (1968) na área da justiça penal e com Rose-Ackerman (1975). A corrupção é uma praga insidiosa que tem uma vasta gama de efeitos corrosivos nas sociedades. Prejudica a democracia e o Estado de direito, conduz a violações dos direitos humanos, distorce os mercados, corrói a qualidade de vida e

permite que o crime organizado, o terrorismo e outras ameaças à segurança humana floresçam (UNCAC, 2003).

De acordo com a UNCAC (2003):

A corrupção prejudica os pobres de forma desproporcionada ao desviar fundos destinados ao desenvolvimento, minando a capacidade de um governo de fornecer serviços básicos, alimentando a desigualdade e a injustiça, e desencorajando a ajuda e o investimento estrangeiros. Este fenômeno maléfico encontra-se em todos os países - grandes e pequenos, ricos e pobres - mas é no mundo em desenvolvimento que os seus efeitos são mais destrutivos.

O Brasil é um dos poucos países que tem um sistema especialmente articulado para a defesa da concorrência. A política de concorrência do Brasil é regida pela Lei n.º 8884 de 11 de junho de 1994, alterada em 2000 e 2007, a Lei da Concorrência, e complementada pela 12.529, de 30 de novembro de 2011.

De acordo com Silva (2015), uma das principais competências da Secretaria de Defesa Econômica (SDE) em relação ao sistema de licitação é investigar práticas anticoncorrenciais por agentes ou associações e sindicatos, que causam violações da ordem econômica, previstas no art. 36 e suas cláusulas, no capítulo II, "Das Violações", da Lei de Defesa da Concorrência 12.529, de 30/11/21. Para a defesa da concorrência, são analisadas as condutas identificadas como restritivas ou que constituam fusões ou aquisições ilegais, tendo em consideração os resultados sobre a concorrência, a fim de evitar consequências anticoncorrenciais. A análise deve observar o princípio da razoabilidade, a fim de identificar possíveis consequências do ato ou conduta, sendo proibido ou restringido apenas o ato que apresenta potenciais efeitos anticoncorrenciais (FIESP, 2018). A Lei define os parâmetros para a identificação dos atos a analisar, proibindo aqueles que produzem efeitos anticoncorrenciais ou aprovando alguns com restrições, a fim de minimizar ou eliminar os efeitos negativos.

Cartéis em licitações prejudicam substancialmente os esforços do Estado brasileiro para empregar os seus recursos no desenvolvimento do país, ao beneficiar indevidamente grupos de empresas que, através de acordo entre si, defraudam a natureza competitiva das licitações.

Embora a Administração procure racionalizar as suas compras através de controles orçamentais mais rigorosos e melhorias nas formas de contratação - como a utilização do sistema de Pregão eletrônico -, isto não impede totalmente a ação dos cartéis, que provocam transferências indevidas de rendimentos do Estado para as empresas (SDE MJ, 2008).

Fazekas e outros (2016) advertem que, nas compras públicas, a grande corrupção institucionalizada refere-se a problemas na atribuição e execução de compras públicas,

prejudicando as regras universalistas de acesso aberto e justo a contratos governamentais, a fim de beneficiar uma rede fechada, negando ao mesmo tempo o acesso a todas as outras.

Segundo os relatórios da OCDE (2011) sobre a avaliação do Sistema de Integridade da Administração Pública Federal Brasileira, o processo de licitação é um instrumento, reconhecidamente estratégico, para permitir a prestação de serviços públicos, mas ao mesmo tempo, é uma atividade vulnerável à improbidade e a todo o tipo de desperdícios, dos tipos ativo e passivo. Isto foi verificado, por exemplo, nas atividades da força tarefa "Lava-Jato" (BOITO JR, 2017).

A tarefa de reforçar a integridade nos processos de licitação não se limita a um mero aumento da transparência ou à definição dos limites da autonomia dos agentes públicos na tomada de decisões; é necessário qualificar este poder de decisão para assegurar que o dinheiro gasto gera um bom retorno, muitas vezes identificado com a proposta economicamente mais vantajosa. O que a tarefa exige, de fato, é o reconhecimento dos riscos presentes em cada fase do processo de compra, a definição de respostas de gestão adequadas para os abordar, e o acompanhamento dos impactos das ações de atenuação dos riscos.

4.2.2 Modelos em Dinâmica de Sistemas sobre Corrupção

Dada a magnitude dos fatores sociais, econômicos, e políticos envolvidos na dinâmica da corrupção, autores como Arrivabene (2018), Dudley (2000), Queiroz (2015), Scholl e Luna-Reyes (2011), Ullah e Arthanari (2011) e Ullah (2012) desenvolveram modelos complexos e abrangentes sobre corrupção. No entanto, estes modelos têm uma grande limitação: são exclusivamente conceituais; estes estudos não adotaram uma abordagem analítica/quantitativa da dinâmica do fenômeno da corrupção, e os modelos não foram publicados em revistas acadêmicas, revisadas por pares. Como mencionado, apenas foram publicados modelos que se centram num único aspecto da dinâmica da corrupção, ignorando deliberadamente o objetivo de refletir toda a sua complexidade. Tyburski e outros (2020) estudam como o impacto da extração de recursos naturais nos resultados da corrupção é dependente do estado. Ou seja, em ambientes onde a corrupção é elevada, os ganhos inesperados dos recursos naturais permitem aos atores políticos e às elites econômicas tirar partido da corretagem estatal, aumentando ainda mais a corrupção.

Quando um governo constrói e institucionaliza uma coligação em busca de rent-seeking, a necessidade de proporcionar benefícios privados aos apoiantes persiste, independentemente da fonte de receitas utilizada para financiar esses benefícios (TYBURSKI et al., 2020). Uma

vez estabelecida esta situação, receitas adicionais de recursos naturais podem aumentar ainda mais a corrupção (TYBURSKI et al., 2020).

Bicchieri e Rovelli (1995) modelaram a troca de subornos num sistema. Os autores mostraram como, assumindo que a corrupção gera pequenos, mas cumulativos custos sociais, e que a população tem um pequeno número de cidadãos irreduzivelmente honestos, um equilíbrio estável da corrupção pode tornar-se instável, desencadeando uma súbita transição para um comportamento honesto.

Finalmente, Bicchieri e Duffy (1997) demonstram como a corrupção pode tornar-se cíclica sob o pressuposto de que os políticos, para serem reeleitos, têm de compensar os eleitores por meio de incentivos materiais. Feichtinger e Wirl (1994) e Rinaldi e outros (1998) mostram como os ciclos acontecem através de uma interação entre a popularidade dos políticos e os seus bens ocultos.

4.3 O MODELO

A Modelagem Matemática da Dinâmica de Sistemas – DS foi utilizada para analisar a relação entre componentes-chave e variáveis do fenômeno da corrupção no setor público, e os seus efeitos no sistema eletrônico de compras públicas, através do desenvolvimento e calibração de um modelo matemático. Foram realizadas simulações e análises de cenários a fim de estudar a sensibilidade da corrupção a diferentes condições-limite, e potencialmente propor ações para mitigar o risco de ocorrência de corrupção, com o objetivo de reduzir a corrupção no vasto nível "macro" do setor público, e práticas anticoncorrenciais e fraudulentas no ambiente das compras públicas. As equações do modelo podem ser encontradas no Apêndice A.

O Modelo em DS aqui desenvolvido procurou refletir, de uma forma altamente estilizada, a dinâmica da corrupção no setor público como um todo e no sistema de compras públicas brasileiro, concentrando-se apenas em dois ciclos de realimentação que são considerados como fatores-chave ou determinantes do fenômeno em larga escala. Lee e outros (2019), no seu estudo baseado na teoria dos jogos, estudam o aspecto oscilatório da corrupção, representado no ciclo de equilíbrio do modelo aqui apresentado. De acordo com os autores "A corrupção apresenta uma diversidade impressionante. A abordagem aqui realizada está centrada apenas numa parte desta diversidade. É, no entanto, uma parte essencial".

Estas observações são também válidas para o modelo aqui apresentado. As relações entre todos os pares de variáveis endógenas dos dois ciclos de realimentação principais no setor "macro" da corrupção no modelo são de natureza linear. O modelo pode ser visto na Figura 9.

Tabela 11 - Detalhamento das Premissas do Modelo Dinâmico

Premissas do Modelo Dinâmico		
Premissa Maior	Premissas Específicas	Descrição
O nível de incidência de Práticas Anticoncorrenciais nos Pregões Eletrônicos está diretamente ligado à percepção dos licitantes quanto à relação custo/benefício da corrupção	Premissa 1	A população total das empresas licitantes é fixa.
	Premissa 2	Não é tido em conta o efeito de mudanças na administração pública devido a eleições de 4 em 4 anos. O nível de corrupção e fraude não é afetado pelas eleições. Há continuidade.
	Premissa 3	Ações legais, punitivas e pressão pública através da participação política são os únicos fatores que afetam o nível de corrupção.
	Premissa 4	As sensibilidades da "percepção da corrupção" pelos participantes no ambiente de licitação dependem da transparência e divulgação das ações empreendidas contra a corrupção.
	Premissa 5	A "eficácia judicial" depende apenas da pressão social/econômica que afeta os investimentos no setor público. Assume-se que o nível de eficácia no setor jurídico depende apenas da pressão social/econômica, e que fatores como a sobrecarga devida à acumulação de processos judiciais são constantes.
	Premissa 6	A sensibilidade do setor jurídico às pressões depende de melhorias nos seus processos e legislação.
	Premissa 7	O nível de incidência de Práticas Anticoncorrenciais/Fraude em pregões eletrônicos está diretamente ligado à percepção dos proponentes relativamente à corrupção a nível nacional.

Fonte: Elaboração Própria

4.3.1 Ciclo de realimentação de Reforço: Alocação ineficiente de recursos públicos

De acordo com Gupta e outros (2002), a corrupção pode aumentar a desigualdade de rendimentos e a pobreza através de uma variedade de canais, incluindo o crescimento geral,

sistemas fiscais tendenciosos, e uma má orientação dos programas sociais, bem como o seu impacto na propriedade de ativos, formação de capital humano, e desigualdades na educação.

Os proprietários de bens pressionam o governo a influenciar políticas e legislação, incluindo o tratamento fiscal dos seus bens, políticas comerciais, taxas de câmbio, e programas de gastos. Como resultado, as políticas governamentais irão beneficiar os rendimentos dos ativos pertencentes aos ricos e diminuir os rendimentos dos ativos pertencentes aos pobres, aumentando a desigualdade de rendimentos e a pobreza (GUPTA et al., 1998).

O impacto significativo da corrupção na desigualdade de rendimentos e o efeito negativo da corrupção no crescimento dos rendimentos dos 20% mais pobres de um país demonstraram ser empiricamente significativos (GUPTA et al., 2002). Uma implicação importante destas conclusões é que as políticas que reduzem a corrupção são também susceptíveis de reduzir a desigualdade de rendimentos e a pobreza. Outros estudos reforçam a presença da relação entre desigualdade e pobreza (ADAMS JR, 2004; GOUDIE; LADD, 1999; KHAN et al., 2014).

Além disso, a corrupção é percebida pelos cidadãos nas eleições, no financiamento dos partidos e quando o acesso aos serviços públicos básicos é negado devido à corrupção. Como resultado, os cidadãos podem recuar da participação política ativa devido à pobreza, reforçando os ciclos de sub-representação política e perpetuando os mecanismos que favorecem a corrupção (ARRIVABENE, 2018). Para ilustrar este efeito, Arrivabene (2018) menciona que as eleições presidenciais brasileiras de 2014 tiveram um recorde de 29% dos eleitores que não compareceram às urnas ou votaram em branco ou nulo - uma percentagem elevada considerando que, no Brasil, a votação é obrigatória. Há consenso e vasta evidência a favor deste ponto de vista. Muitos estudos clássicos e mais recentes mostram provas do impacto do rendimento na participação política (ACOCK; SCOTT, 1980; BARNES et al., 1979; CONWAY, 1991; DALTON, 1988; KENNY, 1992; KLESNER, 2009; LEIGHLEY, 1990, 1995; NIE et al., 1988; SALISBURY, 1980; VERBA; NIE; KIM, 1978; VERBA et al., 1993).

Em resumo, a falta de participação ativa da população, especialmente dos mais pobres, está ligada à corrupção e, conseqüentemente, à concentração da propriedade dos bens, conduzindo a mais pobreza. Além disso, como os ativos são utilizados como garantia em investimentos e empréstimos, a concentração de ativos diminui a capacidade dos pobres de contrair empréstimos e fazer investimentos (GUPTA et al. 2002). O impacto dos programas sociais e investimentos públicos diminui quando os programas financiados pelo governo são utilizados para estender os benefícios a grupos populacionais ricos e não a cidadãos que realmente necessitam. O acesso a serviços públicos básicos, tais como educação e cuidados de

saúde, é negado a grupos populacionais de baixos rendimentos, perpetuando ciclos de pobreza e exclusão social (GUPTA et al. 2002).

No modelo, níveis mais elevados de corrupção têm impacto numa maior concentração de ativos em cada momento do tempo, aumentando a pobreza (medida como variável auxiliar e não como estoque) e, com um atraso, reduzindo a participação política ativa da população (equação 1). O atraso de informação é definido como uma função de suavização exponencial de terceira ordem, uma vez que se assume que variações abruptas são suavizadas e alguma informação atrasada pode ser esquecida se o atraso variar (KIRKWOOD, 2010). Isto gera ainda mais corrupção, num ciclo de reforço.

$$\text{Nível Falta de participação política activa} = \text{SMOOTH3I}(\text{Nível de pobreza})$$

* Sensibilidade da participação ao nível de pobreza, Atraso do impacto da pobreza,

$$\text{Participação no valor inicial) (1)}$$

Para concluir este argumento, duas questões relacionadas devem ser exploradas.

Primeiro, existe um relativo consenso na literatura empírica de que a educação está positivamente correlacionada com a participação política (KAM; PALMER, 2008). Esta relação é confirmada por outros autores, tais como Kuenzi (2006), que encontraram provas de que o nível de educação formal está relacionado com a participação política no Senegal. Armingeon e Schadel (2015) descobriram que nas suas escolhas eleitorais, os cidadãos com menos recursos, em termos de educação, dependem mais fortemente das sugestões e do controle social dos grupos sociais a que pertencem. Quando os ciclos com estes grupos se afrouxam, estas pistas e normas mobilizadoras já não são tão fortes como outrora, resultando numa abstenção crescente das classes mais baixas no “Dia das Eleições”. Mayer (2011) também encontrou resultados semelhantes.

Em segundo lugar, a participação política depende da informação que é dada à população. Há provas de que os meios de comunicação social livres, especialmente a imprensa, têm um papel importante no controle da corrupção. Brunetti e Weder (2003) descobriram que a imprensa livre pode ser um poderoso controle sobre a corrupção. Os autores encontraram provas de uma relação significativa entre mais liberdade de imprensa e menos corrupção numa grande seção transversal de países. Este resultado foi robusto em termos de especificação e amostragem e a relação não foi sensível à escolha de uma medida particular de corrupção ou de liberdade de imprensa. Além disso, os autores apresentaram provas que sugerem que a direção da causalidade vai desde uma maior liberdade de imprensa até uma menor corrupção (BRUNETTI E WEDER, 2003). Lessmann e Markwardt (2010) descobriram que a liberdade de imprensa é

uma condição prévia necessária para o sucesso dos programas de descentralização, que, por sua vez, podem se tornar um instrumento para a manutenção da corrupção à distância.

Charron (2009) encontrou provas empíricas que sugerem que, embora a abertura política e social tenha um impacto significativo no combate à corrupção dada a liberdade de imprensa, o impacto de tais forças internacionais é insignificante nos casos em que a liberdade de imprensa é baixa.

Por conseguinte, as conclusões dos estudos acima mencionados sugerem que a liberdade de imprensa pode ter um efeito moderador na participação política dos cidadãos, o que, por sua vez, tem o potencial de reduzir a corrupção. Tal suposição é aqui feita.

As relações entre os pares das referidas variáveis endógenas neste ciclo são definidas, no modelo, como lineares. Todas as equações podem ser encontradas no Apêndice A.

4.3.2 Ciclo de realimentação de Equilíbrio: Pressão Econômica Contra a Corrupção

O ciclo de equilíbrio presente no modelo deriva do estudo da teoria do jogo evolutivo aplicado à corrupção, por Lee e outros (2019). Os autores explicam a lógica subjacente a um fenômeno relacionado com a corrupção sistêmica, centrando-se no efeito da corrupção judicial sobre o investimento econômico:

Se as instituições públicas são vistas como "guardiãs" da comunidade, cabe à comunidade "guardar os guardiões". Este é geralmente um empreendimento dispendioso. Sempre que é negligenciada, a corrupção pode alastrar. Em resposta, a cooperação falha. Uma tal crise revigora os esforços dos possíveis cooperantes para acompanhar de perto as instituições públicas, impondo regras e investindo apenas quando podem confiar que o sistema judicial é eficaz e eficiente. Eventualmente, reduz a corrupção e reforça a atividade econômica. Mas quando a cooperação e a honestidade prevalecem novamente, os esforços para observar a integridade das instituições tornam-se supérfluos e, portanto, diminuem. Assim, um outro ciclo começa. Esta recorrência da corrupção reflete aquilo a que, no jargão da ciência social, se chama um problema "perverso" - um problema que não pode ser resolvido para sempre. (LEE et al, 2019)

Assim, a participação de agentes individuais na situação social leva a oscilações sustentadas ou amortecidas que refletem o aumento e diminuição da corrupção institucional em resposta ao declínio e diminuição da cooperação na sociedade (LEE et al, 2019). Autores como Dzhumashev (2014), North (1990) e Rose-Ackerman (1996) apoiam este ponto de vista, afirmando que a corrupção das instituições judiciais diminui os investimentos e, conseqüentemente, o crescimento econômico. O ciclo de realimentação negativo ocorrerá quando níveis elevados de corrupção tiverem um impacto negativo na competitividade, reduzindo os investimentos econômicos no país. Após um período (um atraso de informação definido no modelo como um atraso de suavização da primeira ordem) isto resultará em

esforços e investimentos no sistema judicial, visando aumentar a eficácia do sistema judicial (equação 2) e aumentar a taxa de condenação dos atores corruptos. Isto, por sua vez, irá reduzir a corrupção, fechando o ciclo (DZHUMASHEV, 2014; NORTH, 1990).

$$\text{Eficácia do sistema judicial} = \text{SMOOTH}(\text{Pressão económica anticorrupção} * \text{Sensibilidade à pressão económica, pressão de impacto de atraso, Eficácia do valor inicial}) \quad (2)$$

As relações entre os pares das referidas variáveis endógenas neste ciclo são definidas, no modelo, como lineares. Todas as equações podem ser encontradas no Apêndice A. A equação 3 mostra o cálculo para o modo de referência do modelo, a variável "Corrupção".

$$\begin{aligned} \text{Corrupção} = & (1 - \text{Eficácia judicial Peso relativo}) * \\ & (\text{Nível Falta de participação política activa}) + ((\text{Eficácia judicial Peso relativo}) * (1 - \\ & \text{Eficácia judicial Peso relativo}) * (1 - \text{Eficácia do sistema judicial})) \end{aligned} \quad (3)$$

4.3.3 O Setor de Compras Públicas do Modelo

Este setor do modelo é muito simples; contém um único fluxo de dois gumes entre as empresas fraudulentas e regulares que operam no sistema de compras públicas do governo brasileiro. Uma empresa regular pode transformar-se numa empresa fraudulenta e uma empresa fraudulenta pode tornar-se regular, e estes fluxos dependem do nível nacional de corrupção percebido e da sensibilidade destas empresas ao nível de corrupção.

Parece razoável assumir uma relação direta e linear entre a corrupção a um nível "macro" e a corrupção num contexto específico. Por exemplo, Sadaf e outros (2018) descobriram que um aumento no nível de "controle da corrupção" pode reduzir o nível de casos de fraude contabilística em muitos países. O impacto da variável "corrupção controlada" é robusto e tem um valor estatisticamente significativo. Em outras palavras, um maior controle e prevenção da corrupção está associado a um menor número de fraudes. A equação que rege as variáveis deste setor é mostrada na equação 4 abaixo:

$$\begin{aligned} \text{Taxa de Conversão para Fraudulento} = & (((\text{Corrupção}) * \text{Empresas Regulares} * \\ & \text{Sensibilidade regular}) - ((1 - \text{Corrupção}) * \text{Sensibilidade Fraudulenta} * \\ & \text{Empresas Fraudulentas}))/(\text{Tempo de Conversão}) \end{aligned} \quad (4)$$

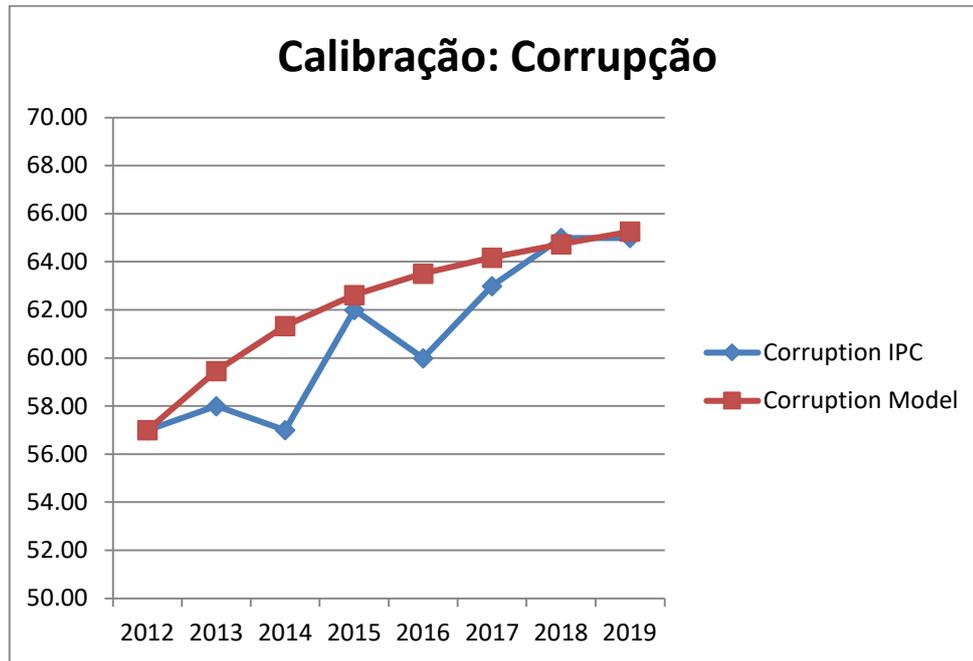
4.3.4 Calibração e Validação do Modelo

A validade interna do modelo, tal como mencionado anteriormente, é limitada. Forrester e Senge (1980) sugerem três tipos de testes de modelos de dinâmica de sistemas: (1) semelhança estrutural com o sistema real; (2) comportamento razoável numa vasta gama de valores de entrada; e (3) comportamento semelhante aos sistemas reais. O modelo foi testado em condições extremas e numa vasta gama de valores de entrada utilizados nas simulações. O comportamento do modelo manteve-se razoável através destes testes, desde que não fossem escolhidos valores extremos para os atrasos; ver Figura 10 para um exemplo de tal condição. Ao basear o modelo na literatura sobre corrupção, embora não de uma forma abrangente, uma vez que se concentra apenas em dois dos seus principais fatores impulsionadores, a semelhança estrutural do modelo com a corrupção sistêmica é melhorada.

Devido à natureza estilizada do modelo, não foram utilizados dados empíricos para uma comparação. Portanto, o desempenho do modelo, e especialmente os coeficientes para as relações entre variáveis endógenas, não foram calibrados em relação às séries temporais para cada uma das construções de interesse. Em vez disso, foi selecionada uma gama razoável de parâmetros de entrada, e a evolução do modelo completo foi explorada de forma sistemática, utilizando o índice de percepção da corrupção brasileira (IPC) como modo de referência (TRANSPARENCY INTERNATIONAL, 2019).

Os objetivos desta exploração são que o modelo deve funcionar de forma consistente em relação aos fundamentos teóricos. Embora esteja fora do âmbito do estudo captar toda a complexidade da dinâmica por trás do fenómeno da corrupção, o modelo foi, portanto, testado com base no IPC brasileiro entre 2012 e 2019, correspondendo ao período inicial das simulações, que decorreu durante um período prolongado de 200 meses.

A calibração foi realizada manualmente, com base no procedimento iterativo sugerido por Wolstenholme (1990). Foram feitas alterações aos dois atrasos e a três coeficientes iterativamente, até se conseguir um bom ajuste. Os coeficientes foram: 1) O "peso relativo da eficácia judicial", ou seja, o seu nível relativo de impacto sobre a variável "Corrupção" em comparação com o impacto da falta de participação política; 2) A "Sensibilidade da eficácia à pressão", ou seja, o grau de impacto da pressão econômica anticorrupção sobre a eficácia do sistema judicial; e 3) A "Sensibilidade da participação ao nível da pobreza", ou seja, o grau de impacto do nível de pobreza sobre a participação política.

Figura 10 - Calibração

Fonte: Resultados da pesquisa

As estatísticas mostram um bom ajuste entre a curva gerada pelo modelo e a curva de corrupção extraída do IPC, como se pode ver na Figura 10, e na Tabela 12.

Tabela 12 - Calibração

Calibração e aderência/acurácia estatística

R^2	0,7493
Mean absolute percent error	2.46%
Root Mean Square Error	3.60%

Fonte: Elaboração própria

4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das simulações que foram executadas para diferentes cenários são apresentados na Tabela 13. Outros valores de cenário base pode ser encontrados na Tabela 14. Quando a sensibilidade judicial é elevada, os níveis de corrupção e o número de empresas fraudulentas diminuem. Isto pode ser conseguido por meio de melhorias no sistema judicial.

Novas ou melhores leis e melhores processos poderiam ser utilizados para esse fim (FAZEKAS et al., 2016; FIESP, 2018; SILVA, 2015).

No cenário de grande sensibilidade por falta de participação política, os níveis de corrupção e de empresas fraudulentas aumentam. Este resultado pode ser previsto a partir do modelo de dinâmica do sistema conceitual por Arrivabene (2018), apesar de o autor não ter realizado simulações.

O resultado também sugere que níveis mais elevados de transparência, mais divulgação, e mais informação sobre corrupção para os cidadãos (FAZEKAS et al., 2016; OCDE, 2018) podem ajudar a reduzir os níveis de corrupção, reduzindo esta sensibilidade. Isto pode também ser alcançado através de investimentos específicos na educação, que podem impedir que as pessoas mais pobres se distanciem da participação política, de acordo com as vastas provas fornecidas na revisão da literatura por exemplo em Armingeon e Schadel (2015); Mayer (2011); Kam e Palmer (2008); Kuenzi (2006).

Além disso, há provas de que as experiências e influências pré-adulto em vigor durante o último ano do ensino secundário desempenham um papel significativo na explicação da participação política, ainda mais do que o ensino superior (KAM; PALMER, 2008).

Os resultados aqui apresentados sugerem que as políticas públicas a longo prazo devem considerar estas questões. Além disso, a participação política depende da informação. A liberdade de imprensa parece ser uma condição prévia muito importante, tendo um efeito potencial importante na sensibilidade (BRUNETTI; WEDER, 2003; CHARRON, 2009; LESSMANN; MARKWARDT, 2010). É, portanto, necessário que a presença da liberdade de imprensa no país seja assegurada a todo o custo.

Em ambos os cenários em que os atrasos são baixos, os níveis de corrupção e as empresas fraudulentas mudam muito pouco, contudo o comportamento dinâmico da corrupção é drasticamente afetado por atrasos menores para o impacto da pobreza na participação política. Isto é mostrado na Figura 11. Se a população reagir mais rapidamente, ocorre uma oscilação amortecida.

O comportamento oscilatório está também presente ao nível das empresas fraudulentas no sistema de compras públicas. Estes resultados não são aqui mostrados por brevidade. Quando o atraso é muito baixo (6 meses), a oscilação torna-se ainda mais pronunciada, embora possam ocorrer níveis máximos para a variável corrupção. Este resultado sugere que mudanças abruptas nos níveis de pobreza entre a população podem ser indesejáveis em termos do seu efeito final sobre a dinâmica da corrupção.

O comportamento oscilatório foi encontrado nas análises baseadas em modelos de Bicchieri e Duffy (1997), Feichtinger e Wirl (1994), Lee e outros (2019) e Rinaldi e outros (1998), contudo a ciclicidade encontrada no modelo aqui apresentado tem a mesma origem que no estudo de Lee e outros (2019) apenas.

Tabela 13 - Análise de cenários

CENÁRIOS	Sensibilidade Regular	Sensibilidade de Fraudulenta	Atraso Pobreza	Atraso judicial	Sensibilidade de Judicial	Sensibilidade Part. Política	Corrupção no tempo t=200	Empresas Fraudadoras no tempo t=200
CENÁRIO BASE	0.2	0.9	60	60	1.1	1.33	0.7	6753
Alta sensibilidade judicial	0.2	0.9	60	60	1.5	1.33	0.57	4552
Participação política de alta sensibilidade	0.2	0.9	60	60	1.1	1.5	0.87	11439
Baixo atraso pobreza	0.2	0.9	12	60	1.1	1.33	0.67	6203
Atraso judicial baixo	0.2	0.9	60	12	1.1	1.33	0.69	6656
Alta Sensibilidade fraudulenta	0.2	0.96	60	60	1.1	1.33	0.7	6471

Nota: A unidade de tempo é o mês, as simulações decorrem durante 200 meses. O número total de empresas licitantes é de 20.000.

Fonte: Resultados da pesquisa

Nos cenários de alta sensibilidade das empresas regulares e fraudulentas à corrupção, os resultados são os esperados. Uma elevada sensibilidade para as empresas regulares reduz o seu número. Uma alta sensibilidade para as empresas fraudulentas aumenta o seu número.

Estes resultados sugerem que a divulgação de ações preventivas contra a corrupção (OCDE, 2018) pode ajudar a melhorar a importância destas ações e, conseqüentemente, a sensibilidade dos participantes no sistema de compras públicas, levando a uma redução dos níveis de corrupção ou fraude no sistema de compras públicas.

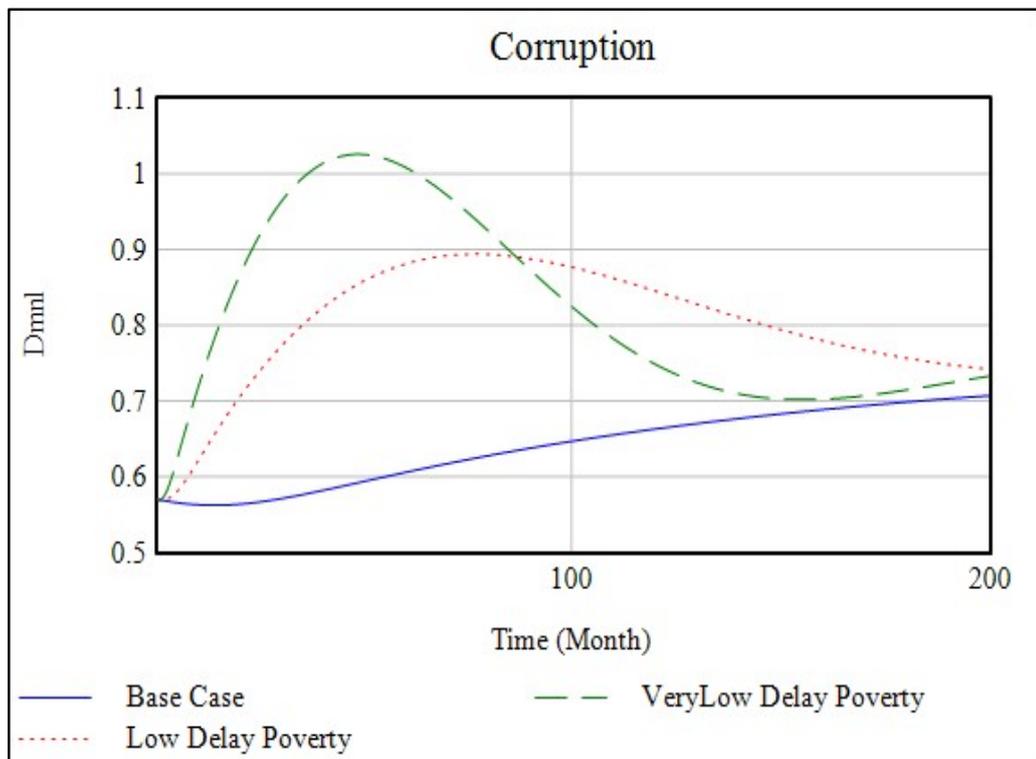
Tabela 14 - Outros valores do cenário base

Valor do Cenário base	
Eficácia do peso	0,3
Valor inicial de eficácia	0,43
Valor de participação inicial	0,57
Tempo de conversão fraudulenta	5 meses
Número inicial de empresas fraudulentas	1.000
Número inicial de empresas regulares	19.000

Fonte: Resultados da pesquisa

Na Figura 11, a oscilação é amortecida com atrasos baixos e muito baixos para o impacto da pobreza. A corrupção excede os níveis máximos no caso de condições extremas.

Figura 11 - Análise de cenários



Nota: Condição de Baixo Atraso: 12 meses. Condição de Muito Baixo Atraso: 6 meses

Fonte: Resultados da pesquisa

É também importante salientar que o modelo aqui apresentado é diferente, comparado com outros modelos, na sua formulação da variável Corrupção. Por exemplo, Dudley (2000), Ullah e Arthanari (2011) e Ullah (2012), definem a corrupção como um estoque, ou seja, estes autores concentram-se na localização de um conjunto de agentes corruptos. O pressuposto aqui é que, a um nível macro, os atos corruptos na população aumentarão ou diminuirão, dependendo de dois fatores principais, e que os agentes podem agir de forma corrupta ou deixar de agir de forma corrupta num dado momento. A um nível micro, no entanto, o modelo aqui apresentado rastreia populações de empresas fraudulentas e "regulares".

4.5. CONCLUSÃO

O objetivo deste estudo foi analisar a dinâmica da corrupção no setor público brasileiro, utilizando um modelo altamente estilizado e uma análise de cenários. Os resultados da análise indicam que o nível de corrupção depende da sensibilidade dos atores e dos atrasos no sistema.

É feita uma breve discussão sobre como mitigar o problema da corrupção, com base nos cenários analisados. Espera-se que este modelo sirva como instrumento para contribuir para o avanço dos estudos sobre corrupção no setor público, uma vez que, como foi mencionado, os estudos que foram publicados são ainda mais limitados na sua análise, tendendo a concentrar-se num único fator determinante e não abraçando a dinâmica complexa deste fenômeno sistêmico.

Como já foi mencionado, a principal limitação deste estudo é ter uma baixa validade interna. Em termos de estudos futuros, uma das melhorias possíveis a ser considerada é acrescentar “camadas” adicionais de complexidade ao modelo. Sabe-se, no entanto, que a interdependência do fenômeno da corrupção com fatores macroeconômicos, culturais, políticos e sociais é um impedimento à criação de um modelo que engloba e incorpora a magnitude de tal complexidade de uma forma abrangente.

A utilização de séries temporais para níveis de corrupção em diferentes países, fornecidas pelo Banco Mundial, permitiria aumentar a escalabilidade e validade externa do modelo, uma vez que este poderia ser calibrado com base na realidade de diferentes países. Poderiam ser executados diferentes grupos de simulações, inclusive utilizando uma seleção maior dos agentes na dinâmica. Outra possível extensão deste trabalho poderia ser a criação de um simulador de voo ou jogo baseado no modelo, com o objetivo de ensinar a estudantes, decisores

do setor público e outras partes interessadas, de uma forma interativa, sobre os conhecimentos aqui apresentados.

A análise aqui realizada não permite caracterizar ou classificar a incidência das várias formas de corrupção e trata a corrupção como uma variável agregada. No entanto, ajuda a acrescentar provas, embora limitadas, a favor do ciclo de equilíbrio ligado à pressão econômica contra a corrupção e do ciclo de reforço ligado à atribuição ineficiente de recursos públicos com influência na corrupção a nível nacional e na corrupção no sistema de compras públicas. Além disso, o comportamento do sistema de acordo com estes dois ciclos de realimentação fundamentais é explorado e analisado.

As implicações políticas detalhadas derivadas da análise dos resultados da simulação, e com base na literatura sobre corrupção, são discutidas. Espera-se que os resultados aqui apresentados sejam úteis para os decisores e legisladores, não só no contexto brasileiro, mas também no contexto de outras nações em desenvolvimento. Propõe-se a replicação deste estudo com dados de outras regiões ou países.

Esta pesquisa se alinha aos objetivos de combate à corrupção (BRASIL, 2018; ONU, 2015) e de projeção de políticas eficazes para mitigar o problema da corrupção a nível nacional e a nível das compras públicas. Espera-se também que esta pesquisa contribua para ajudar a validar os dois ciclos de realimentação aqui estudados e propostos, com base na literatura.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS DA TESE E RECOMENDAÇÕES

Esta pesquisa teve um caráter explicativo, por possuir como principal objetivo tornar algo inteligível e justificar os motivos e, portanto, analisar os fatores determinantes da ocorrência de práticas anticoncorrenciais em Pregões Eletrônicos no âmbito do Sistema de Compras Públicas do Brasil e a dinâmica desse processo sistêmico, visando possibilitar a sugestão de ações para mitigar o problema, por meio de análise de cenários. Além do caráter exploratório-explicativo, nos artigos houve um caráter predominantemente quantitativo, empírico e analítico, cuja argumentação respondeu a cada objetivo específico estabelecido.

Ao apontar indícios de irregularidades, os resultados servem para enfatizar a necessidade de aumentar “a qualidade do gasto público”, promovendo concorrência, imparcialidade e transparência e permitindo o controle pela sociedade civil do processo de compras. Levanta-se um alerta para estimular ações para combater ocorrência de fraudes.

As análises efetuadas não permitiram caracterizar ou classificar a incidência de cada uma das formas de corrupção, porém o indício de que existem é fator motivador do desenvolvimento de mecanismos para preveni-las ou torná-las desvantajosas.

Sabe-se que a pesquisa e a ciência, por si só, não respondem ou resolvem o problema das práticas anticoncorrenciais, entretanto, são instrumentos que possibilitam identificar disfunções sistêmicas, e assim contribuir como meio de mitigação e combate ao problema.

Esta pesquisa contribui para a acumulação de conhecimento empírico e teórico, expandindo bases mais seguras para os governos e a sociedade combater a corrupção e, conseqüentemente, para uma maior eficácia e eficiência do gasto público. Os resultados demonstram que mesmo após a instituição de uma forte lei anticorrupção no Brasil, a fraude ainda ocorre no tipo de licitação mais seguro, o pregão eletrônico.

Uma das sugestões possíveis para mitigar os efeitos da falta de integridade, por parte de empresas, seria o estabelecimento de arcabouço legal, quais seja leis, decretos e instruções normativas, que possibilite o encaminhamento de informações, relativas às empresas punidas (suspensas de licitar por prazo determinado, ou declarada inidônea) para a avaliação da Junta Comercial da sua área de jurisdição, com vistas a aplicação de suspensão, ou banimento das suas atividades, evitando assim, que sigam transacionando, mesmo depois de terem sido punidas por um setor ou órgão do governo em específico. Nesse sentido, a junta comercial poderia estabelecer um conselho para análise de situações antiéticas envolvendo suas afiliadas, com vistas a suspender suas atividades ou declarar a empresa inidônea para atividades comerciais, e neste caso, encaminhar a informação aos sistemas do governo.

Ao punir os corruptos, as instituições restringem o comportamento de indivíduos egoístas e promovem o bem-estar da comunidade, aumentando o benefício a longo prazo de todos os participantes, mas esse princípio sempre foi ameaçado pela corrupção (OSTROM, 2005). Sendo assim, o conjunto dos três artigos responde à pergunta de pesquisa indicando quais fatores estão associados à ocorrência de práticas anticoncorrenciais em Pregões Eletrônicos no âmbito do Sistema de Compras Públicas do Brasil, considerando a dinâmica desse processo sistêmico e reafirma a tese aqui defendida de que:

“Há um conjunto de variáveis em escala micro e macro, propostas e testadas, que impactam a probabilidade de ocorrência de fraudes ou práticas anticoncorrenciais na licitação pública Pregão Eletrônico.”

A contribuição teórica desta pesquisa se deu inicialmente em se entender a atividade de Compras Públicas como um sistema, por se fazerem presente as características básicas de um sistema descritas por Villela (2005): 1) as relações de causa e efeito; 2) os tempos de resposta e 3) os efeitos de realimentação, e ainda, em utilizar a Dinâmica de Sistemas para a análise e compreensão das licitações públicas e os fatores que influenciam a sua integridade. Resultando estes numa contribuição para o avanço do conhecimento no campo. Outra contribuição teórica resultante desta pesquisa foi a constatação de que a busca por corromper estruturas do estado, não se dá, necessariamente, para fins de redução de entraves burocráticos aos negócios como apontam os estudos sobre a Economia da Corrupção, pois mesmo em disputas que ocorrem em ambientes eletrônicos, ou seja, com estruturas de negócios menos burocráticas, prazos reduzidos e processos ágeis, a exemplo das licitações eletrônicas, a atuação dos corruptos está coexistindo, em números expressivos, e sendo assim, contrapõe-se à teoria em análise. Uma explicação para isso, seria a ocorrência do “Oportunismo”, presente nas transações conforme outra teoria, a dos custos de transação.

Como esta tese conteve três estudos quantitativos num coorte temporal não tão grande, este apresentou limitações no decorrer do processo, principalmente pela necessidade de se analisar dados a partir de 2018, algo que infelizmente não foi possível, pois parte desses dados se tornaram subitamente inacessíveis no Portal de Compras.

Considerando a magnitude dos recursos financeiros envolvidos nos processos de compras públicas, esta pesquisa se reveste em importante ferramenta para o processo de aprendizagem dos administradores públicos.

REFERÊNCIAS

- ACEMOGLU, D.; JOHNSON, S.; ROBINSON, J. Institutions as the fundamental cause of long-run growth. **NBER WP** 10481, 2004.
- ACOCK, A. C.; SCOTT, W. J. A model for predicting behavior: The effect of attitude and social class on high and low visibility political participation. **Social Psychology Quarterly**, 59-72. 1980
- ADAMS Jr, R. H. Economic growth, inequality, and poverty: estimating the growth elasticity of poverty. **World Development**, 32(12), 1989-2014. 2004
- ADES, A.; TELLA, R. Di. The New Economics of Corruption: a Survey and some New Results. **Political Studies**, vol. XLV, p. 496-515. Oxford: Blackwell Publishers, 1997.
- ALBANO, G. L. et al., M. Preventing Collusion in Procurement. In: DIMITRI, N.; PIGA, G.; SPAGNOLO, G. (Ed.). **Handbook of Procurement**. Cambridge (UK): Cambridge University Press, p. 347-380, 2006.
- ALMEIDA, H. F.; CHACHA, L. A. Dilema do Prisioneiro Iterado e Estratégia Evolucionariamente Estável: Uma Abordagem Econômica. **Revista de Economia**, v. 40, n. 1, 2014.
- ARANHA, A. L. M. **A rede brasileira de instituições de accountability: um mapa do enfrentamento da corrupção na esfera local**. Tese - UFMG, 2015.
- ARIEF H. A.; SAPTAWATI G. A. P; ASNAR Y. D. W., "Fraud detection based-on data mining on Indonesian E-Procurement System (SPSE)," 2016 International Conference on Data and Software Engineering (ICoDSE), Denpasar, pp. 1-6. 2016.
- ARMINGEON, K.; SCHÄDEL, L. Social inequality in political participation: The dark sides of individualization. **West European Politics**, 38(1), 1-27. 2015.
- ARRIVABENE, A. **Systemic Corruption in Brazil**. Paradigmo. 2018. Disponível em: <http://paradigmo.org/category/posts-pt/>. Acesso em 19 jul. 2020.
- BAJARI, P.; MCMILLAN, R.; TADELIS, S. Auctions versus negotiations in procurement: an empirical analysis. **The Journal of Law, Economics, & Organization**, v. 25, n. 2, p. 372-399, 2008.
- BALDOMIR A.; VAN ERVEN G. C; RALHA C. G. "Brazilian Government Procurements: An Approach to Find Fraud Traces in Companies Relationships," In Anais do XV Encontro Nacional de Inteligência Artificial e Computacional, pp. 752-762. SBC. 2018
- BARCELOS, D. Comentário à reportagem fraude em pregões eletrônicos. **O Licitante-Portal de Licitações e Contratos Administrativos**. Brasília, 2018. Disponível em <http://www.licitante.com.br/reportagem-fraudes-em-pregoes-eletronicos/>. Acesso em 11 fev. 2019.

BARNES, S. et al. Political action: Mass participation in five Western democracies. Beverly Hills, CA: Sage. 1979.

BARNGETUNY, D. C; KIMUTAI, G. Effects of e-procurement on supply chain management performance in Elgeyo-Marakwet County. **International Academic Journal of Procurement and Supply Chain Management**, 1 (5), 99-120. 2015.

BECKER, Gary. Crime and punishment: an economic approach. **The Journal of Political Economy**, v. 76, n. 2. p. 169-217, 1968.

BENFORD, Frank. The law of anomalous numbers. **Proceedings of the American Philosophical Society**, p. 551-572, 1938.

BETH, Elodie. Integrity in public procurement: good practice from A to Z. **Organization for Economic Co-operation and Development (OECD)**, 2007.

BERTON, L. He's got their number: Scholar uses math to foil financial fraud. **The Wall Street Journal**, 10, B1.1995

BHATTACHARYA, S. **From Kautilya to Benford – trends in forensic and investigative accounting**. 9th World Congress of Accounting Historians, School of Accounting and Finance, Deakin University. 2002 ISSN 1053-5888

BICCHIERI, C.; DUFFY, J. Corruption cycles. **Political Studies**. 45, 477–495. 1997

BICCHIERI, C.; ROVELLI, C. Evolution and revolution: the dynamics of corruption. **Rationality and Society**. V.7, pp. 201–224. 1995

BOITO JR, A. Lava-Jato, classe média e burocracia de Estado. **Revista Lúmen**, Vol. 2(3), pp. 2447-8717. 2017

BRASIL. Decreto nº 8.777, de 11 de maio de 2016. Institui a Política de Dados Abertos do Poder Executivo federal. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 12 de maio de 2016.

BRASIL. Lei Complementar n.º 123, de 14 de dezembro de 2006. Institui o Estatuto Nacional da Microempresa e da Empresa de Pequeno Porte, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 15 de dezembro de 2006.

BRASIL. Lei n.º 10.520, de 17 de julho de 2002. Institui, no âmbito da União, Estados, Distrito Federal e Municípios, nos termos do art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, modalidade de licitação denominada pregão, para aquisição de bens e serviços comuns, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 18 de julho de 2002.

BRASIL. Decreto n.º 10.024, de 20 de setembro de 2019. Regulamenta a licitação, na modalidade pregão, na forma eletrônica, para a aquisição de bens e a contratação de serviços comuns, incluídos os serviços comuns de engenharia, e dispõe sobre o uso da dispensa eletrônica, no âmbito da administração pública federal. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 23 de setembro de 2019.

BRASIL. DLSG/SLTI/MP, 2010. Comprasnet – **Portal de compras do Governo Federal**. Brasília: Departamento de Logística e Serviços Gerais, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Disponível em www.comprasnet.gov.br. Acesso em 11 jun. 2019.

BRASIL. DLSG/SLTI/MP, 2017. Compras Governamentais – **Dados Abertos - Portal de compras do Governo Federal**. Brasília: Departamento de Logística e Serviços Gerais, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Disponível em <https://www.comprasgovernamentais.gov.br/index.php/dados-abertos-2>. Acesso em 21 out. 2017.

BRASIL. Controladoria-Geral da União. Portaria nº 57, de 4 de janeiro de 2019. Brasília: CGU, 2019. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 07 de janeiro de 2019.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. **Referencial de Combate à Fraude e Corrupção: aplicável a órgãos e entidades da Administração Pública / Tribunal de Contas da União**. Brasília: TCU, 2ª Edição, 2018.

BRASIL. MJ/SDE/Departamento de Proteção e Defesa Econômica. **Combate a cartéis em licitações: Um Guia Prático para Pregoeiros e Membros de Comissões de Licitação**. Brasília: SDE, 1ª Edição, 2008.

BROWN, A.L.; PLOTT, C. R.; SULLIVAN, H.J. Collusion facilitating and collusion breaking power of simultaneous ascending and descending price auctions. **Economic Inquiry**, v. 47, n. 3, p. 395-424. 2009

BRUNETTI, A.; WEDER, B. A free press is bad news for corruption. **Journal of Public economics**, 87(7-8), 1801-1824. 2003

BUGARIN, M. S.; DA CUNHA, F. C. R. Lei de Benford aplicada à auditoria da reforma do Aeroporto Internacional de Minas Gerais. **Revista do Serviço Público**, v. 68, n. 4, 2017.

CAMPANA, Mariana Battisti. A Fraude na modalidade de licitação Pregão Eletrônico. **Revista Juris UniToledo**, v. 3, n. 02, 2018.

CAMPOS, Francisco de Assis Oliveira. **Três ensaios sobre a Economia da Corrupção**. Tese (Doutorado) – Curso de Pós-graduação em Economia-CAEN da Universidade Federal do Ceará, Salvador, 2012.

CANEGHEM, T. V. Earnings management induced by cognitive reference points. **The British Accounting Review**, 34 (2), 167-178. 2002 DOI: 10.1006/bare.2002.0190

CARDOZO, Renato Monteiro. **Sistema de integridade como modo de combate à corrupção, com ênfase no setor de licitações e contratos na esfera municipal**. 2021.

CARNEIRO et al., “Network Analysis for Fraud Detection in Portuguese Public Procurement,” In International Conference on Intelligent Data Engineering and Automated Learning, **Springer**, Cham. pp. 390-401. 2020.

CARSLAW, Charles APN. Anomalies in income numbers: Evidence of goal-oriented behavior. **Accounting Review**, p. 321-327, 1988.

CELLA, R. S.; RECH, I. J. CASO PETROBRAS: A LEI DE BENFORD PODERIA DETECTAR A FRAUDE? **Revista de Gestão, Finanças e Contabilidade**, 7.3: 86-104. 2017.

COLEBATCH, Hal K. Government and governmentality: using multiple approaches to the analysis of government. **Australian Journal of Political Science**, v. 37, n. 3, p. 417-435, 2002.

CONGRESSO EM FOCO. **Polícia Federal e CGU combatem fraudes no pregão eletrônico do governo federal**. Edição 21 mar, 2017 - 16:21. Disponível em <https://congressoemfoco.uol.com.br/especial/noticias/policia-federal-e-cgu-combatem-fraudes-no-pregao-eletronico-do-governo-federal/> . Acesso em 11 fev. 2019.

CONTAS ABERTAS. **Apesar da tecnologia, fraudes são comuns nas licitações**. 2017. Disponível em <http://www.contasabertas.com.br/website/arquivos/2577>. Acesso em 19 out. 2019.

COSTA, A. P. P.; JÚNIOR, T. W. Fraudes corporativas. **RAE-Revista de Administração de Empresas**, 52(4), 464-472. 2012.

COSTA, J. I. F.; DOS SANTOS, J.; TRAVASSOS, S. M. (2012). Análise de conformidade nos gastos públicos dos entes federativos: Estudo de caso de uma aplicação da Lei de Newcomb-Benford para o primeiro e segundo dígito em dois estados brasileiros. **Revista Contabilidade & Finanças-USP**, 23(60), 187-198. 2012.

COSTA, B. O Princípio dos 4 Olhos e sua importância no Direito Empresarial. 2018 **JUSBRASIL**. Disponível em: <https://brunnocosta.jusbrasil.com.br/artigos/602056782/o-principio-dos-4-olhos-e-sua-importancia-no-direito-empresarial>. Acesso em 20 abr. 2021.

CHARRON, N. The impact of socio-political integration and press freedom on corruption. **The Journal of Development Studies**, 45(9), 1472-1493. 2009.

CONWAY, M.M. Political Participation in the United States. Washington, DC: **CQ Press**. 1991

CUENCA, Angela Maria Belloni et al. **Guia de apresentação de Teses**. 2017.

CUNHA, F.C. R.; BUGARIN, M. S. Lei de Benford e Auditoria de Obras Públicas: uma análise de sobre preço na reforma do maracanã. **Revista do TCU**, n. 131, p. 46-53, 2014.

DALTON, R. J. Citizen politics in Western democracies: Public opinion and political parties in the United States, Great Britain, West Germany, and France (p. 118199). Chatham, NJ: **Chatham House**. 1988.

DAS, S.; ZHANG, H. Rounding-up in reported EPS, behavioral thresholds, and earnings management. **Journal of Accounting & Economics**, 35 (1), 31-50. 2002 DOI: 10.1016/S0165-4101(02)00096-4

DE ROND, M.; THIETART, R. Choice, chance, and inevitability in strategy. **Strategic Management Journal**, v. 28, n. 5, p. 535-551, 2007.

DE SOUZA, F. P.; DA ROCHA LOUZADA, F. Detectando conluio em compras governamentais: Uma abordagem utilizando Red Flags e a Teoria Dempster-Shafer. **Revista da CGU**, 12(21), 80-99. 2020.

DINIZ, J. A.; CORRAR, L. J.; SLOMSKI, V. **Análise digital: Uma abordagem cognitiva na detecção de não conformidade em prestações de contas municipais**. In Anais do 10º Congresso USP de Controladoria e Contabilidade. São Paulo, SP, Brasil. 2010. Disponível em: <http://www.congressousp.fipecafi.org/anais/artigos102010/474.pdf>. Acesso em 18 out. 2019

DOMINGOS, S. L. et al., **Identifying IT purchases anomalies in the Brazilian government procurement system using deep learning**, In 2016 15th IEEE International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA), (pp. 722-727). 2016.

DONAHUE, J. D. **The privatization decision: Public ends, private means** (p. 218). New York: Basic Books. 1989.

DODEEN, Hamzeh M. Effectiveness of valid mean substitution in treating missing data in attitude assessment. **Assessment & Evaluation in Higher Education**, 28.5: 505-513. 2003.

DUDLEY, R. G. **The Rotten Mango: The Effect of Corruption on International Development Projects** (Part I: Building a System Dynamics Basis for Examining Corruption). International System Dynamics meeting. Disponível em <https://proceedings.systemdynamics.org>. Acesso em 19 jul. 2020.

DZHUMASHEV, R. Corruption and growth: The role of governance, public spending, and economic development. **Economic Modelling**, 37, 202-215. 2014.

FACELI, K. et al. **Inteligência artificial: uma abordagem de aprendizado de máquina**. [S.l: s.n.], 2011.

FARIA, J. E. **O sistema brasileiro de Justiça: experiência recente e futuros desafios**. **Estudos avançados**, 18(51), 103-125. 2004.

FAVERO, L.; FÁVERO, P. **Análise de Dados: Técnicas multivariadas exploratórias com SPSS e Stata**. Elsevier Brasil, 2017.

FAZEKAS, M.; TÓTH, I.; KING, L. P. Corruption Manual for Beginners: 'Corruption Techniques' in Public Procurement with Examples from Hungary. **Corruption Research Center Budapest Working Paper No. CRCB-WP/2013**, v. 1, 2013.

FAZEKAS, M.; TÓTH, I. J. **New ways to measure institutionalized grand corruption in public procurement**. **U4 Brief**: October, v. 9, p. U4, 2014.

FAZEKAS, M.; CINGOLANI, L.; TÓTH, B. A comprehensive review of objective corruption proxies in public procurement: risky actors, transactions, and vehicles of rent extraction. **Transactions, and Vehicles of Rent Extraction (August 1, 2016)**. **GTI-WP/2016**, v. 3, 2016.

FEICHTINGER, G.; WIRL, F. On the stability and potential cyclicity of corruption in governments subject to popularity constraints. **Math. Soc. Sci.** 28, 113-131. 1994.

FERNANDES, Antônio Alves Tôres, et al. Read this paper if you want to learn logistic regression. **Revista de Sociologia e Política**, 28. 2021.

FERWERDA, J; I. DELEANU, I; UNGER, B. Corruption in public procurement: finding the right indicators, **European Journal on Criminal Policy and Research**, Jun, 1;23(2):245-67. 2017

FIESP, Federação das Indústrias do Estado de São Paulo, **Direito Concorrencial/Manual de Práticas Concorrenciais**, São Paulo, 2018.

FORRESTER, J.W. **Urban Dynamics**. EUA: Pegasus Communications, 1969.

FORRESTER, J. W.; SENGE, P. M. Tests for building confidence in system dynamics models. **TIME Studies in the Management Science** 14, 209-228. 1980.

FORRESTER, J. W. Economic theory for the new millennium. **System Dynamics Review**, 29(1), 26-41. 2013

GILAUURI, Nika. Fighting Corruption. In: **Practical Economics**. Palgrave Macmillan, Cham, p. 19-42. 2017.

GHAFFARZADEGAN, N. L. J; RICHARDSON, G. P. **Policy informatics with small system dynamics models**. In Governance in the information Era: Theory and practice of policy informatics, ed. Routledge. 2015.

GOUDIE, A.; LADD, P. Economic growth, poverty, and inequality. **Journal of International Development**, 11(2), 177. 1999.

GRAY, D.E. **Pesquisando e usando bibliografia**. In: Pesquisa no Mundo Real. Tradução: Roberto Calado Costa. 2 ed. Porto Alegre: Penso, 2012.

HAIR, J. F et al. **Análise Multivariada de Dados**. 5ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

HAY, George A. Anti-Trust and Economic Theory: Some Observations from the US Experience. **Cornell Law Faculty Publications**. Paper 1152. 1985.

HANÁK, Tomáš. Electronic reverse auctions in public sector construction procurement: case study of Czech buyers and suppliers. **TEM Journal**, v. 7, n. 1, p. 41, 2018.

HEATH, J.; NORMAN, W. Stakeholder theory, corporate governance, and public management: what can the history of state-run enterprises teach us in the post-Enron era? **Journal of business ethics**, 53(3), 247-265. 2004.

HILL, Theodore P. Base-invariance implies Benford's law. **Proceedings of the American Mathematical Society**, v. 123, n. 3, p. 887-895, 1995.

HILL, Theodore P. A. Statistical derivation of the significant-digital law. **Statistical Science**, 10(4), 354-363, 1996.

HOSMER, D. W.; LEMESHOW, S.; RODNEY X. S. **Applied logistic regression**. New York: Wiley, 2000.

HOWARD, M. et al. Are Hubs the Centre of Things? E-procurement In the Automotive Industry. In **ECIS** (pp. 1517-1526). 2002.

HUBER, B.; SWEENEY, E.; SMYTH, A.: **Electronic Purchasing Consortia: a Procurement Direction for the Future?** Working Paper. In *The Purchasing Function: Walking a Tightrope*, Proceedings of the 13th International Purchasing and Supply Education and Research. Association (IPSERA) Conference, pp. 405-414, Catania, Italy. 2004.

IUDÍCIBUS, S. D. et al. **Dicionário de termos de contabilidade**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2003. 256 p. ISBN-13: 978-8522435067. 2001.

JAMAL, K.; JOHNSON, P. E.; BERRYMAN, R. G. La detection des effets de mise en scene dans les etats financiers. **Contemporary Accounting Research**, 12(1), 107-130. DOI: 10.1111/j.1911-3846.1995.tb00483.x. 1995.

JANAK, P. Modeling of the Internet Film Piracy-Preliminary Report. World Academy of Science, Engineering and Technology. **International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business and Industrial Engineering**, 6(5), 945-948. 2012.

GUPTA, S.; DAVOODI, H.; ALONSO-TERME, R. Does corruption affect income inequality and poverty? **Economics of governance**, 3(1), 23-45. 2002.

GUPTA, S.; DAVOODI, H.; ALONSO-TERME, R. Does Corruption Affect Income Inequality and Poverty? **IMF Working Paper No. 79**. Washington: International Monetary Fund. 1998.

HUSTED, B. W. Wealth, culture, and corruption. **Journal of international business studies**, 30(2), 339-359. 1999.

KAM, C. D.; PALMER, C.L. Reconsidering the Effects of Education on Political Participation. **Journal of Politics**, 70 (3): 612–31. 2008.

KENNY, C. B. Political participation, and effects from the social environment. **American Journal of Political Science**, 259-267. 1992.

KHAN, M. A. et al. Global estimates of growth–inequality–poverty (GIP) triangle: evidence from World Bank’s classification countries. **Quality & Quantity**, 48(5), 2631-2646. 2014.

KIRA, E.; TEIXEIRA A.C. **Lei de Benford e aplicações**. Instituto de Matemática e Estatística-USP, 2016.

KIRKWOOD, C. W. **Delays, smoothing, and averaging**. Disponível em <http://www.public.asu.edu/~kirkwood/sysdyn/SDIntro/ch-6.pdf>. 2010. Acesso em 21 jan 2021.

KLESNER, J. L. Who participates? Determinants of political action in Mexico. **Latin American Politics and Society**, 51(2), 59-90. 2009.

KÖBIS, N.; STARKE, C.; RAHWAN, I. Artificial Intelligence as an Anti-Corruption Tool (AI-ACT) -Potentials and Pitfalls for Top-down and Bottom-up Approaches. **arXiv preprint arXiv:2102.11567**. 2021.

KUENZI, M. T. Nonformal education, political participation, and democracy: Findings from

Senegal. **Political Behavior**, 28(1), 1-31. 2006.

LARRY G. B.; BRADLEY E.L An Omnibus Test for Comparing Two Measuring Devices, **Journal of Quality Technology**, 23:1, 12-16, 1991. DOI: 10.1080/00224065.1991.11979278

LEE, Joung-Hun et al. social evolution leads to persistent corruption. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, p. 201900078, 2019.

LEIGHLEY, J. E. Attitudes, opportunities, and incentives: A field essay on political participation. **Political Research Quarterly**, 48(1), 181-209. 1995.

LEIGHLEY, J. E. Social interaction and contextual influences on political participation. **American Politics Quarterly**, 18(4), 459-475. 1990.

LENGWILER Y.; WOLFSTETTER E. Corruption in Procurement Auctions. In: DIMITRI, N.; PIGA, G.; SPAGNOLO, G. (Ed.). **Handbook of Procurement**. Cambridge (UK): Cambridge University Press, p. 412-429, 2006.

LESSMANN, C.; MARKWARDT, G. One size fit all? Decentralization, corruption, and the monitoring of bureaucrats. **World Development**, 38(4), 631-646. 2010.

LIMA, A. M. C.; ISSLER, J. V. A hipótese das expectativas na estrutura a termo de juros no Brasil: Uma aplicação de modelos de valor presente. **Revista Brasileira de Economia**, 57(4), 873-898. 2003. DOI: 10.1590/S0034-71402003000400010.

LIMA, Welder Rodrigues. Combate à fraude nos pregões eletrônicos. **JUSBRASIL**, 2016. Disponível em <https://welderrodrigues75.jusbrasil.com.br/artigos/305111777/combate-a-fraude-nos-pregoes-eletronicos> . Acesso em 11 fev. 2019.

LUBISCO, Nídia M. L; VIEIRA, Sônia Chagas. **Manual de estilo acadêmico: trabalhos de conclusão de curso, dissertações e Teses**. 6. ed. – Salvador: EDUFBA, 2019.

LU, F.; BORITZ, J. E.; COVVEY, D. **Adaptive Fraud Detection Using Benford's Law**. vol. 4013, pp. 347–358. 2006. DOI: 10.1007/11766247_30.

MADDALA, G. S. **Introduction to Econometrics**. Second Edition. New York: Macmillan Publishing Company, 1992.

MAYER, A. K. Does education increase political participation? **The Journal of Politics**, 73(3), 633-645. 2011.

MEADOWS, Donella H. **Thinking in systems: A primer**. chelsea green publishing, 2008.

MENCIA, E. L. et al. **Using data mining on linked open data for analyzing e-procurement information**, In Proceedings of the first DMoLD: Data Mining on Linked Data Workshop at ECML/PKDD, 2013.

MILES, Rufus E. The origin and meaning of Miles' Law. **Public Administration Review**, v. 38, n. 5, p. 399-403, 1978.

MIRANZO DIAZ, Javier. A Taxonomy of Corruption In: EU Public Procurement. **EPPPL** Volume 12, Issue 4, Page 383 – 395, Berlin. 2017.

MIROSLAV, M. et al. Semantic technologies on the mission: Preventing corruption in public procurement. **Computers in Industry**, 65(5), 878-890. 2014.

MODRUŠAN, N.; MRŠIĆ, L.; RABUZIN, K. **Intelligent Public Procurement Monitoring System Powered by Text Mining and Balanced Indicators**. In International Conference on Data Management Technologies and Applications (pp. 115-133). Springer, Cham. 2020.

MYRDAL, G. Corruption as a hindrance to modernization in South Asia. **In Political Corruption**, Heidenheimer, A.J., Ed., Transaction Books, New Brunswick, NJ, pp. 229–239. 1970.

NEUPANE, Arjun et al. Willingness to adopt e-procurement to reduce corruption: Results of the PLS Path modeling. **Transforming Government: People, Process and Policy**, v. 8, n. 4, p. 500-520, 2014.

NEUPANE, A.; SOAR, J.; VAIDYA, K. The potential of e-procurement technology for reducing corruption. **International Journal of Information Technology and Management**, v. 11, n. 4, p. 273-287, 2012.

NEUPANE, A.; SOAR, J.; VAIDYA, K. Evaluating the anti-corruption capabilities of public e-procurement in a developing country. **The Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries**, v. 55, n. 1, p. 1-17, 2012.

NEUPANE, A.; SOAR, J.; VAIDYA, K. Anti-corruption capabilities of public e-procurement technologies: principal-agent theory. In: Technology Development and Platform Enhancements for Successful Global E-Government Design. **IGI Global**, p. 185-203, 2014.

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

NIE, N. H., et al. **Participation in America: Continuity and Change**. The annual meeting of the Midwest Political Science Association, Chicago. 1988.

NIGRINI, Mark J. A taxpayer compliance application of Benford's law. **The Journal of the American Taxation Association**, v. 18, n. 1, p. 72, 1996.

NIGRINI, Mark J. I've got your number. **Journal of Accountancy**, v. 187, n. 5, p. 79-83, 1999.

NIGRINI, M. J. An assessment of the change in the incidence of earnings management around the Enron-Andersen episode. **Review of Accounting and Finance**, 4 (1), 92-110. DOI: 10.1108/eb043420. 2005.

NILSEN, T. et al. **Exploring the dynamics of music piracy**. The 27th International Conference of the System Dynamics Society. 2009. Disponível em <http://proceedings.systemdynamics.org/2009/proceed/papers/P1172.pdf>. Acesso em 16 nov. 2019.

NOLLET, Vincent et al. Centralized run-time resource management in a network-on-chip containing reconfigurable hardware tiles. In: Design, Automation and Test in Europe. **IEEE**, p. 234-239. 2005.

NORTH, D. C.; Institutions, I. C. **Economic performance**. New York. 1990.

OCDE. **Fighting Bribery in Public Procurement in Asia-Pacific**. [On-line], 2008. Disponível em: <https://www.oecd.org/site/adboecdanti-corruptioninitiative/40838411.pdf> . Acesso em: 17 fev. 2019.

OCDE. **Avaliação da OCDE sobre o Sistema de Integridade da Administração Pública Federal Brasileira**. [On-line], 2011. Disponível em: <https://www.cgu.gov.br/assuntos/articulacao-internacional/convencao-da-ocde/arquivos/avaliacaointegridadebrasileiraocde.pdf> . Acesso em: 19 nov. 2019.

OCDE. **Detecting Bid Rigging in Public Procurement**. [On-line], 2014. Disponível em: <http://www.oecd.org/competition/cartels/42594486.pdf> . Acesso em: 19 nov. 2019.

OCDE. **Fighting Bid Rigging in Public Procurement: Report on implementing the OECD Recommendation**. [On-line], 2016. Disponível em: <http://www.oecd.org/daf/competition/Fighting-bid-rigging-in-public-procurement-report-2016.ppdf> . Acesso em: 12 jun. 2019.

OCDE. **Recomendação do Conselho da OCDE sobre Integridade Pública**. [On-line], 2018. Disponível em: <https://www.oecd.org/gov/ethics/integrity-recommendation-brazilian-portuguese.pdf> . Acesso em: 11 jun. 2019.

OCDE. **Analytics for Integrity Data-driven approaches for Enhancing Corruption and Fraud Risk Assessments**. [On-line], 2019. Disponível em: <http://www.oecd.org/gov/ethics/analytics-for-integrity.pdf> . Acesso em: 12 jun. 2019.

O'FARRELL, P. N., et al. The competitiveness of business service firms: a matched comparison between Scotland and the Southeast of England. **Regional Studies**, 26(6), 519-533. 1992.

OLAF, European Anti-Fraud Office. **Fraud in Public Procurement. A collection of Red Flags and Best Practices**. [On-line], 2017. Disponível em: https://ec.europa.eu/sfc/sites/sfc2014/files/sfc-files/Fraud%20in%20Public%20Procurement_final%2020.12.2017%20ARES%282017%296254403.pdf . Acesso em: 09 jun. 2019.

OLIVEIRA, Ewerton Lopes Silva de et al. **Uma investigação de aspectos da classificação de tópicos para textos curtos**. 2015.

ONU, BRASIL. **Objetivos de desenvolvimento sustentável. Agenda 2030**, 2015.

OSTROM, Elinor. Understanding institutional diversity Princeton University press. **New Jersey**, p. 393-432, 2005.

PINHO, José Antônio G. de. Investigando portais de governo eletrônico de Estados no Brasil: muita tecnologia, pouca Democracia. **Revista de Administração Pública**, v. 42, n. 3, maio.

/jun. 2008.

PINKHAM, Roger S. On the distribution of first significant digits. **The Annals of Mathematical Statistics**, v. 32, n. 4, p. 1223-1230, 1961.

QUEIROZ, J.W. **Corruption-Can Brazil win this war?** (Master's thesis, The University of Bergen). 2015.

QUIVY, R.; CAMPENHOUDT, L.V. **Manual de Investigação em Ciências Sociais**. 5e. Lisboa: Gradiva, 2008.

RAIMI, Ralph A. The peculiar distribution of first digits. **Scientific American**, v. 221, n. 6, p. 109-121, 1969.

REBOUÇAS, Rômulo Róseo et al. Detecção de figurantes em pregões eletrônicos do governo federal brasileiro. **Informação & Tecnologia**, v. 2, n. 2, p. 5-21, 2017.

REPENNING, N. P. Selling system dynamics to (other) social scientists. **System Dynamics Review**, 19 (4), 303–327. 2003.

RINALDI, S.; FEICHTINGER, G.; WIRL, F. Corruption dynamics in democratic societies. **Complexity** Vol.3, 53–64. 1998.

ROSE-ACKERMAN, Susan. The Economics of Corruption. **Journal of Public Economics**, v. 4, p. 187-203, 1975.

ROSE-ACKERMAN, S. **The political economy of corruption: causes and consequences**. World Bank (note). 1996. Disponível em <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/11629>. Acesso em 03 out. 2020.

ROSE-ACKERMAN, Susan. International Handbook on the Economics of Corruption. **Edward Elgar Publishing**, 2007.

ROSE-ACKERMAN, Susan. Corruption and conflicts of interest. In: Corruption and Conflicts of Interest. **Edward Elgar Publishing**, 2014.

SACRAMENTO, A. R. S.; DE PINHO, J.A.G. Combate à Corrupção no Brasil: Identificando Entraves à Luz da Versão Revisitada da Teoria da Modernização. **Revista Interdisciplinar de Gestão Social**, v. 7, n. 1, 2018.

SADAF, R., et al. An investigation of the influence of the worldwide governance and competitiveness on accounting fraud cases: A cross-country perspective. **Sustainability**, 10(3), 588. 2018.

SAFFI, P. A. Análise técnica: Sorte ou realidade? **Revista Brasileira de Economia**, 57(4), 953-974. 2003.

SALES, L. J.; CARVALHO, R. N. Measuring the Risk of Public Contracts Using Bayesian Classifiers, **InBMA@ UAI**, Jun, pp. 7-13. 2016.

- SALES, L. Risk prevention of public procurement in the Brazilian government using credit scoring, OBEGEF-Observatório de Economia e Gestão de Fraude - **OBEGEF Working Papers on Fraud and Corruption**. 2013.
- SALISBURY, R.H. **Citizen Participation in the Public Schools**. Lexington, MA: Lexington Books. 1980.
- SAMPAIO, Adilson da Hora. **Um estudo sobre a participação das micro e pequenas empresas nos pregões eletrônicos realizados na FIOCRUZ/BA**. Dissertação (Mestrado Profissional) – Escola de Administração da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2012.
- SAMPAIO, A.H., FIGUEIREDO, P. S., LOIOLA, E. Compras Públicas no Brasil: Índícios de Fraudes usando a Lei de Newcomb-Benford (Lei-NB). **Cadernos Gestão Pública e Cidadania- CGPC (FGV)**. 2021. In Press
- SARTORI CELLA, R.; ZANOLLA, E. Benford's Law and transparency: an analysis of municipal expenditure. **Brazilian Business Review**, v. 15, n. 4, 2018.
- SCHOLL, H. J.; LUNA-REYES, L. F. **Transparency and openness in government: a system dynamics perspective**. In Proceedings of the 5th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance (pp. 107-114) 2011.
- SCHON, Thomas. **On Computational Methods for Nonlinear Estimation**. Printed by UniTryck. Sweden. 2003.
- SDE-MJ. Departamento de Proteção e Defesa Econômica. **Combate a cartéis em licitações: Um Guia Prático para Pregoeiros e Membros de Comissões de Licitação**. Brasília: SDE, 1ª Edição. 2008.
- SENGE, Peter M. et al. **A quinta disciplina: arte, teoria e prática da organização de aprendizagem**. São Paulo: Best Seller, 1990.
- SENGE, Peter. **A revolução decisiva**. São Paulo: Campus, 2008.
- SETYADIHARJA, R. et al. E-procurement system technology: an analysis in electronic procurement service unit (LPSE) of Kepulauan Riau Province. **The Asian Journal Of Technology Management**, 7(2), 93. 2014.
- SILVA, A. A; FERREIRA R. T. **Pregões Eletrônicos realizados pela Prefeitura Municipal de Fortaleza em 2006 - Um Ensaio Econométrico**. Prêmio Sefin de finanças municipais, Fortaleza: 2007.
- SILVA, V.N. As fraudes em licitação como um dos pressupostos para a corrupção. **JUS.COM**. 2015. Disponível em <https://jus.com.br/artigos/41100/as-fraudes-em-licitacao-como-um-dos-pressupostos-para-a-corrupcao> . Acesso em 16 nov. 2019.
- SOUZA, D. L. D. **Avaliação da efetividade de cartas de controle multivariadas na detecção de suspeitas de fraude financeira**. ([Tese de Doutorado]) Unisinos. 2017.
- SØREIDE, Tina. **Corruption in Public Procurement. Causes, Consequences and Cures**. Chr. Michelsen Institute, 2002.
- STERMAN, John D. **Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex**

world. 2000.

TAS, B. K. **Collusion Detection in Public Procurement with Limited Information**. SSRN 2929222. 2017.

TEIXEIRA, H. J., PRADO FILHO, L. P. C., & Salomão, S. M. **A experiência dos estados brasileiros com o pregão: avanços, limitações e perspectivas**. In Congresso CONSAD de Gestão Pública, Brasília, DF (Vol. 9). 2016.

TELESINTESE. **TCU constata fraude de empresas no pregão eletrônico**. Edição Da Redação, 22 de abril de 2015. Disponível em <http://www.telesintese.com.br/tcu-constata-fraude-de-empresas-pregao-eletronico/>. Acesso em 11 fev. 2019.

THOMAS, J. K. Unusual patterns in reported earnings. **The Accounting Review**, 64(4), 773. 1989. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/247861>. Acesso em 18 out. 2019.

THORSTENSEN, V.; MOTA, C. **Governança pública e sustentabilidade**. 2020.

TÓTH, István János. HAJDU, M. **Intensity of Competition, Corruption Risks and Price Distortion in the Hungarian Public Procurement—2009-2016**, 2017.

TRANSPARENCY INTERNATIONAL. **Corruption Perceptions Index 2016**. Disponível em: https://www.transparency.org/news/feature/corruption_perceptions_index_2016. Acesso em 02 nov. 2017.

TRANSPARENCY INTERNATIONAL. **Corruption Perceptions Index 2019**. Disponível em: <https://www.transparency.org>. Acesso em 01 ago. 2020.

TRANSPARENCY INTERNATIONAL. **Corruption Perceptions Index 2020**. Disponível em: https://www.transparency.org/news/feature/corruption_perceptions_index_2021. Acesso em 20 out. 2021.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. **Referencial de Combate à Fraude e Corrupção: aplicável a órgãos e entidades da Administração Pública**, Brasília: Secretaria de Métodos e Suporte ao Controle Externo (Semec), 132 p. 2018. Disponível em: https://portal.tcu.gov.br/data/files/A0/E0/EA/C7/21A1F6107AD96FE6F18818A8/Referencial_combate_fraude_corrupcao_2_edicao.pdf. Acesso em 18 out. 2019.

TYBURSKI, M.; EGAN, P.; SCHNEIDER, A. Deep Determinants of Corruption? A Subnational Analysis of Resource Curse Dynamics in American States. **Political Research Quarterly**, 73(1), 111-125. 2020.

ULLAH, M. A., ARTHANARI, T. **Using a qualitative system dynamics approach to investigate perceptions of corruption**. In 29th International Conference of the System Dynamics Society. Washington, DC. 2011. Disponível em <https://proceedings.systemdynamics.org/2011/proceed/papers/P1223.pdf>. Acesso em 16 nov. 2019

ULLAH, M. **Enhancing the understanding of corruption through system dynamics modelling: a case study analysis of Pakistan**. Doctoral dissertation, Research Space@Auckland). 2012.

UNITED NATIONS (UN). 2015. **Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development**, United Nations. New York, NY. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf>. Acesso em 03 out. 2020.

UNIVERSIDADE DO TEXAS - AUSTIN. **Three Article Dissertation**. Disponível em: <https://www.gadephd.org/Portals/0/docs/University%20of%20Texas,%20Austin.pdf?ver=2017-01-09-005558-557> . Acesso em 18 nov. 2019.

VAN ERVEN, G. C. et al. **Graph database: A case study for detecting fraud in acquisition R. N. of Brazilian government**, In 2017 12th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI) Jun 21, pp. 1-6. 2017.

VARIAN, Hal R. Benfords law. **American Statistician**, v. 26, n. 3, p. 65, 1972.

VELLEZ, Mercedes. Auctions versus Negotiations: Evidence from Public Procurement in the Italian Healthcare Setor. **CEIS Working Paper No. 191**, 2011.

VERBA, S.; NIE, N. H.; KIM, J. O. **Participation, and political equality: A seven-nation comparison**. CUP Archive. 1978.

VERBA, S. et al. **Resources and Political Participation**. The 1991 Annual meeting of the American Political Science Association, Washington DC. 1991.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. 10ª Ed. São Paulo: Atlas, 2009.

VERGARA **Métodos de Pesquisa em Administração** 4ª Ed. Atlas, 2010.

VILLELA, Paulo – **Introdução à Dinâmica de Sistemas**. Universidade Federal de Juiz de Fora-UFJF, 2005.

WENSINK, W.; MAARTEN DE VET J. **Identifying and Reducing Corruption in Public Procurement in the EU**. [Online]. 2006. Disponível em: https://ec.europa.eu/anti-fraud/sites/antifraud/files/docs/body/identifying_reducing_corruption_in_public_procurement_en.pdf. Acesso em 12 nov. 2021.

WOLSTENHOLME, E.F. **System enquiry: a system dynamics approach**. John Wiley & Sons, Inc., USA. ISBN:978-0-471-92783-9. 1990.

YEUNG, L. L. T.; AZEVEDO, P. F. D. Além dos "achismos" e das evidências anedóticas: medindo a eficiência dos tribunais brasileiros. **Economia Aplicada**, 16, 643-663. 2012.

WANG, Y. **Detecting Fraud in Public Procurement**. Abstract of the Dissertation, University Libraries on behalf of The Graduate School at Stony Brook University, 2016.

WITTEN, I. H. et al. Practical machine learning tools and techniques. In: **DATA MINING**, p. 4. 2005.

APÊNDICE A: Documentação do modelo (equações para as variáveis endógenas)

(01) Taxa de conversão para fraudulenta= $\frac{(((\text{Corrupção}) * \text{Empresas regulares} * \text{Sensibilidade Regular à corrupção}) - ((1 - \text{Corrupção}) * \text{Sensibilidade Fraudulenta à corrupção} * \text{Empresas fraudulentas}))}{\text{Tempo de Conversão}}$

Unidades: Empresas/Mês

(02) Corrupção= $((1 - \text{Peso relativo da eficácia judicial}) * (\text{Nível Falta de participação política ativa})) + ((\text{Peso relativo do júri da eficácia}) * (1 - \text{Eficácia do sistema judicial}))$

Unidades: Sem dimensão [0,1]

(03) Pressão econômica anticorrupção= $(1 - \text{Investment Rate})$

Unidades: Sem dimensão [0,1]

(04) Eficácia do sistema judicial= $\text{SMOOTH1}(\text{Pressão econômica anticorrupção} * \text{Sensibilidade à pressão econômica}, \text{pressão de impacto de atraso}, \text{Valor de eficácia init})$

Unidades: Sem dimensão [0,1]

(05) Empresas fraudulentas= $\text{INTEG}(\text{Taxa de Conversão para fraudulentas}, 1000)$

Unidades: Empresas [0,1]

(06) Concentração de renda= Corrupção

Unidades: Sem dimensão [0,1]

(07) Taxa de investimento= $(1 - \text{Corrupção})$

Unidades: Sem dimensão [0,1]

(08) Nível Falta de participação política ativa= $\text{SMOOTH3I}(\text{Nível de pobreza} * \text{Sensibilidade da participação ao nível de pobreza}, \text{atraso do impacto da pobreza}, \text{Valor inicial das partículas})$

Unidades: Sem dimensão [0,1]

(09) Nível de pobreza= $\text{Concentração das receitas}$

Unidades: Sem dimensão

(10) Empresas regulares= $\text{INTEG}(-\text{Taxa de conversão para fraudulenta}, 19000)$

Unidades: Empresas [0,1]