

# QUANTA SORTE É MUITA SORTE? INVESTIGAÇÃO DE FRAUDES EM LICITAÇÕES DE OBRAS PÚBLICAS UTILIZANDO ESTATÍSTICA E PROBABILIDADE

*HOW MUCH LUCK IS TOO MUCH LUCK? INVESTIGATION OF FRAUD IN PUBLIC INFRASTRUCTURE PROCUREMENT USING STATISTICS AND PROBABILITY*

*¿CUÁNTA SUERTE ES DEMASIADA SUERTE? INVESTIGACIÓN DE FRAUDES EN LICITACIONES DE OBRAS PÚBLICAS UTILIZANDO ESTADÍSTICA Y PROBABILIDAD?*

**REGIS SIGNOR**

POLÍCIA FEDERAL

**CLAUDIO ROBERTO TRAPP**

POLÍCIA FEDERAL

**JOÃO JOSÉ DE CASTRO BAPTISTA VALLIM**

POLÍCIA FEDERAL

## **RESUMO**

O presente artigo apresenta uma abordagem inovadora para a investigação de licitações de obras públicas vencidas com baixos descontos. Essa abordagem se baseia na análise das probabilidades de ocorrência de um ou mais resultados suspeitos: a inverossimilhança de tais resultados pode evidenciar a frustração do caráter competitivo e outros crimes conexos. A base teórica e um exemplo prático dessa abordagem são apresentados, tanto para a análise de casos isolados de conluio quanto para grupos cartelizados que vencem licitações em sequência. O artigo também elenca alguns cuidados que devem ser observados e os principais aspectos legais envolvidos nesse tipo de investigação, que representa parcela importante da casuística observada na Polícia Federal.

**PALAVRAS-CHAVE:** investigação; licitação; probabilidade; conluio; cartel.

## *ABSTRACT*

This article presents a novel approach to the investigation of public infrastructure procurements whose auctions are won by low-discount bids. This approach is based on analyzing the probabilities of one or more suspicious outcomes occurring: the unlikelihood of such results can evidence the prevention of competition and other related crimes. The theoretical foundations and a practical example of this new approach are presented, both for the analysis of isolated cases of collusion and for cartelized groups that sequentially win auctions. The article also identifies some precautions that must be observed and the main legal aspects involved in this type of case, which represents an important portion of the casuistry observed in investigations by the Brazilian Federal Police.

**KEYWORDS:** investigation; bidding; probability; collusion; cartel.

## *RESUMEN*

Este artículo presenta un enfoque novedoso para la investigación de las adquisiciones de obras públicas mediante licitaciones ganadas por ofertas de bajo descuento. Este enfoque se basa en analizar las probabilidades de que ocurran uno o más resultados sospechosos: la improbabilidad de tales resultados puede evidenciar la frustración competitiva y otros delitos relacionados. Se presenta la base teórica y un ejemplo práctico de este nuevo enfoque, tanto para el análisis de casos aislados de colusión como para grupos cartelizados que ganan licitaciones secuencialmente. El artículo también identifica algunas precauciones que deben observarse y los principales aspectos legales involucrados en este tipo de investigación, que representa una parte importante de la casuística observada en la Policía Federal brasileña.

**PALABRAS CLAVE:** investigación; licitación; probabilidad; colusión; cartel.

## **1. INTRODUÇÃO**

“Deus me ajudou e eu ganhei dinheiro”. Diante da nação incrédula, assim o então Deputado Federal João Alves explicou a origem dos recursos questionados no âmbito da CPI dos Anões do Orçamento. Segundo Alves, ele ganhara nada menos que 221 vezes nas loterias da Caixa Econômica Federal (ALVES, 2010).

O que levou o ilustre deputado a alegar tamanha sorte para justificar seu patrimônio? Apesar dessa combinação de resultados lotéricos parecer bastante improvável a todos (e poder ser calculada com relativa facilidade por matemáticos e estatísticos), o deputado não titubeou ao adotar essa estratégia em sua defesa.

Ocorre que qualquer réu pode invocar o improvável perante a Justiça. E essa estratégia pode ser acertada, já que alguns juízes poderiam inocentá-lo devido a sempre presente possibilidade – ainda que estatisticamente desprezível – de o réu estar falando a verdade. A título de curiosidade, João Alves respondeu a três processos no Supremo Tribunal Federal (STF) e nunca foi preso até falecer em 2004 (ALVES, 2010).

Nesse artigo discorreremos sobre empresas de engenharia que, possivelmente tocadas pela sorte, ganham licitações de obras públicas, oferecendo baixos descontos – muitas vezes em sequência. Apresentamos os cálculos probabilísticos dessa feliz combinação de vitórias e como isso pode auxiliar o combate aos crimes relacionados às licitações e à livre concorrência e, conexamente, à corrupção e à lavagem de dinheiro.

A importância deste estudo é expressa pelos mais de um trilhão de reais em obras licitadas pela União nos últimos anos (MINISTÉRIO DA ECONOMIA, 2022). A esse montante devem ser somados recursos empregados por outros entes federativos e empresas estatais que igualmente se valem de licitações para contratar suas obras de engenharia. Não por acaso, a investigação de fraudes em licitações de obras públicas constitui importante parcela do trabalho da Polícia Federal, órgão de reconhecido destaque na luta contra a corrupção no Brasil. Apenas como exemplo, cita-se o caso do cartel que, por meio desse tipo de fraude, deu um prejuízo de vinte bilhões de reais à Petrobras, entre 1998 e 2014 (MPF, 2018).

## **2. CASUÍSTICA E ASPECTOS LEGAIS**

Os processos de seleção pública, por manifestarem a vontade humana, são suscetíveis a interesses diversos, que perpassam desde aqueles alinhados com os princípios e normas do Direito Público até aqueles não republicanos. Quando esse último caso é observado em licitações de obras públicas, um grupo de agentes orchestra ações para frustrar ou fraudar o caráter competitivo dos processos, com o intuito de obter, para si ou para outrem, vantagem decorrente da adjudicação (Leis 8.666/1993; 12.846/2013 e 14.133/2021) e, subsidiariamente, prejudicar a livre concorrência (Leis 8.137/1990 e 12.529/2011). Quando os interesses desse grupo são patrocinados por responsáveis pelo zelo da coisa pública, os processos licitatórios podem ser viciados para beneficiar intencionalmente determinada empresa ou grupo, mediante exigências que limitem o caráter competitivo ou outros expedientes. Quando apenas os interesses externos se alinham pela convergência do interesse de maximizar lucros em detrimento do Erário, caracteriza-se o conluio entre as empresas (para os efeitos desse estudo, grupos que conluem repetidamente serão denominados cartéis).

Conforme antecipado, essas fraudes podem ter a participação de diferentes números de competidores e envolver ou não servidores e/ou gestores públicos (Lei 8.429/1992); podem ser ocasionais e pontuais ou frequentes e repetitivas, o que, a depender da quantidade de envolvidos e da complexidade do esquema, pode caracterizar as condutas de associação ou organização criminosa, tipificadas no art. 288 do Código Penal (Decreto-Lei nº 2.848/1940) ou na Lei nº 12.850/2013, respectivamente. Apesar da possibilidade de ocorrer apenas uma reserva de mercado, usualmente os fraudadores atuam para elevar arbitrariamente os preços, de modo a tornar, injustamente, mais onerosa a proposta ou a execução dos contratos públicos (Lei nº 14.133/2021).

No âmbito penal, crimes diretamente relacionados a licitações se amoldam prioritariamente aos descritos no Capítulo II-B da Lei nº 14.133/2021, cujas penas podem alcançar oito anos de detenção (crimes conexos, como a corrupção e a lavagem de dinheiro; apesar de

extremamente importantes, extrapolam o escopo do presente estudo). Entretanto, apesar de o ordenamento jurídico brasileiro delinear essas condutas como proibidas e passíveis de repressão na esfera criminal, com penas relativamente severas, aparentemente isso não tem sido suficiente para inibir tais crimes. De fato, são recorrentes as operações policiais voltadas a reprimir e a desarticular esquemas de corrupção que se utilizam dessas táticas, já que em regra a licitação é indispensável para a aquisição de produtos e serviços pela Administração (SANTOS; SOUZA, 2020).

A importante casuística da Polícia Federal mostra que, apesar de o resultado do crime ser geralmente tangível (pois teoricamente se pode quantificar o valor do prejuízo por ele causado), existe grande dificuldade em identificar as condutas tipificadas como práticas ilícitas. Isso porque, ao contrário dos crimes de homicídio onde há um corpo, ou de tráfico de drogas onde há o entorpecente, os ditos crimes de colarinho branco como o cartel ou as fraudes em licitações não exigem, para configurar sua prática, uma alteração no mundo exterior (OECD, 2009).

Assim, a falta de vestígios tangíveis dificulta sobremaneira a repressão dessas condutas, já que a prova do crime dependerá da colheita de quantidade de elementos indiciários suficientes ao convencimento dos julgadores (CADE, 2019). Estes, por sua vez, têm exigido o exaurimento da prova (em contraposição ao critério do afastamento da dúvida razoável) para formar seu convencimento favorável à condenação. Nesse caso, barreiras ao livre convencimento do julgador de primeira instância e dos Tribunais Superiores podem dificultar o combate à corrupção usualmente ligada aos conluios e cartéis e, conseqüentemente, ao compromisso assumido pelo Brasil junto à comunidade internacional (ONU, 2007).

Assim, apesar dos limitadores legais e processuais dos procedimentos e processos judiciais, o exame pericial fundado em análises matemáticas envolvendo estatística e probabilidade pode ser uma fonte importante para a produção probatória, especialmente quando corroborado com outros elementos de convicção trazidos à tona durante os trabalhos de apuração no âmbito da polícia judiciária. De fato, planilhas de divisão de obras, mensagens entre os participantes ou movimentações de dinheiro sem comprovação podem

complementar as evidências circunstanciais de fraude (OECD, 2009; LANZILLOTTI, 2017).

### **3. BREVE APANHADO SOBRE PROBABILIDADES**

A estimativa da probabilidade de um determinado fenômeno é absolutamente natural para o ser humano. Intuitivamente sabemos que é bom ter um guarda-chuva à mão, caso o céu esteja carregado quando saímos de casa, e que é melhor procurar abrigo, em caso de raios.

Já o cálculo matemático das probabilidades de ocorrência tem dificuldade variável, mas, ainda intuitiva. Por exemplo, é natural esperar que nossa chance de vitória aumente à medida que aumentamos o número de tentativas e reduza à medida que aumentam os resultados possíveis. Se não houver fraude, entendemos que temos 50% de chance de vencer jogando cara ou coroa uma vez e 1% de chance de ganhar uma rifa com um número dentre cem possíveis. É intuitivo que, se pudermos jogar a moeda três vezes, teremos mais chance de tirar pelo menos uma cara e que, se comprarmos dez bilhetes da rifa com cem números, nossa possibilidade de ganhar também aumenta.

Voltando às loterias como exemplo comparativo, a própria Caixa Econômica Federal (CEF) informa quais as probabilidades de acerto mediante a aposta mínima em cada tipo de jogo. Corroborando nossa intuição, há jogos mais fáceis e outros mais difíceis de vencer, e quando marcamos mais números no mesmo bilhete nossas chances aumentam – todas as probabilidades são informadas pela CEF.

E quanto às licitações? Que chance de vitória um competidor tem? Ao contrário das loterias essas probabilidades não estão descritas no edital, o que transforma sua análise em um exercício relativamente trabalhoso. De fato, ao contrário de moedas, rifas e loterias, no caso das licitações o número de resultados possíveis é desconhecido *a priori*.

Assim, para calcularmos a probabilidade de uma empresa vencer, precisamos inicialmente entender os mecanismos básicos envolvidos. A primeira e mais notável característica das licitações de obras públicas é que habitualmente o competidor que oferece o maior



desconto em relação ao orçamento de referência sagra-se vencedor. Assim, é evidente que ao aumentar o desconto oferecido o competidor honesto também aumenta sua probabilidade de vencer o certame.

Entretanto, considerando que outros competidores também são esperados a oferecer lances, a probabilidade de cada um deles vencer dependerá tanto de seu próprio desconto quanto dos descontos oferecidos pelos demais. Assim, há também concordância geral com o aspecto básico de que a probabilidade de um competidor honesto vencer uma licitação diminui à medida que aumenta o número de rivais, já que cada novo competidor poderá oferecer um desconto maior que o do primeiro concorrente.

Aqui já cabe destacar que, apesar de o senso comum e a ciência apontarem que as fraudes em licitações reduzem à medida que aumenta o número de competidores (OCDE, 2021), licitações com poucos participantes não são necessariamente fraudadas. Isso porque o número de competidores em licitações de obras públicas é dependente de numerosos fatores de ordem geral e particular (FRIEDMAN, 1956; MILGROM, 1989). Entretanto, apesar de existirem variáveis que influem tanto no número de competidores quanto nos descontos oferecidos por cada um (MILGROM, 1989), é possível resumir que a probabilidade de vitória de um competidor honesto é diretamente proporcional a seu desconto e inversamente proporcional ao número de oponentes (FRIEDMAN, 1956). Sabendo disso, os licitantes desonestos buscarão aumentar sua probabilidade de vitória, afastando competidores honestos e conluindo com outros licitantes desonestos para que o desconto vencedor seja o menor possível, conforme esquematiza a Tabela 1.

**Tabela 1** – Diferença de atuação entre os competidores honestos e os licitantes desonestos.

Tipo de competidor / licitante	Atuação / <i>modus operandi</i>
Honesto	Para vencer honestamente, precisa aumentar o desconto oferecido à medida que aumenta o número esperado de competidores na licitação
Desonesto	Para vencer desonestamente, precisa afastar os competidores honestos e conluir com os licitantes desonestos, para vencer com o menor desconto possível

Uma vez conhecidos o mecanismo esperado para as licitações honestas e o *modus operandi* esperado para as licitações colusivas, é necessário que se calculem as probabilidades de vitória honesta das licitações sob investigação. Esse primeiro passo é o estabelecimento do chamado cenário de referência (EUROPEAN COMMISSION, 2013), que descreve o funcionamento básico das licitações honestas da área estudada (no presente caso, licitações de obras públicas que podem se subdividir, como será detalhado adiante). A seção seguinte discorrerá sobre uma possibilidade de fazê-lo.

#### **4. METODOLOGIA DE CÁLCULO**

Diversas são as abordagens possíveis para a detecção de licitações colusivas. Especificamente para o trabalho policial, entende-se que deve ser adotada uma abordagem que reúna duas características básicas: (i) solidez científica; e (ii) facilidade de aplicação durante a investigação e de explicação durante o julgamento. Assim sendo, o presente artigo adota o método da estatística de ordem (SIGNOR; BALLESTEROS-PÉREZ; LOVE, 2023), por acreditar que o método atenda a essas especificações.

Em apertado resumo, a metodologia de cálculo exige um cenário de referência construído a partir de dados públicos de licitações pretéritas (usualmente disponíveis nos Tribunais de Contas dos estados brasileiros). A partir desse cenário de referência, as probabilidades de conluio e cartel poderão ser facilmente estimadas com o uso de planilhas de cálculo (como o Excel). As subseções seguintes detalham como fazê-lo.

##### **4.1 COMO CALCULAR A PROBABILIDADE DE VENCER UMA LICITAÇÃO**

Há mais de meio século, a comunidade científica se debruça sobre o cálculo da probabilidade de vencer uma licitação honestamente. Friedman (1956) buscou fazê-lo como forma de auxiliar os competidores a apresentarem propostas equilibradas, que considerassem tanto o número quanto o histórico dos demais



oponentes. Com isso, poderiam adotar estratégias individuais de maximização de lucros, sem com isso infringir qualquer lei.

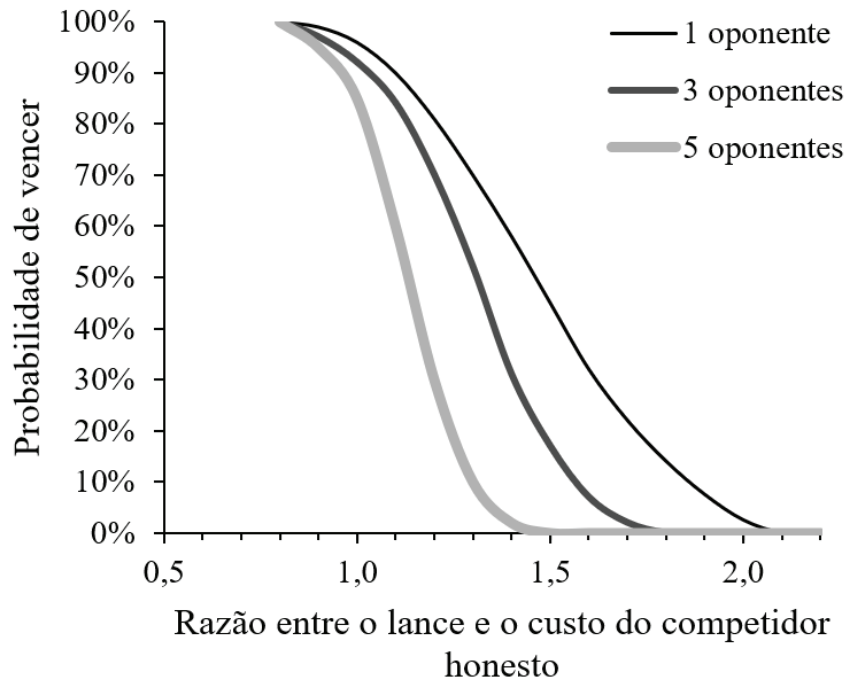


Figura 1: Probabilidade de vitória em relação à razão entre o lance e o custo do competidor honesto e ao número estimado de oponentes.  
Fonte: adaptado pelos autores a partir de Friedman (1956).

Desde então, esse cálculo vem sendo refinado, e os mesmos conceitos são apregoados por entidades que combatem as fraudes em licitações, como a Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico – OCDE. A Polícia Federal detém atualmente o estado-da-arte para combater esse tipo de crime, com diferentes métodos desenvolvidos e submetidos ao escrutínio da comunidade científica (VALLIM, 2018, 2020; SIGNOR *et al.*, 2020; LIMA *et al.*, 2020; SIGNOR; LOVE; IKA, 2022; SIGNOR; BALLESTEROS-PÉREZ; LOVE 2023).

Os métodos empregados ao redor do mundo costumam iniciar, como regra geral, estudando o comportamento das licitações honestas para então identificar as desonestas. Assim, atualmente a maioria dos métodos de detecção de conluio requer a construção do já antecipado cenário de referência (EUROPEAN COMMISSION, 2013) para

representar o comportamento de licitações livres de fraude. Esse cenário de referência deve ser construído a partir de licitações consideradas honestas, que tenham, tanto quanto possível, as mesmas condições da licitação questionada. As condições básicas a serem observadas para que os resultados sejam confiáveis costumam ser a localização (estado ou região), o tipo de obra (edificações ou pavimentação em determinado estado, por exemplo) e a contemporaneidade. Outros fatores, como tamanho e subtipo da obra, podem ser considerados, se houver dados suficientes, sem que se exijam licitações “idênticas” às questionadas, porque, afinal, cada certame é único (PORTER; ZONA, 1993).

Esse cenário de referência é usualmente representado por uma distribuição de probabilidade que descreva os descontos oferecidos nas licitações honestas. No Brasil, os descontos em licitações de obras de engenharia usualmente são relativos a custos globais de referência estimados por profissionais da área a partir do SICRO e do SINAPI, conforme determinam o Decreto nº 7.983/2013, a Lei nº 13.303/2016 e a Lei nº 14.133/2021. Essa base técnica comum para os custos dá confiabilidade à utilização dos descontos para a análise de fraudes nessas licitações. Por exemplo, pode-se dizer que os descontos honestos para obras de construção de edificações (casas, postos de saúde, escolas) em uma determinada região e época, seguem uma distribuição Triangular com coeficientes  $a = m = 0$  e  $b = 0,35$ , conforme mostra a Figura 2.

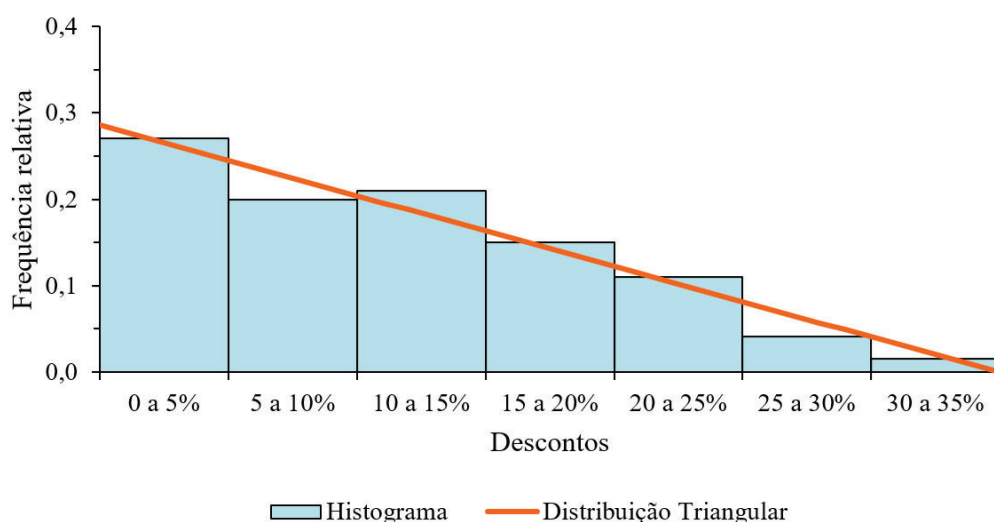


Figura 2: Histograma dos descontos honestos em licitações regionais de construção e uma função densidade de probabilidade que os descreve.

Fonte: autores.

Cenários de referência como o mostrado na Figura 2 representam o comportamento de todos os descontos observados nas licitações livres de fraude. Com isso, é possível calcular, assim como já exemplificamos para o jogo da moeda ou para as loterias, a chance de um competidor vencer outros  $n$  competidores com um determinado desconto honesto. E como já adiantado, ao sabermos que chance um resultado honesto tem, também podemos calcular a probabilidade de haver conluio em cada licitação.

Essa probabilidade de conluio pode ser calculada por meio da estatística de ordem (SIGNOR, BALLESTEROS-PEREZ; LOVE, 2023), método de fácil entendimento e aplicação por exigir apenas o desconto vencedor e o número de competidores, para apurar a probabilidade de colusão em determinada licitação. Como exemplos, considerando o cenário de referência para as licitações de construção previamente apresentadas, a Figura 3 mostra que um desconto vencedor de 5% tem pouco mais de 70% de chance de ser fraudulento, se houver apenas um participante, e quase 100% de chance de ser colusivo, se houver três competidores ou mais. Seguindo as tendências apresentadas anteriormente, um desconto vencedor maior, de 15%, terá uma probabilidade de fraude de apenas 33%, se houver apenas um competidor, mas de praticamente 100%, se houver 15 ou mais competidores.

A regra geral, então, é que pequenos descontos vencedores (especialmente quando a licitação teve mais de uma proposta) estão associados a maiores probabilidades de conluio. Esse fenômeno que costuma ser intuitivo pode ser expresso matematicamente a partir da função de probabilidade acumulada  $F_x$ , que descreve o cenário de referência, conforme definido pela Equação 1 e exemplificado pela Figura 3.

$$P_{(co)}(DV) = 1 - [F_X(DV)]^n \quad [\text{Eq. 1}], \text{ onde:}$$

$P_{(co)}$  = probabilidade de conluio da licitação sob análise;

$DV$  = desconto vencedor da licitação sob análise;

$n$  = número de competidores na licitação sob análise.

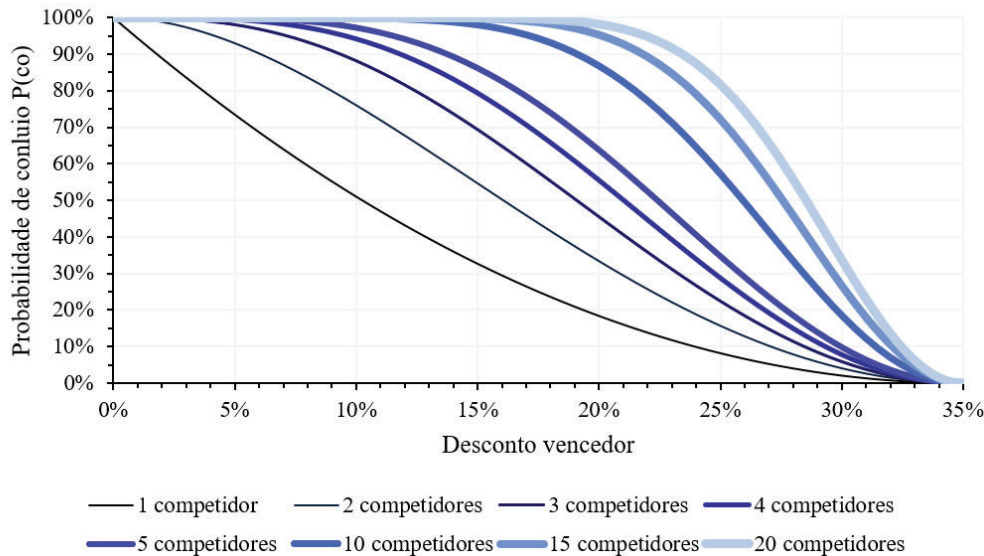


Figura 3: Probabilidade de conluio em relação ao desconto vencedor e ao número de competidores em licitações regionais de construção cujo cenário de referência é descrito por uma distribuição Triangular  $a = m = 0$  e  $b = 0,35$ .

Fonte: autores.

## 4.2 COMO CALCULAR A PROBABILIDADE DE VENCER VÁRIAS LICITAÇÕES

A seção anterior mostrou ser possível calcular a probabilidade de um resultado de licitação ser honesto ou colusivo. Como regra geral, pode-se demonstrar matematicamente a dificuldade de vencer honestamente uma licitação, quando o desconto é baixo e/ou quando o número de competidores é alto. Nessa seção, abordaremos a probabilidade de resultados inverossímeis repetidos em sequência (como seriam as seguidas vitórias do Deputado João Alves em loterias). Sem prejuízo de outras definições que se mostrem mais adequadas, para efeitos práticos, consideraremos neste artigo como “cartel” o grupo colusivo que atua para fraudar mais de uma licitação.

O cálculo da probabilidade de um conjunto de resultados (por exemplo,  $v$  vitórias em um total  $t$  de licitações) pode ser feito mediante

a distribuição Binomial. Para o caso em estudo, a Equação 2 exprime matematicamente a probabilidade de que esse conjunto de resultados seja devido à atuação de um cartel.

$$P_{(Ca)}(v) = 1 - \sum_{i=v}^t \frac{t!}{v!(t-v)!} (1 - P_{(co)})^v (P_{(co)})^{t-v} \quad [\text{Eq. 2}], \text{ onde:}$$

$P_{(Ca)}$  = probabilidade de cartel no conjunto de licitações sob análise;

$v$  = número de vitórias;

$t$  = total de licitações no conjunto sob análise;

$P_{(co)}$  = probabilidade de conluio definida para cada licitação individual.

Conforme intuitivamente esperado, a probabilidade de cartel aumenta à medida que os licitantes, mesmo oferecendo baixos descontos, vencem um número cada vez maior de licitações. Por exemplo, a Figura 4 mostra que, se o grupo suspeito de cartelização vencer duas licitações potencialmente colusivas dentre três possíveis, a probabilidade de cartel já beira os 100%. Entretanto, se essas duas licitações potencialmente colusivas integrarem um conjunto de dez licitações similares, a probabilidade de cartel é reduzida, e o resultado pode ser considerado compatível com um golpe de sorte.

Para a análise de um grupo de licitações, a regra geral é que à medida que a proporção de licitações suspeitas aumenta em relação às demais, a probabilidade de cartel aumenta, até atingir virtualmente 100%, conforme ilustra a Figura 4. Apresentada a metodologia de cálculo, podemos passar para um exemplo prático.

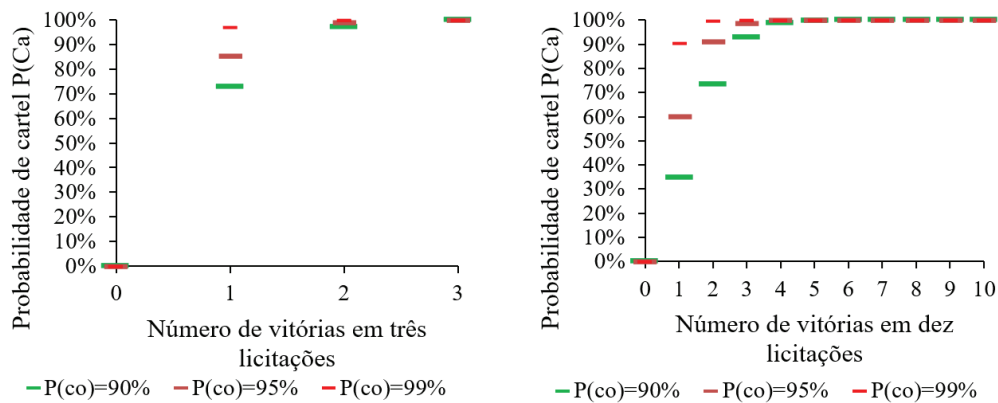


Figura 4: Probabilidades de cartel de acordo com o número de vitórias em conjuntos de três (esquerda) e dez licitações (direita), para diferentes probabilidades de conluio  $P(co)$  definida para cada licitação individual.

Fonte: autores.

## 5. EXEMPLO PRÁTICO

Apesar da possibilidade de usar um caso real como exemplo prático, optamos pela completa anonimização dos dados. Assim, apresentaremos um caso fictício que se assemelhará a numerosas situações reais em que construtoras vencem licitações de obras públicas com descontos irrisórios. Nesse caso, três construtoras venceram todas as licitações realizadas por um município para construir duas creches, dois postos de saúde, ampliação da prefeitura e ginásio esportivo (totalizando seis obras). A Tabela 2 mostra que todas essas licitações tiveram baixos descontos oferecidos pelos vencedores e que as três empresas ganharam duas obras cada uma.

Tabela 2 – Resumo das licitações suspeitas.

Obra	Ordem de classificação das empresas	Desconto vencedor
Creche 1	A; B; C	1,5%
Creche 2	C; B; A	3,2%
Posto de saúde 1	C; A; B	0,9%
Posto de saúde 2	B; A; C	2,2%
Ampliação da prefeitura	A; C; B	2,5%
Ginásio esportivo	B; A; C	3,6%



Essa combinação de baixos descontos e de divisão das obras entre as empresas pode ser fruto do acaso ou de um esquema de cartel comumente chamado de rotação (OECD, 2009), em que as empresas dividem o mercado entre si para evitar o pagamento de propinas entre elas. Essa divisão pode ser igualitária ou então dependente do tamanho ou da influência política de cada empresa.

Para lançar luz sobre o assunto, analisou-se a probabilidade de ocorrência de cada um desses resultados isoladamente, conforme detalhado na seção 3 do presente artigo. Para tanto, inicialmente os orçamentos de cada obra foram conferidos e se mostraram adequados, sem que fossem encontradas questões técnicas que pudessem levar à redução de competitividade ou de descontos. A probabilidade de conluio de cada licitação separadamente pode ser estimada pela Figura 5 e é resumida na Tabela 3. Interessante pontuar que a Figura 5 representa a ampliação da região de menores descontos da Figura 3 e somente apresenta a linha de três competidores, para facilitar a visualização.

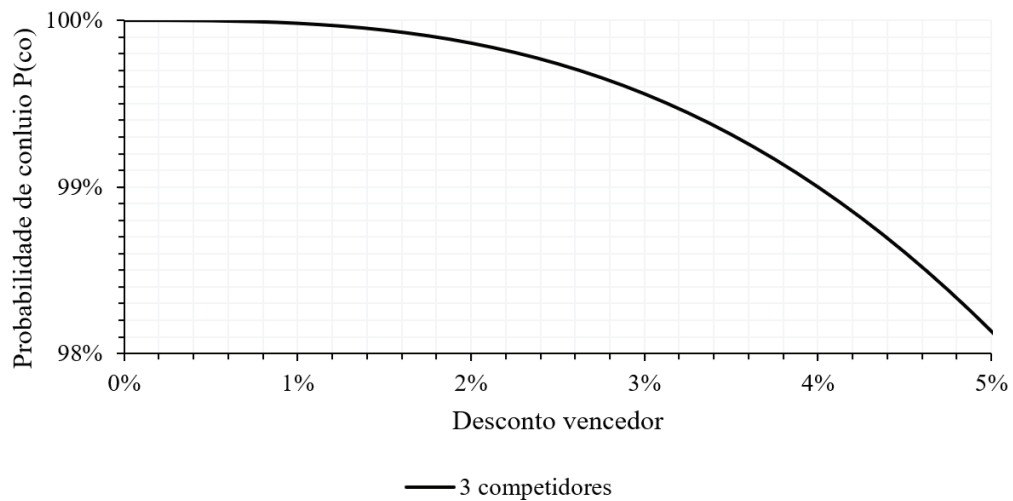


Figura 5: Probabilidade de conluio em relação ao desconto vencedor quando há três competidores em licitações regionais de construção, cujo cenário de referência é descrito por uma distribuição Triangular  $a = m = 0$  e  $b = 0,35$

Fonte: autores.

**Tabela 3** – Probabilidades de conluio para cada uma das licitações investigadas.

<b>Obra</b>	<b>Desconto vencedor</b>	<b>Probabilidade de conluio</b>
Creche 1	1,5%	99,9%
Creche 2	3,2%	99,5%
Posto de saúde 1	0,9%	100,0%
Posto de saúde 2	2,2%	99,8%
Ampliação da prefeitura	2,5%	99,7%
Ginásio esportivo	3,6%	99,3%

Como todas as licitações têm altas probabilidades individuais de conluio e há suspeita de rotação, é natural que se estude a possibilidade de as três construtoras atuarem em cartel. Assim, a análise mediante a distribuição Binomial detalhada na seção 4 resulta que a probabilidade dessas empresas vencerem todas as seis licitações com baixos descontos (com probabilidades individuais de conluio de pelo menos 99%) é de virtualmente 100%. Dito de outra forma, a probabilidade desse resultado ser devido ao acaso é de apenas 0,0000000001%, ou seja, uma em um trilhão. Comparativamente às loterias, esse resultado é vinte mil vezes mais difícil que ganhar na Mega-Sena fazendo a aposta mínima.

## **6. SORTE OU CONLUIO?**

Por estarem usualmente ligadas à corrupção (Santos e Souza, 2020; Signor *et al.*, 2020), o potencial de dano de ações colusivas e cartelizadas à sociedade é indiscutível, gerando assim a necessidade de seu enérgico combate pelo Estado. Entretanto, o meio técnico é unânime em reconhecer a dificuldade em comprovar conluios e cartéis. Isso se dá porque as ações de grupos colusivos são secretas entre os participantes e, quando vistas por um observador externo, são quase sempre ambíguas e podem ser confundidas com ações independentes. Por isso é pacífica a necessidade de provas complementares antes da adoção de medidas consideradas drásticas, como as de âmbito penal (OECD, 2009).

A natureza do problema dificilmente admite respostas técnico-científicas taxativas (“sim” ou “não”), e por isso a conclusão pericial usualmente é associada a probabilidades de ocorrência ou outras formas de tratamento estatístico. Ainda assim, mesmo altas probabilidades de conluio devem ser analisadas com cuidado, face às condições específicas de cada licitação – em outras palavras, algumas licitações podem reunir condições que favoreçam tecnicamente a vitória de um baixo desconto. Nesse ponto parece-nos útil fazer uma comparação com os dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2022), que alerta que “a chance de uma pessoa ser atingida diretamente por um raio é muito baixa, sendo em média menor do que uma para um milhão. Contudo, se a pessoa estiver numa área descampada embaixo de uma tempestade forte, esta chance pode aumentar em até uma para mil”.

De maneira análoga, a probabilidade calculada de conluio pode aumentar, dependendo das condições da licitação. Como um exemplo simples, se o orçamento da obra licitada estiver desatualizado, os competidores honestos tendem a oferecer menores descontos e os cálculos podem apontar erroneamente para o conluio. Por esse motivo, é fundamental que as condições específicas de cada caso sejam avaliadas pela perícia especializada.

Relativamente aos cartéis, os cuidados se mantêm. Ainda a título de curiosidade comparativa, o INPE (2022) informou que, em condições específicas, os raios podem cair mais de uma vez em um mesmo local. O monumento Cristo Redentor, por exemplo, acaba atuando como um para-raios e é atingido cerca de seis vezes por ano. Assim, uma análise técnico-científica também deve descartar a existência de fatores específicos que eventualmente levem à concentração de resultados em poucos competidores, como necessidades de serviços especiais, tecnologias proprietárias e outros.

Então, como regra geral para separar o joio do trigo e concluir sobre eventuais danos diretos ao Erário causados por um grupo colusivo ou cartel, a polícia deve reunir três informações (RUBINFELD; STEINER, 1983). Primeiramente, que os preços foram efetiva e injustamente aumentados; depois, que esse aumento se deve a um comportamento colusivo (isto é, conduta dolosa, fruto de acordo

entre os licitantes, de maneira consciente e criminosa e não fortuita); e, por fim, o cálculo do valor do dano ao Erário em si.

A primeira e a terceira informações (o aumento de preços e o valor do dano direto ao Erário) devem ser oferecidas pela perícia. Já a comprovação do comportamento doloso, consciente e criminoso, exigirá da investigação policial a produção de provas adicionais, seja por meio de quebra de dados telemáticos, planilhas eventualmente encontradas em operações de busca e apreensão contendo esquemas de distribuição de obras ou valores, colaborações premiadas ou outros meios correlatos. Isso ocorre porque, ainda que se comprove cientificamente que determinado padrão de resultados tem ocorrência altamente improvável, deve-se afastar a possibilidade desse padrão ser devido ao acaso. Esse entendimento é corroborado por ampla bibliografia (GALLO, 1977; HOWARD; KASERMAN, 1989; PORTER; ZONA, 1993; LANZILLOTTI, 1998; BAKER; RUBINFELD, 1999; HARRINGTON, 2006; OECD, 2009; ABRANTES-METZ; BAIARI, 2010; NATIONAL RESEACH COUNCIL, 2011; LANZILLOTTI, 2017) que, em suma, reconhece que a comprovação de conluio não deve se basear apenas em evidências ou em fundamentos teóricos, mas, também, em fatores adicionais que completem o quebra-cabeça e levem a uma decisão segura (além de qualquer dúvida razoável) ou forneçam uma “arma fumegante” que prove diretamente o dolo.

## **7. CONCLUSÃO**

Esse artigo discorre sobre a potencial atuação de construtoras em conluio ou cartel para fraudar o trilionário mercado de licitações de obras públicas brasileiras e lista os principais crimes associados. Considerando que os investigados, conhecedores da dificuldade de comprovação de tais delitos, podem invocar a sorte para explicar situações improváveis, o artigo demonstra uma abordagem investigativa baseada em cálculos de probabilidade que podem ser associados a outras evidências descobertas pela polícia. Entende-se que esse conjunto probatório é suficientemente robusto para que o poder judiciário tome as medidas necessárias para combater esse mal que tanto prejudica a sociedade.

## REFERÊNCIAS

- ABRANTES-METZ, R.; Bajari, P.. Screens for conspiracies and their multiple applications. *Competition Policy International*, 6(2): 129-144, 2010.
- ALVES, João . *Dicionário Histórico-Biográfico Brasileiro – Pós-1930*. In: Abreu, A. A. *et al.* (coords.). Rio de Janeiro: CPDOC. 2010. Disponível em: <<http://www.fgv.br/cpdoc/acervo/dicionarios/verbete-biografico/joao-alves-de-almeida>>. Acesso em: 11/12/2021.
- BAKER, J. B; RUBINFELD, D. L. . Empirical methods in antitrust litigation: review and critique. *American Law and Economics Review*, 1(1): 386-435, 1999.
- BRASIL. *Decreto-Lei nº 2.848, de 7 de dezembro de 1940*. Código Penal. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/del2848compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del2848compilado.htm). Acesso em: 20 out. 2021.
- \_\_\_\_\_. Lei nº 8.137, de 27 de dezembro de 1990. *Define crimes contra a ordem tributária, econômica e contra as relações de consumo, e dá outras providências*. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l8137.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8137.htm). Acesso em: 20 out. 2021.
- \_\_\_\_\_. Lei nº 8.429, de 2 de junho de 1992. *Dispõe sobre as sanções aplicáveis aos agentes públicos nos casos de enriquecimento ilícito no exercício de mandato, cargo, emprego ou função na administração pública direta, indireta ou fundacional e dá outras providências*. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l8429.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8429.htm). Acesso em: 20 out. 2021.
- \_\_\_\_\_. Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993. *Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências*. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l8666cons.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8666cons.htm). Acesso em: 20 out. 2021.
- \_\_\_\_\_. Lei nº 12.529, de 30 de novembro de 2011. *Estrutura o Sistema Brasileiro de Defesa da Concorrência; dispõe sobre a prevenção e repressão às infrações contra a ordem econômica; altera a Lei nº 8.137, de 27 de dezembro de 1990, o Decreto-Lei nº 3.689, de 3 de outubro de 1941 - Código de Processo Penal, e a Lei nº 7.347, de 24 de julho de 1985; revoga dispositivos da Lei nº 8.884, de 11 de junho de 1994, e a Lei nº 9.781, de 19*

de janeiro de 1999; e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2011/lei/l12529.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/l12529.htm). Acesso em: 20 out. 2021.

\_\_\_\_\_. Lei nº 12.846, de 1º de agosto de 2013. *Dispõe sobre a responsabilização administrativa e civil de pessoas jurídicas pela prática de atos contra a administração pública, nacional ou estrangeira, e dá outras providências*. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2013/lei/l12846.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/l12846.htm). Acesso em: 20 out. 2021.

\_\_\_\_\_. Lei nº 12.850, de 2 de agosto de 2013. *Define organização criminosa e dispõe sobre a investigação criminal, os meios de obtenção da prova, infrações penais correlatas e o procedimento criminal; altera o Decreto-Lei nº 2.848, de 7 de dezembro de 1940 (Código Penal); revoga a Lei nº 9.034, de 3 de maio de 1995; e dá outras providências*. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2013/lei/l12850.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/l12850.htm). Acesso em: 20 out. 2021.

\_\_\_\_\_. Lei nº 13.303, de 30 de junho de 2016. *Dispõe sobre o estatuto jurídico da empresa pública, da sociedade de economia mista e de suas subsidiárias, no âmbito da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios*. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2016/lei/l13303.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/l13303.htm). Acesso em: 18 fev. 2022.

\_\_\_\_\_. Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021. *Lei de Licitações e Contratos Administrativos*. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2021/lei/L14133.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14133.htm). Acesso em: 20 out. 2021.

CONSELHO ADMINISTRATIVO DE DEFESA ECONÔMICA – CADE. *Guia de Combate a cartéis em licitação*. 2019. Disponível em: <<https://cdn.cade.gov.br/Portal/centrais-de-conteudo/publicacoes/guias-do-cade/guia-de-combate-a-carteis-em-licitacao-versao-final-1.pdf>>. Acesso em: 17/10/22.

EUROPEAN COMMISSION. *Practical Guide – Quantifying Harm in Actions for Damages Based on Breaches of Article 101 or 102 of the Treaty on the Functioning of the European Union*. European Commission, Brussels, Belgium, 2013.

FRIEDMAN, L. A competitive-bidding strategy. *Operations Research*, 4(1), p.104-112, 1956.



GALLO, J. A computerized approach to detect collusion in the sealed-bid market. *Antitrust Bulletin*, 22(3): 593-619, 1977.

HARRINGTON, J. E. . *Behavioral Screening and the Detection of Cartels*. In C. Ehlermann & I. Atanasiu (Eds.). *European Competition Law Annual: 2006: Enforcement of Prohibition of Cartels*, pp. 51–68. London: Hart Publishing, 2006.

HOWARD, J. H.; KASERMAN, D. Proof of damages in construction industry bid-rigging cases. *Antitrust Bulletin* 34(2): 359-394, 1989.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE . *Você sabia?* 2022. Disponível em: < <http://inpe.br/webelab/homepage/menu/el.atm/perguntas.e.respostas.php>>. Acesso em: 23/01/22.

LANZILLOTI, R. F. Coming to Terms with Daubert in Sherman Act Complaints: A Suggested Economic Approach. *Nebraska Law Review* 77(1):83-131, 1998.

\_\_\_\_\_. Collusion/competition: A new learning? *The Antitrust Bulletin*, 62(3): 591-602, 2017.

LIMA, M. C. *et al.* Inferring about fraudulent collusion risk on Brazilian public works contracts in official texts using a Bi-LSTM approach. In: *The 2020 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing, 2020, On-line. Findings on The 2020 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing*. p. 1580-1588, 2020..

MILGROM P. . Auctions and bidding: A primer. *Journal of Economic Perspectives*, 3(3): 3–22, 1989.

MINISTÉRIO DA ECONOMIA. *Painel de Obras*. 2022. Disponível em: <<https://paineldeobras.economia.gov.br/extensions/painel-obras/painel-obras.html>>. Acesso em: 06/02/22.

MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL. *Denúncia oferecida nos Autos nº 5030591-95.2016.4.04.7000 (Pedido de Busca e Apreensão) e nº 5046120-57.2016.4.04.7000 (Ação Penal, 2018)*. Disponível em: <<https://www.mpf.mp.br/grandes-casos/lava-jato/entenda-o-caso/curitiba/acoes/acao.2019-12-06.8221846179/denuncia/arquivo>>. Acesso em: 16/10/22.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Reference Manual on Scientific Evidence: Third Edition*. Washington, DC: The National Academies Press, 2011.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT – OECD. Prosecuting Cartels without Direct Evidence of Agreement. *OECD Journal: Competition Law and Policy*, 9(3), 2009.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO – OCDE (2021). *Combate a cartéis em licitações no Brasil: Uma revisão das Compras Públicas Federais*. Disponível em: <<https://www.oecd.org/competition/fighting-bid-rigging-in-brazil-a-review-of-federal-public-procurement.htm>>. Acesso em: 20 out. 2021.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. *Convenção das Nações Unidas Contra a Corrupção*. 2007. Disponível em: <[https://www.unodc.org/documents/lpo-brazil//Topics\\_corruption/Publicacoes/2007\\_UNCAC\\_Port.pdf](https://www.unodc.org/documents/lpo-brazil//Topics_corruption/Publicacoes/2007_UNCAC_Port.pdf)>. Acesso em: 17/10/22.

PORTER, R. H.; ZONA, J. D. Detection of Bid Rigging in Procurement Auctions. *Journal of Political Economy*, 101(3): 518-538, 1993.

RUBINFELD, D. L.; STEINER, P. O. Quantitative Methods in Antitrust Litigation. *Law and Contemporary Problems*, 46(4): 69-141, 1983.

SANTOS, F. B.; SOUZA, K. R. . *Como combater a corrupção em licitações: detecção e prevenção de fraudes*. 3.ed. rev. ampl. e atual. Belo Horizonte: Fórum, 2020.

SIGNOR, R. *et al.* Detecção e Materialização de Conluio em Licitações de Obras Públicas. *Revista Brasileira de Ciências Policiais*, 11(3): 113-180, 2020.

SIGNOR, R.; LOVE, P. E. D.; IKA, L. A. White Collar Crime: Unearthing Collusion in the Procurement of Infrastructure Projects. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 69(5): 1932-1943, 2022.

SIGNOR, R.; BALLESTEROS-PÉREZ, P.; LOVE, P. E. D. Collusion Detection in Infrastructure Procurement: A Modified Order Statistic Method for Uncapped Auctions. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 70(2): 464-477, 2023.

VALLIM, J. J. C. B. *Engenharia forense: metodologias aplicadas na Operação Lava-Jato*. Curitiba, PR: Juruá, 2018.

\_\_\_\_\_. *Uso do modelo de raciocínio baseado em casos para monitoramento de conluio em licitações de obras de pavimentação urbana*. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná,

Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de  
Produção. 177p., 2020.

INFORMAÇÕES ADICIONAIS E DECLARAÇÕES DE AUTORIA  
(integridade científica)

*Declaração de conflito de interesse:* A autoria confirma não haver conflitos de interesse na condução desta pesquisa e na redação deste artigo.

*Declaração de autoria:* Todos e apenas os pesquisadores que atendem os requisitos de autoria deste artigo são listados como autores; todos os coautores são integralmente responsáveis por este trabalho em sua totalidade.

*Declaração de originalidade:* A autoria assegura que o texto aqui publicado não foi previamente divulgado em qualquer outro local e que a futura republicação apenas será feita com expressa referência desta publicação original; também atesta(m) que não há plágio de material de terceiros ou autoplágio.

COMO CITAR (ABNT BRASIL):

SIGNOR, Regis; TRAPP, Claudio Roberto; VALLIM, João José de Castro Baptista. *Quanta sorte é muita sorte? Investigação de fraudes em licitações de obras públicas utilizando estatística e probabilidade*. **REVISTA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS POLICIAIS**, Brasília, Brasil, v. 15, n. 1, p. 53-76, jan.-abr. 2024.



ESTA OBRA ESTÁ LICENCIADA COM UMA LICENÇA CREATIVE COMMONS ATRIBUIÇÃO - NÃOCOMERCIAL 4.0 INTERNACIONAL.