

Detecção de figurantes em pregões eletrônicos do governo federal brasileiro

Rômulo Roseo Rebouças

Universidade Católica de Brasília, Email: romulo.roseo@gmail.com

Hércules Antonio do Prado

Universidade Católica de Brasília, Email: hercules@ucb.br

Edilson Fernalda

Universidade Católica de Brasília, Email: eferneda@pos.ucb.br

Remis Balaniuk

Universidade Católica de Brasília, Email: remis@ucb.br

Resumo

Em 2002, o Governo Federal Brasileiro instituiu o pregão eletrônico, prática com características inversas à do leilão, onde o pregoeiro deseja comprar e busca entre os participantes aqueles que oferecem o produto ou serviço pelo menor preço. Embora tal prática tenha, de fato, levado a ganhos nas compras governamentais, é reconhecido que o processo sofre ataques de fraudadores. Um dos agentes que mais tem interferido neste processo é o figurante, que se posiciona como um legítimo vendedor e atua anonimamente num pregão eletrônico visando influenciar os resultados. A atuação de figurantes tem causado significativos prejuízos a vendedores e compradores. O pregão eletrônico do Governo Brasileiro tem sua base informatizada no sistema Comprasnet. Este artigo apresenta resultados relativos a um estudo sobre a detecção de figurantes em pregões eletrônicos do sistema Comprasnet. É proposto um conjunto de indicadores de situações suspeitas em um pregão de modo a subsidiar os órgãos fiscalizadores na detecção de irregularidades nesta modalidade licitatória. Resultados experimentais são apresentados de modo a validar os indicadores propostos.

Palavras-chave: Pregão eletrônico. Identificação de figurantes. Comprasnet. Indicadores.

1 INTRODUÇÃO

O advento da Internet impactou significativamente na forma como sistemas de informação são estruturados e utilizados, levando a que grande parte das atividades comerciais, como a compra e venda de produtos e serviços, passe cada vez mais corriqueiramente a ser realizada por meio de sistemas *online*. Essa crescente informatização da sociedade contemporânea acarreta a emergência de problemas de segurança tanto de natureza computacional quanto comportamental (MARCIANO e LIMA-MARQUES, 2006). Essa informatização expõe os usuários a fragilidades e riscos que devem ser mitigados. No Brasil, a iniciativa da inclusão digital através do Programa Sociedade da Informação apontava como essencial o tema “segurança” como base para os serviços oferecidos pelo governo (TAKAHASHI, 2000). Esse programa apontava a grande preocupação com a segurança da informação no âmbito dos serviços do Governo Federal.

Tal preocupação permanece relevante em sistemas como o Comprasnet (www.comprasnet.gov.br), que disponibiliza informações referentes às licitações e contratações feitas pelo Governo Federal Brasileiro. Nesse sistema, todas as fases do processo licitatório na modalidade de pregão eletrônico são visíveis à comunidade e podem ser acompanhadas em tempo real. É possível verificar os pregões em andamento, agendados ou encerrados, assim como os procedimentos relativos a licitações eletrônicas, lances efetuados e propostas vencedoras (SOUZA JÚNIOR e COSTA, 2008; OAB, 2008). O pregão eletrônico possui prática com características inversas à do leilão convencional, com diferenças nos

papéis dos participantes. Enquanto no leilão o leiloeiro oferece para venda um produto ou serviço buscando o maior preço entre os participantes, no pregão o pregoeiro deseja comprar um produto ou contratar um serviço e busca entre os participantes aquele que oferecer tal produto ou serviço pelo menor preço.

O Ministério do Planejamento evidencia ganhos econômico-financeiros para o serviço público em função da utilização da modalidade de licitação pregão eletrônico. Nos primeiros seis meses de 2008, esse tipo pregão no âmbito do serviço público gerou uma economia de 1,8 bilhões de reais. Foram utilizados R\$ 5,2 bilhões em contratações por pregão eletrônico, correspondendo a 75% do valor global em licitações de bens e serviços comuns (SOUZA JÚNIOR e COSTA, 2008). Apesar da importância dessa modalidade de compras públicas, não há, segundo declarações do alto escalão governamental (VAZ, 2011), instrumentos que auxiliem os pregoeiros na identificação de comportamentos suspeitos nesse contexto.

Neste trabalho são propostos mecanismos para a identificação de comportamentos suspeitos, em particular os figurantes. Um figurante pode ser visto como um agente que se posiciona como um legítimo comprador ou vendedor e, por meio de seus lances, busca influenciar os preços de itens em leilões ou pregões *online*, fazendo com que os outros participantes sejam afetados por uma visão distorcida de sua evolução. Isto faz com que o comprador ou o vendedor venham a ser prejudicados nesta negociação, na oferta ou na aquisição de produtos ou serviços.

Não foram encontrados, na literatura, trabalhos relevantes sobre a identificação de figurantes em pregões eletrônicos. Entretanto, diversos trabalhos (DONG, SHATZ e XU, 2009a; TREVATHAN e READ, 2006; TREVATHAN, 2009; BHARGAVA, JENAMANI e ZHONG, 2005; FORD, XU e VALOVA, 2010; MAMUN e SAMIRA, 2013; TSANG *et al.*, 2014; TSANG, 2014, BANGCHAROENSAP *et al.*, 2015; SADAUI, WANG e QI, 2015) apontam características e comportamentos em licitações da modalidade leilão *online*. Nesses trabalhos, essas características e comportamentos são explorados com a finalidade de dar suporte à análise de detecção de figurantes, tais como: (i) a duração do leilão – quanto mais longo um leilão, mais fácil a atuação do figurante para a realização de manipulações de valores; (ii) o tempo entre os lances – intervalos entre lances e suas frequências podem diferir do padrão de lances de um participante normal; (iii) a frequência de participação em leilões; (iv) a quantidade de lances dados pelo participante no leilão e (v) a diferença de valores entre o lance corrente e o lance dado pelo concorrente imediatamente anterior.

Visando apontar possibilidades de fraudes em transações realizadas em pregões eletrônicos, este artigo apresenta um modelo para a identificação de figurantes a partir de informações disponibilizadas pelo Ministério do Planejamento, em seu portal Comprasnet. Inspirou-se, para isso, nas características e comportamentos relacionados com a atuação de figurantes em leilões *online*. Características já mapeadas em relação aos figurantes nos processos de leilões *online*, bem como as soluções sugeridas por pesquisadores considerando a sua atuação, oferecem embasamento para o desenvolvimento de conceitos, descoberta de características e controles em pregões eletrônicos. Isso encoraja o desenvolvimento de mecanismos de controle que possam gerar ganhos quanto a segurança e transparência nos processos de pregão eletrônico.

Este artigo está organizado da seguinte maneira. Na seção 2 são apresentados os elementos contextuais envolvidos neste trabalho de pesquisa. A abordagem metodológica empregada é apresentada na seção 3. Na seção 4 é apresentado o modelo proposto para a identificação de figurantes em pregões eletrônicos e na seção 5 os procedimentos e resultados de sua avaliação. Finalmente, na seção 6, a título de conclusão, são apresentadas reflexões sobre os resultados alcançados e sugestões de desdobramentos deste trabalho.

2. O CONTEXTO DA PESQUISA

2.1 Pregão eletrônico no governo brasileiro

O pregão eletrônico surgiu pela necessidade em habilitar os sistemas de compras e serviços governamentais em uma arquitetura voltada para a Internet. No governo brasileiro, sua viabilização é garantida pela Lei 8.666 (BRASIL, 1993), de 21 de junho de 1993, pela Lei 10.520 (BRASIL, 2002), de 17 de julho de 2002, e pelo Decreto 5.450 (BRASIL, 2005), de 31 de maio de 2005.

A Lei 10.520, estabelece que a aquisição de bens e serviços comuns pelo serviço público pode se valer da licitação na modalidade de pregão. Estabelece ainda que o pregão poderá ser feito com recursos de tecnologia da informação (BRASIL, 2002). No Brasil, o pregão eletrônico foi adaptado pela administração pública brasileira a partir do sistema de leilão *online* holandês, no qual o leiloeiro oferece o bem por um preço alto e vai reduzindo até que alguém se disponha a comprá-lo (REZENDE *et al.*, 2007).

Um pregão eletrônico caracteriza-se por ser uma modalidade de licitação passível de realização quando a disputa pelo fornecimento de bens ou serviços comuns for feita à distância e em sessão pública, por meio de sistema que promova a comunicação pela Internet. Nesta modalidade de compras ocorre a explicitação da “disposição a receber” pelos participantes a partir do fornecimento de produtos ou serviços, vencendo aquele que ofertar o menor preço. No caso brasileiro, o pregão eletrônico é operacionalizado pela Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, provedora do sistema eletrônico para os órgãos integrantes do Sistema de Serviços Gerais (SISG). O sistema que dá o suporte ao processo é o Portal de Compras do Governo Federal (Comprasnet) (BRASIL, 2005).

2.2 Fraudes no pregão eletrônico do governo brasileiro

A ocorrência de fraudes em pregões eletrônicos no âmbito governamental é citada por Souza Júnior e Costa (2008), que reconhece ser o governo federal o maior comprador de produtos e serviços. Em 2007, as despesas em compras e contratação de serviços da Administração Pública Federal por meio de licitações foram de aproximadamente 25 bilhões de reais. O montante de negociações em pregões eletrônicos atingiu o patamar de 16,5 bilhões de reais, sendo considerada a principal modalidade licitatória utilizada pelo governo federal. No primeiro semestre de 2007, cerca de 7 bilhões de reais foram licitados e em torno de 10 mil processos licitatórios foram realizados, entre concorrências, pregões (eletrônico e presencial), tomadas de preços, convites e concursos.

Hage (2009), em trabalhos de investigação realizados junto à Controladoria-Geral da União (CGU), menciona que várias modalidades de fraudes foram detectadas em compras licitadas pela União nos últimos quatro anos. Suas ocorrências estão mapeadas em setores econômicos, regiões, órgãos e vários ramos de atividade e abrangem contratos que somam 5,75 bilhões de verbas públicas. Relato da Ordem dos Advogados do Brasil (OAB, 2008) menciona que, apesar da implantação do pregão eletrônico nas licitações públicas, algumas irregularidades relacionadas ao superfaturamento e à combinação prévia de licitantes são praticadas na realização de concorrências. Para combater este problema, órgãos fiscalizadores de gastos públicos, como o Tribunal de Contas da União (TCU), empenham-se em dar maior suporte aos licitantes que se sentem prejudicados neste processo. No relato, a OAB observa que “a evolução do número de medidas cautelares adotadas pelo Tribunal que envolvem a suspensão de licitações demonstra a fragilidade da tecnologia mais utilizada pelo governo federal - o pregão eletrônico”.

Vaz (2011) cita que, no Brasil, empresas fornecedoras utilizam programas de computador para fraudar os pregões eletrônicos, mas que, no entanto, o Ministério do Planejamento admite que ainda não logrou êxito no combate a esta prática em sua totalidade.

Os programas de computador são considerados espíões não autorizados pelo governo e são conhecidos como robôs eletrônicos. Eles estão sendo utilizados para realizar lances automáticos, em fração de segundos, com a finalidade de manter sempre o menor preço, criando uma situação artificial que beneficie o autor da fraude. Afirma ainda que o TCU considera esta prática uma irregularidade grave por ferir o princípio da isonomia.

2.3 Identificação de figurantes

Em que pesem as diferenças entre pregão e leilão, o comportamento fraudulento possui importantes similaridades. Por essa razão, e ainda considerando a escassez de propostas de solução para a identificação de figurantes em pregões eletrônicos, foram utilizadas neste trabalho as contribuições encontradas na literatura sobre identificação de figurantes em leilões eletrônicos.

Sistemas de leilões *online* devem estar habilitados a atuar de maneira segura e em condições de oferecer aos seus usuários, compradores e vendedores, serviços confiáveis com a devida proteção contra fraudes. Nesse sentido, cabe ressaltar que:

- Os leilões *online* estão em primeiro lugar em ocorrências de fraude na Internet (SHAH, JOSHI e WURMAN, 2002);
- O tipo de fraude em leilão *online* com maior incidência é aquele que acontece com a atuação de figurantes (SHAH, JOSHI e WURMAN, 2002);
- Apesar dos vários estudos realizados e melhorias implementadas em segurança para os sistemas de leilões *online* contra a atuação de figurantes, estes sistemas ainda não são considerados totalmente confiáveis e à prova da interferência de figurantes (DONG, SHATZ e XU, 2009a);
- Segundo as pesquisas e levantamentos realizados pelas instituições de controle com relação a fraudes no segmento de leilões *online*, o prejuízo decorrente da atuação de figurantes ainda é bastante significativo (DONG, SHATZ e XU, 2009a).

O figurante é uma pessoa que se posiciona como sendo um legítimo comprador que age no intuito de que o preço do item do leilão aumente cada vez mais (DONG, SHATZ e XU, 2009a; TREVATHAN E READ, 2006; WANG, HIDVÉGI e WHINSTON, 2001). Bhargava, Jenamani e Zhong (2005) definem figurante como um cúmplice que se comporta como um participante entusiasta que incentiva outros participantes (compradores e jogadores) a continuar no leilão. Desta forma, geralmente, os figurantes atuam elevando o preço, mas sempre evitando vencer os leilões. Durante o estágio final do leilão, se um figurante der um lance com uma diferença muito alta, o preço pode desestimular outros participantes e o figurante correrá o risco de vencer o leilão (DONG, SHATZ e XU, 2009a).

O figurante pode estar associado com o vendedor, como um amigo ou um membro da família, ou ser o próprio vendedor que se posiciona como um legítimo comprador sob uma identidade falsa no leilão *online* (DONG, SHATZ e XU, 2009a). Os compradores podem não estar cientes de tal prática do vendedor e acreditam estar participando de um leilão livre de vícios, quando na realidade existe uma dinâmica direcionada de ajustes de preços do produto ofertado.

Segundo Dong, Shatz e Xu (2009a), em leilões *online* do tipo inglês, um participante que dá lances com valor muito superior aos lances anteriores pode ser considerado um possível figurante. Outro comportamento suspeito são incidências de lances maiores do que um participante normalmente dá no leilão. Em geral, a média percentual de lances feita pelo figurante é maior do que a dos legítimos participantes. Os autores observaram ainda que a quantidade de lances realizados por figurantes na fase inicial dos leilões é pequena e que o mesmo tende a atuar com um número reduzido de vendedores, normalmente um ou dois.

Estudos de detecção de fraudes em leilões *online* realizados por Shah, Joshi e Wurman (2002) relacionam as seguintes características como indicadores de comportamento de figurantes: (i) alta associação entre um vendedor e um comprador, ou com uma aliança de compradores; (ii) a frequência de leilões que o figurante geralmente ganha é muito pequena; (iii) um figurante com comportamento agressivo ocasionalmente pode ganhar um leilão, mas desde que ele esteja trabalhando de forma combinada com o vendedor; (iv) os lances de um figurante podem ser significativamente altos se comparados com os preços praticados no leilão; (v) o figurante evita dar lances nos últimos segundos do leilão para não correr o risco de vencer e permitir que os reais compradores tenham tempo suficiente para cobrir a oferta.

Trevathan e Read (2006; 2007) mencionam importantes características para a identificação de figurantes em leilões *online*: (i) em geral, o figurante dá lances exclusivamente em leilões para um vendedor em particular; (ii) a frequência de lances do figurante tende a ser alta; (iii) o figurante possui poucos ou nenhum leilão vencido; (iv) o figurante dá lances em curto espaço de tempo logo após legítimos lances; (v) em geral, o figurante lança um mínimo de valor requerido com relação ao lance imediatamente anterior; e (vi) o objetivo do figurante é estimular o leilão, tendendo, assim, a dar mais lances na fase inicial para induzir lances dos demais participantes. O Quadro 1 contém os indicadores propostos pelos autores citados.

Indicadores	Descrição
α (<i>Alpha</i>)	Indica a proporção de leilões não ganhos de um participante entre todos os leilões de um vendedor.
β (<i>Beta</i>)	Indica a média percentual de lances que um participante realizou em todos os leilões dos quais ele participou.
γ (<i>Gamma</i>)	Indica a proporção de leilões ganhos por um participante.
δ (<i>Delta</i>)	Indica a média de tempo dos lances de um participante em todos os leilões em que ele atuou.
ε (<i>Epsilon</i>)	Indica a média dos incrementos de valor dos lances do participante com relação aos lances anteriores.
ζ (<i>Zeta</i>)	Indica a média dos intervalos de tempo entre o primeiro lance do participante e o encerramento de cada leilão.

Quadro 1 – Lista de indicadores propostos por Trevathan e Read (2006).

Mamun e Samira (2013) consideram os pontos fortes e fracos de trabalhos existentes sobre o combate à licitação com a atuação de figurantes em leilão *online* e propõem uma arquitetura de software com a finalidade de rastrear tais comportamentos em busca de maior garantia e proteção desses sistemas. Yu e Lin (2013) utilizaram como fonte de análise de identificação de figurantes as redes sociais produzindo características de comportamento e transformando-as em recursos para o uso de regras *fuzzy* com a finalidade de representar regras de detecção de figurantes. Para otimizar esse processo usou como suporte algoritmos genéticos na construção do modelo de detecção de fraudes. Tsang (2014) desenvolveu estudos com a abordagem de técnicas de aprendizado supervisionado para detectar comportamentos suspeitos em leilões comerciais. A finalidade foi a de confrontar resultados a partir de uma base de dados sintética gerada com agentes artificiais para demonstrar comportamentos fraudulentos, e desenvolver modelos de classificação correspondentes para a detecção desses comportamentos. Bangcharoensap *et al.* (2015) propõem um modelo para detecção de figurantes baseado em uma representação do conjunto de participantes de uma licitação como uma rede social, representada por um grafo, no qual a noção de centralidade é utilizada para separar possíveis fraudadores de participantes legítimos. Sadaoui, Wang e Qi (2015) propõem uma plataforma de monitoramento de leilões *online* para detecção de comportamentos suspeitos de fraude.

O Quadro 2 é um resumo das características e comportamentos de figurantes que constam da literatura pesquisada.

Tipo	Descrição	Fonte
Cético	Lança várias vezes, mas lança valores com pequenos incrementos a curto espaço de tempo em relação ao lance anterior.	– Trevathan e Read, 2006 – Bhargava, Jenamani e Zhong, 2005
Lances automáticos	O participante especifica um limite máximo para o lance no leilão e autoriza o sistema do leilão a realizar lances automáticos quantas vezes forem necessárias até atingir o seu limite máximo especificado.	– Trevathan e Read, 2006
Lance tardio	Lança nos últimos segundos, não deixando tempo suficiente para que outros participantes possam realizar mais lances. Este figurante tem por objetivo evitar que o item seja vendido por um preço abaixo do esperado.	– Trevathan e Read, 2006 – Bhargava, Jenamani e Zhong, 2005
Lance desmascarado	Lança várias vezes em pequenos períodos de tempos com o propósito de aumentar o lance máximo.	– Trevathan e Read, 2006 – Bhargava, Jenamani e Zhong, 2005

Lance avaliador	Lança apenas uma vez um valor alto no início do leilão, por exemplo, para sinalizar o preço reserva do produto.	– Trevathan e Read, 2006 – Bhargava, Jenamani e Zhong, 2005
Lance de figurante	Realização deliberada de lances de um participante artificial com a finalidade de direcionar o aumento do valor do item do leilão.	– Trevathan e Read, 2006 – Bhargava, Jenamani e Zhong, 2005 – Mamun e Samira, 2013 – Tsang et al., 2014 – Tsang, 2014
Lance consorciado	São comportamentos fraudulentos que podem ser praticados em leilões do tipo <i>primeiro preço com lance fechado e segundo preço com lance fechado</i> , também conhecido como leilão Vickrey.	– Dong, Shatz e Xu, 2009a – Bhargava, Jenamani e Zhong, 2005
Lances múltiplos	Os lances são conduzidos por vários participantes. Com uma grande quantidade de lances com identidades diferentes, os compradores desencorajam outros participantes e o vencedor adquire o item por um preço baixo.	– Trevathan e Read, 2007 – Mamun e Samira, 2013 – Yu e Lin, 2013
Lances em aliança	São conduzidos por vários participantes. Estes participantes possuem acordo para não competir entre si, evitando lances concorrentes para aumentar o preço, com a finalidade de vencer o leilão com um valor muito baixo.	– Trevathan e Read, 2007 – Ford, Xu e Valova, 2010 – Mamun e Samira, 2013 – Yu e Lin, 2013
Lance para compra de volta	O vendedor desfaz a venda, bancando o valor máximo do item, e volta atrás com relação à sua venda. O objetivo é vendê-lo em outra oportunidade.	– Trevathan e Read, 2006

Quadro 2 – Tipos de comportamento de figurantes em leilões convencionais.

3. ABORDAGEM METODOLÓGICA

3.1 Caracterização da pesquisa

O desenvolvimento desta pesquisa seguiu os seguintes passos. Inicialmente, foi realizado um estudo preliminar que mostrou a pertinência em se utilizar os critérios para detecção de figurantes em leilões como ponto de partida no contexto de pregões eletrônicos. Nesse sentido, utilizou-se como principal referência o trabalho de Trevathan e Read (2006). Em seguida, foram identificadas as características de comportamento de figurantes próprias dos pregões eletrônicos e definido um sistema de indicadores que refletisse tais comportamentos. Buscou-se, então, os dados disponíveis que pudessem alimentar esse sistema de indicadores. Logo após, esse sistema foi detalhado conceitualmente, com a especificação dos procedimentos para o cálculo dos indicadores. Uma vez implementados os procedimentos de cálculo dos indicadores, um processo de calibragem desses indicadores foi realizado no sentido de representar os comportamentos de cada tipo de figurante.

A validação do modelo proposto teve de contornar a indisponibilidade de uma base real de casos de figurantes detectados. Assim, analogamente ao trabalho de Tsang (2014), foi construída uma base sintética de ocorrências em pregões eletrônicos na qual foram incluídos casos artificiais de figurantes dos tipos Coelho e Sombra. Estes tipos de figurantes foram escolhidos pelo fato de envolverem praticamente a totalidade dos indicadores. Além disso, houve interesse em analisar comportamentos considerados opostos do ponto de vista de permanência do participante até o final da licitação. Ou seja, o Coelho busca vencer o pregão enquanto que o Sombra encerra sua participação antes do final do pregão.

A base de dados permitiu uma análise da efetividade dos indicadores propostos. É importante ressaltar que os procedimentos de cálculo dos indicadores e os de geração da base de figurantes artificiais foram totalmente independentes, de forma a garantir que os testes refletissem a qualidade dos indicadores.

3.2 Fontes de dados

Esta pesquisa foi realizada utilizando-se como fonte de informações o sistema Comprasnet. As informações selecionadas referem-se ao período entre janeiro de 2005 e 17 de maio de 2010, correspondendo a 7.851.832 lances de empresas fornecedoras. A estrutura das tabelas utilizadas é mostrada no Quadro 3. Os dados destas tabelas serviram de base para o cálculo dos indicadores propostos neste trabalho.

Tabela	Atributo	Tipo	Descrição
Atributos chave *	codlicitante	Inteiro	Código do órgão licitante
	codpregao	Inteiro	Código do pregão
	coditempregao	Inteiro	Código do item do pregão
DADOS _LEILAO	datainicio	Data/hora	Data de início do pregão
	dataencer	Data/hora	Data de encerramento do pregão
	dataiminenciaencer	Data/hora	Data iminência de encerramento do pregão
PARTIC _LEILAO	Cnpj	Alfanumérico	Código Nacional de Pessoa Jurídica
	cliente_id	Alfanumérico	Identificação da empresa fornecedora
	Indvenc	Alfanumérico	Indicador se a empresa venceu o pregão ou não
LANCES	Numlanc	Inteiro	Número de lance do pregão
	Cnpj	Alfanumérico	Código Nacional de Pessoa Jurídica
	cliente_id	Alfanumérico	Identificação da empresa fornecedora
	Datalance	Data/hora	Data e hora do lance
	Valorlance	Numérico	Valor do lance
	Indlance	Alfanumérico	Indicador se a empresa venceu e desistiu do pregão

* Atributos comuns às três tabelas.

Quadro 3 – Dados selecionados a partir do sistema Comprasnet.

4. MODELO PROPOSTO

A partir das transações realizadas no pregão eletrônico do sistema Comprasnet, verificou-se a existência de padrões de participantes que apresentavam comportamentos com evidências que poderiam ser correlacionadas aos tipos de comportamento de figurantes de leilões convencionais elencados no Quadro 2. Por exemplo, foram verificados casos com alta frequência de lances com valores que apresentam diferenças mínimas comparadas a de lances imediatamente anteriores. Essa característica é indicativa de um figurante cético. Outro exemplo seria o comportamento no qual um participante realiza lances buscando sempre bom posicionamento no *ranking* do pregão com um intervalo de tempo pequeno em relação ao seu concorrente. Essa característica pode estar associada a um mecanismo que gera lances automáticos.

Para cada comportamento de figurante relacionado no Quadro 2 foi analisada a possível associação a figurantes no pregão eletrônico. Destacou-se, no decorrer da análise realizada, a necessidade de delinear o participante que entra no pregão apenas para marcar presença, e às vezes, não realiza lances. A literatura não caracteriza esse comportamento como figurante. No entanto, esse comportamento pode levar à falsa impressão de concorrência, ferindo o normativo brasileiro (BRASIL, 2000), que rege licitações na modalidade pregão. Nesse trabalho, esse tipo de comportamento foi denominado Sombra. Em função das particularidades dos pregões e dos tipos de figurantes em pregões, novos indicadores precisaram ser definidos (Quadro 4).

Indicadores	Descrição
α' (<i>Alpha Linha</i>)	Indica a proporção de pregões em que o participante atuou considerando todos os órgãos licitantes.
ζ' (<i>Zeta Linha</i>)	Indica a média dos intervalos de tempo entre o último lance do participante e o encerramento do pregão.
Ω (<i>Ômega</i>)	Indica participante que vence a concorrência, mas desiste no momento de sua adjudicação.

Quadro 4 – Indicadores propostos.

Verificou-se que alguns indicadores poderiam ser combinados para dar significado à identificação do comportamento de figurante no pregão eletrônico do sistema Comprasnet. A adaptação dos conceitos relativos aos comportamentos em leilões, assim como os indicadores propostos para a sua captura (TREVATHAN e READ, 2006), para pregões é apresentada no Quadro 5. As intensidades dos indicadores para cada comportamento são também apresentadas.

Tipo	Descrição	Indicador	Intensidade
Cético	O participante lança várias vezes, com valores mínimos, em curto espaço de tempo.	ε (<i>Epsilon</i>)	Alta
Lances automáticos	O participante realiza lances buscando ficar sempre em uma determinada posição do <i>ranking</i> . Realiza lances com intervalo de tempo pequeno em relação ao concorrente anterior. Neste trabalho este figurante é caracterizado como Robô.	δ (<i>Delta</i>)	Alta
Lance tardio	O participante lança nos últimos segundos do pregão, não deixando tempo suficiente para que outros participantes possam realizar lances.	ζ (<i>Zeta</i>)	Baixa
Lance desmascarado	O participante lança várias vezes em pequenos períodos de tempo com o propósito de reduzir o valor do item ao máximo.	δ (<i>Delta</i>) ε (<i>Epsilon</i>)	Alta Alta
Lance avaliador	O participante diminui o valor do lance logo no início do pregão desestimulando os outros concorrentes.	α (<i>Beta</i>) ζ (<i>Zeta</i>)	Baixa Alta
Lance de figurante	O participante realiza lances com a finalidade de manipular os preços, reduzindo-os. Para de dar lances próximo ao final do pregão para evitar vencê-lo.	α (<i>Alpha</i>) β (<i>Beta</i>) γ (<i>Gamma</i>) ζ' (<i>Zeta Linha</i>)	Alta Alta Alta Baixa
Lance para compra de volta (Coelho)	De forma similar ao figurante de leilão, este realiza lances seguidamente, todavia seu objetivo é baixar os preços de forma irreal para desestimular os demais participantes e ganhar o pregão. Após ganhar, desiste, beneficiando possivelmente o seu cúmplice. Neste trabalho este figurante foi denominado Coelho.	β (<i>Beta</i>) δ (<i>Delta</i>) ε (<i>Epsilon</i>) ζ (<i>Zeta</i>) Ω (<i>Ômega</i>)	Alta Alta Baixa Alta Alta
Sombra	O participante entra no pregão apenas para marcar presença, dando a falsa impressão de que há concorrência. Às vezes nem realiza lances. Este comportamento não possui referência na literatura pesquisada e foi aqui denominado como Sombra.	α' (<i>Alpha Linha</i>) β (<i>Beta</i>) γ (<i>Gamma</i>) ζ' (<i>Zeta Linha</i>)	Alta Baixa Alta Alta

Quadro 5 – Comportamentos ou estratégias do figurante em pregões eletrônicos e respectivos indicadores.

Mais especificamente, o Coelho possui as seguintes características: (i) realiza grande quantidade de lances, (ii) permanece até o final do pregão realizando lances em intervalos de tempo pequenos, (iii) baixa os preços de forma irreal e (iv) caso vença, pode desistir do processo de adjudicação. O Sombra, por sua vez, pode ser reconhecido pelas seguintes características: (i) a proporção de lances que ele realiza tende a ser baixa, evidenciando o interesse de apenas marcar presença no pregão sem a efetiva intenção de vencê-lo, (ii) ganha poucas vezes, (iii) em geral, não fica até o final do pregão. Ou seja, atua sempre com a finalidade de confundir os concorrentes distorcendo o andamento regular do certame.

Quanto aos indicadores, estes foram obtidos por meio de refinamento sucessivo a partir da análise da sua aderência ao comportamento que se queria identificar no pregão eletrônico. A seguir, são comentadas eventuais situações relacionadas aos indicadores *vis-à-vis* os comportamentos de figurantes em pregões:

- α : indica a proporção de pregões não ganhos de um participante entre todos os pregões de um licitante; aponta características do Lance de figurante.
- β : indica a média percentual de lances que um participante realizou em todos os pregões dos quais ele participou. Participantes que atingem cerca de 50% ou mais de lances em relação aos outros participantes têm chance de se aproximar dos comportamentos Lance de figurante ou Coelho.
- γ : indica a proporção inversa de pregões ganhos por um participante. Esse indicador pode contribuir na detecção de figurantes quando for necessário evidenciar se um determinado participante possui alta proporção de vitórias no pregão eletrônico. Auxilia na composição dos comportamentos Lance de figurante e Sombra.
- δ : indica a média de tempo dos lances de um participante em todos os pregões em que ele atuou. O indicador é importante para a detecção de figurantes com os comportamentos Robô, Lance desmascarado e Coelho.
- ε : indica a média dos incrementos de valor dos lances do participante com relação ao lance anterior em pregões em que ele não tenha obtido sucesso. Dada a característica de preços decrescentes no pregão eletrônico, foi necessário mudar o método original, calculando-se a diferença entre o valor do lance imediatamente anterior e o lance corrente. O indicador é importante para a detecção de participante com os comportamentos Cético, Lance desmascarado ou Coelho.
- ζ : indica em que momento do pregão um participante costuma dar seu primeiro lance. Observou-se que a maioria dos participantes atua de forma semelhante. Poucos participantes costumam dar lances no início do pregão, como também, poucos iniciam seus lances no final. Evidenciou-se que a maioria dos participantes (75%) entra após o transcurso dos 25% iniciais do tempo total do pregão. O indicador auxilia na análise de comportamentos Lance tardio, Lance avaliador e Coelho.
- α' : considera a atuação de um participante em um determinado órgão licitante comparada à sua participação em todos os outros órgãos em que ele participou; evidencia a presença de participantes atuando em poucos órgãos licitantes. Esse comportamento sugere que participantes podem estar realizando acordos no sentido de não competir entre si. A característica desta atuação deriva da tendência de participantes estarem mantendo “divisões de territórios” para se tornarem vendedores exclusivos de produtos ou serviços para um determinado órgão licitante. O indicador possui também a finalidade de mostrar a presença de participantes sem interesse em vencer o pregão, que possuem baixo ou nenhum indicativo de vitórias, atuando apenas com a finalidade de distorcer os preços da concorrência com o objetivo favorecer algum outro concorrente. Este indicador com intensidade alta sugere a atuação de figurante e pode colaborar na composição do comportamento Sombra.
- ζ' : verifica a posição relativa ao tempo de duração da licitação que o participante deixou de dar lances no pregão eletrônico. O interesse é identificar a espera máxima para um determinado participante iniciar sua atuação no pregão. Observou-se que poucos participantes encerram cedo os seus lances no pregão, como também poucos encerraram seus lances próximo do final do pregão. A maioria dos participantes deixou de dar lances no pregão entre os 20% e os 80% de sua duração. O indicador é importante para a detecção do figurante Sombra.

- Ω : indica os casos em que o participante venceu o pregão eletrônico, mas desistiu do compromisso de adjudicação no final do processo licitatório. Este indicador contribui na composição do comportamento Coelho.

Detalhes sobre os procedimentos de cálculo desses indicadores são apresentados por Rebouças (2011).

As fórmulas definidas para identificar figurantes no pregão eletrônico foram construídas tendo em vista seu comportamento esperado. Sabe-se, por exemplo, que um figurante do tipo Sombra tende a oferecer poucos lances e que o indicador β representa a quantidade de lances dados pelo participante. Assim, $(1 - \beta)$ representa em que grau um participante pode ser caracterizado como figurante. Quanto mais próximo de 1 for o valor de β , menos esse fator influenciará na caracterização de um figurante do tipo Sombra.

Para se calcular o escore de cada comportamento relacionado no Quadro 5, verificam-se os respectivos indicadores envolvidos e suas correspondentes intensidades. Deve-se considerar, para efeito de elaboração da fórmula, a seguinte regra: para os indicadores com intensidades consideradas altas, apenas inseri-los na fórmula somando-os, e quando o indicador for considerado baixo, considerar o seu complemento a 1. O Quadro 6 apresenta as fórmulas sugeridas para os comportamentos identificados. Note-se que: (i) os indicadores que fazem parte das fórmulas estão na escala de 0 a 1; e (ii) para manter coerência com os critérios adotados por Trevathan e Read (2006), todas as fórmulas foram construídas de modo que seus resultados variem de 0 a 10. Quanto mais próximo de 10 for o resultado, mais as características do participante se aproximam do comportamento do figurante associado à fórmula.

Comportamento	Fórmula para cálculo do escore (E)
<i>Cético</i>	$E_{Cético} = \epsilon \times 10$
<i>Lance automático/Robô</i>	$E_{Robô} = \delta \times 10$
<i>Lance tardio</i>	$E_{Lance\ tardio} = (1 - \zeta) \times 10$
<i>Lance desmascarado</i>	$E_{Lance\ desmascarado} = \left(\frac{\delta + \epsilon}{2}\right) \times 10$
<i>Lance avaliador</i>	$E_{Lance\ avaliador} = \left(\frac{(1 - \beta) + \zeta}{2}\right) \times 10$
<i>Lance de figurante</i>	$E_{Lance\ de\ figurante} = \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma + (1 - \zeta')}{4}\right) \times 10$
<i>Coelho</i>	$E_{Coelho} = \left(\frac{\beta + (1 - \epsilon) + \zeta + \Omega + \delta}{5}\right) \times 10$
<i>Sombra</i>	$E_{Sombra} = \left(\frac{\alpha' + \zeta' + (1 - \beta) + \gamma}{4}\right) \times 10$

Quadro 6 - Fórmulas de cálculo de escore para identificação de comportamento de figurantes.

5. VALIDAÇÃO DO MODELO

O modelo foi validado por meio de uma base de dados sintética na qual foram simulados os comportamentos do tipo Coelho e Sombra. Essa base foi criada a partir de uma

amostra, referente ao período de janeiro a maio de 2010, extraída do sistema Comprasnet com a retirada dos casos identificados como Coelho e Sombra.

A simulação foi realizada com um procedimento independente daquele utilizado na sua identificação na base de dados reais. Tal procedimento envolveu: (i) a identificação na base de dados reais de valores extremos para os escores de Coelho e Sombra, (ii) a criação de uma base de dados sem os casos com valores extremos, (iii) a geração de um conjunto de registros com os comportamentos indicativos de Coelho e de Sombra.

As distribuições de frequências apresentadas no Quadro 7 referem-se aos escores de Coelho e Sombra calculados com base nos dados do Sistema Comprasnet. Os valores extremos (*VEX*) foram definidos com base nos quartis da distribuição dos escores dos dois comportamentos considerados. *VEX* é calculado da seguinte forma:

$$VEX = Q_3 + 1,5 (Q_3 - Q_1)$$

onde Q_1 e Q_3 são os valores do primeiro e do valor do terceiro quartil da distribuição, respectivamente.

		Comportamento	
		Coelho	Sombra
Distribuição de frequência			
Boxplot			
Q_1	4,562	4,9470	
Q_3	5,920	6,4180	
VEX	7,957	8,6245	

Quadro 7 – Resultados obtidos.

Foram encontrados casos próximos aos dois *VEX*, evidenciando a presença de participantes com o comportamento do tipo Coelho e Sombra.

Para a geração da base de dados sintética foram selecionados os lances de 12 unidades licitantes com altos escores de Coelho e de Sombra calculados a partir dos dados do sistema Comprasnet. Foram retirados os lances de fornecedores cujos escores estavam acima do terceiro quartil (vide valores nos *boxplots* do Quadro 7). O objetivo deste filtro foi descaracterizar evidências de figurantes. Com a finalidade de dar maior uniformidade aos valores dos lances, foram expurgados da base de dados os lances com valor abaixo de 30% da média em relação aos seus valores praticados.

Após a realização do cálculo dos escores na base sintética de acordo com os algoritmos e procedimentos adotados para a base real do sistema Comprasnet, computou-se um total de 17.189 lances referentes aos figurantes Coelho e Sombra, de uma amostra de 143.443 lances referentes a 2.582 itens de pregões eletrônicos. A partir dos indicadores e escores calculados foi realizada a análise dos padrões para os figurantes Coelho e Sombra. O objetivo foi verificar a emergência desses comportamentos numa base de dados controlada e confrontar com os resultados apurados na base real.

O indicador ε , em particular, não foi considerado baixo o suficiente, como o esperado na composição do comportamento Coelho, o que justifica pelo fato de estar-se considerando neste indicador o intervalo de tempo entre a hora de iminência de encerramento do pregão e a sua hora de encerramento real. Observou-se que este período corresponde ao horário de pico, momento no qual ocorre a maior incidência de lances no pregão eletrônico. Nesse intervalo, as diferenças de valor entre o lance corrente e o lance imediatamente anterior são menores, pois para o concorrente com uma atuação normal, não é vantajoso baixar muito o preço final do pregão. Isto faz com que o valor do indicador ε , na maioria dos casos, torne-se mais baixo.

Apesar do indicativo de sensibilidade baixa de ε , verificou-se que os outros indicadores da composição do figurante Coelho obtiveram valores dentro das intensidades esperadas, não prejudicando, em demasia, o resultado final dos escores.

O VEX calculado para o comportamento Coelho na base sintética foi de 5,2. Observou-se a incidência de dezessete ocorrências acima desse valor, dos quais dez são figurantes do tipo Coelho. Isto significa que a simulação realizada na base sintética com esse tipo de figurante refletiu o resultado esperado.

Por sua vez, participantes com o perfil Sombra possuem a característica de evitar competir entre si, concentrando a sua atuação em poucos órgãos licitantes. A realização de lances por uma determinada empresa participante em vários pregões e em unidades licitantes diferentes faz com que o valor do indicador α' fique cada vez mais reduzido, enfraquecendo-o. Assim, para a geração de lances com o padrão Sombra foram utilizados apenas dois órgãos participantes na base sintética.

Como resultado, os indicadores da composição do figurante Sombra obtiveram valores dentro das intensidades esperadas. O VEX calculado para o escore Sombra foi de 8,4. Observou-se que, do total das 20 primeiras ocorrências, duas foram do figurante Sombra gerado artificialmente. Isto significa que, também para o comportamento Sombra, a simulação realizada na base sintética refletiu o comportamento esperado.

6. CONCLUSÃO

No Brasil, o pregão eletrônico no sistema Comprasnet fomenta negócios na ordem de milhões de reais todos os anos, e empresas fornecedoras de serviços e produtos podem estar utilizando este meio como oportunidade de realizar transações visando maiores lucros, às vezes de maneira ilícita.

Esta pesquisa oferece suporte para a detecção de indícios de atuação ilícita em pregões eletrônicos. Foram propostos indicadores e procedimentos, validados por meio de simulações, para a identificação de possíveis figurantes.

Tanto os indicadores adaptados quanto os propostos mostraram-se efetivos na captura dos comportamentos considerados. No caso do Coelho, foi necessário criar um indicador (Ω) para os casos em que o participante venceu o pregão, mas desistiu do seu compromisso de adjudicação no processo licitatório. Para o Sombra, foi necessário agregar um indicador (α') que considerasse a atuação dos participantes nos pregões, levando-se em conta todos os órgãos licitantes em que eles atuaram. Isto possibilitou avaliar a concentração ou não de lances em poucas unidades licitantes. Outro indicador (ζ') busca verificar o limite máximo de permanência do participante no pregão com a finalidade de melhor caracterizar o comportamento Sombra.

Com a finalidade de verificar se os procedimentos adotados para os comportamentos do tipo Coelho e Sombra no sistema Comprasnet eram razoáveis, foi criada uma base de dados sintética, gerando-se figurantes artificiais. Foram gerados lances para simular esses comportamentos e calcular seus respectivos escores. Comprovou-se o sucesso desse ensaio, mostrando que os figurantes artificiais foram, em todos os casos, evidenciados como tal. Desta forma, pôde-se observar a efetividade dos critérios e dos procedimentos propostos para a detecção do comportamento dos figurantes dos tipos aqui considerados.

Sugere-se que o processo de detecção de participantes com comportamentos suspeitos possa ser automatizado com o emprego dos indicadores propostos, de maneira a viabilizar os controles para o monitoramento de participantes suspeitos. Participantes com indícios de serem figurantes no pregão eletrônico do sistema Comprasnet são candidatos a processos investigativos por órgãos fiscalizadores. Os vínculos dessas empresas que possam emergir de futuras análises poderão ser foco de estudo para a verificação de possíveis conluios. Desta forma, o modelo proposto provê meios para apontar possíveis fragilidades que possam existir no processo licitatório dos pregões eletrônicos no âmbito do sistema Comprasnet.

Como trabalhos futuros, foram identificadas as seguintes possibilidades: (i) considerar procedimentos automáticos para a detecção de figurantes em pregões eletrônicos em tempo real; (ii) implementação de detecção de figurantes em pregões eletrônicos considerando-se operações de conluio; (iii) estudos mais aprofundados sobre os indicadores com base em modelos estatísticos com a finalidade de refino e aprendizado automático dos parâmetros envolvidos no processo; (iv) realização de estudos detalhados para outros comportamentos de figurantes.

Shill Detection in the Electronic Acquisitions of the Brazilian Federal Government

Abstract

In 2002, the Brazilian Federal Government established the electronic acquisition (EA), an inverse practice to that used in auctions, in which the auctioneer wants to buy and seeks among the participants those that offer the product or service at the lowest price. Although this practice has actually led to gains for the government in acquisitions, it is recognized that the process is vulnerable to attacks from fraudsters. A usual kind of fraud is the shilling that involves a participant, called shill, which pretends to be a legitimate seller and operates anonymously in the EA with the aim of influencing the results. The performance of a shill has caused significant losses to buyers and sellers. The EA from the Brazilian Government is implemented in a computational system called Comprasnet. This paper presents the results of a study on shill detection in EA that takes place in the context of Comprasnet system. A set of indicators is proposed to point suspicious situations in an EA, in order to subsidize regulatory agencies in the detection of irregularities in this bidding modality. Experimental results are presented to validate the proposed indicators.

Keywords: *Shill detection. Electronic acquisition. Comprasnet. Indicators.*

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi desenvolvido com o apoio da Corregedoria-Geral da União.

Referências

- BANGCHAROENSAP, P., et al. Two Step Graph-based Semi-supervised Learning for Online Auction Fraud Detection. In: BIFET, A., et al. (Eds). Machine Learning and Knowledge Discovery in Databases. **Lecture Notes in Computer Science**, vol. 9286, p 165-179, 2015.
- BHARGAVA, B.; JENAMANI, M.; ZHONG, Y. Counteracting shill bidding in online English auction. **International Journal of Cooperative Information Systems**, v. 14, n. 2-3, p. 245-263. 2005.
- BRASIL. 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. **Diário Oficial da União**, Brasília, 06 jul. 1993. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L8666compilado.htm>. Acesso em: 17 fev. 2014.
- _____. Decreto nº 3.555, de 08 de agosto de 2000. Aprova o Regulamento para a modalidade de licitação denominada pregão, para aquisição de bens e serviços comuns. **Diário Oficial da União**, Brasília, 09 ago. 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d3555.htm>. Acesso em: 31 jul. 2014.
- _____. Lei nº 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 União**, Brasília, 18 jul. 2002. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/2002/L10520.htm>. Acesso em: 20 fev. 2014.
- _____. Decreto nº 5.450, de 31 de maio de 2005. Regulamenta o pregão, na forma eletrônica, para aquisição de bens e serviços comuns, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 01 jun. 2005. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/decreto/d5450.htm>. Acesso em: 20 fev. 2014.
- DONG, F.; SHATZ, S. M.; XU, H. Combating Online In-Auction Fraud: Clues, Techniques and Challenges. **Computer Science Review**, v. 3, n. 4, p. 245-258, 2009a.
- _____. Inference of Online Auction Using Dempster-Shafer Theory. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION TECHNOLOGY: NEW GENERATIONS, 6., 27-29 April 2009, Las Vegas. **Proceedings...** IEEE Computer Society, 2009b. p. 908-914.
- FORD, B. J.; XU, H.; VALOVA, I. Identifying Suspicious Bidders Utilizing Hierarchical Clustering and Decision Trees. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE, 12-15 July 2010, Las Vegas. **Proceedings...** 2010. p. 195-201.
- HAGE, J. Desvio apurado pela CGU é de 7% do valor de compras da União. **Terra Magazine**, 5 nov. 2009. Disponível em: <<http://terramagazine.terra.com.br/interna/0,,OI4082193-EI6578,00-Desvio+apurado+pela+CGU+e+de+do+valor+de+compras+da+Uniao.html>>. Acesso em: 12 jan. 2013.
- JURETA, I., et al. Patterns for Agent Oriented e-Bidding Practices. **Lecture Notes in Computer Science**, v. 3682, p. 814-820, 2005.
- MARCIANO, J. L.; LIMA-MARQUES, M. O enfoque social da segurança da informação.

Ciência da Informação, vol. 35, n. 3, p. 89-98, 2006.

MAMUN, K.; SADAQUI, S. Combating shill bidding in online auctions. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION SOCIETY (i-Society), 24-26 junho 2013, Toronto, Canadá. **Proceedings...** Londres: Infonomics Society, 2013. p. 170-176.

ORDEM DOS ADVOGADOS DO BRASIL (OAB). **Apesar da tecnologia, fraudes são comuns nas licitações**. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/noticias/102178/apesar-da-tecnologia-fraudes-sao-comuns-nas-licitacoes>>. São Luis, Maranhão: OAB, 29 ago. 2008. Acesso em: 12 jan. 2011.

REBOUÇAS, R. R. **Detecção de figurantes em pregões eletrônicos do Governo Federal Brasileiro**. Dissertação (Mestrado em Gestão do Conhecimento e Tecnologia da Informação). Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2011.

REZENDE, I. A. C., et al. A eficácia dos Contratos de Serviços por Pregão (Leilões Reversos): Um Estudo nas Licitações Públicas de Serviços Continuados. In: CONGRESSO USP DE CONTROLADORIA E CONTABILIDADE, 7., 2007, **Anais...** São Paulo: USP, 2007.

SADAQUI, S.; WANG, X.; QI, D. A Real-Time Monitoring Framework for Online Auctions Frauds. **Lecture Notes in Artificial Intelligence**, v. 9101, p. 97-108, 2015.

SHAH, H. S.; JOSHI, N. R.; WURMAN, P. R. Mining for Bidding Strategies on eBay. **Lecture Notes in Artificial Intelligence**, v. 2703, p., 2002.

SOUZA JÚNIOR, M. A. de; COSTA, A. Licitações: 25 bilhões anuais sujeitos a fraudes. **Contas Abertas**, 22 ago. 2010. Disponível em: <<http://contasabertas.uol.com.br/WebSite/Noticias/DetalheNoticias.aspx?Id=2355>>. Acesso em: 12 jan. 2011.

TAKAHASHI, T. **Sociedade da informação no Brasil**: livro verde. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000.

TREVATHAN, J.; READ, W. **Detecting Shill Bidding in Online English Auctions**. James Cook University, 2006. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.61.7728&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 10 jan. 2011.

_____. Investigating Shill Behavior Involving Colluding Bidders. **Journal of Computers**, v. 2, n. 10, p. 63-75, 2007.

TREVATHAN, J. Detecting Shill Bidding in Online English Auctions. In: Gupta M.; Sharman, R. (Eds.). **Handbook of Research on Social and Organizational Liabilities in Information Security**. Hershey, PA: IGI Global, p. 446-470, 2009.

TSANG, S.; KOH, Y. S.; DOBBIE, G.; ALAM, S. Detecting online auction shilling frauds using supervised learning. **Expert Systems with Applications**, v. 41, p. 3027-3040, 2014.

TSANG, S. **Fraud Detection in Online Auctions**. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) - Department of Computer Science, The University of Auckland. Auckland, New Zealand, 2014.

VAZ, L. Golpe no pregão eletrônico. **ISTOÉ**, n. 2168, 27 maio 2011. Disponível em: <http://www.istoe.com.br/reportagens/139247_GOLPE+NO+PREGAO+ELETRONICO>. Acesso em: 7 ago. 2011.

WANG, W.; HIDVÉGI, Z.; WHINSTON, A. B. **Shill Bidding in English Auctions**. Working Paper. Disponível em: <http://oz.stern.nyu.edu/seminar/fa01/1108.pdf>. Acesso em: 15

mar. 2011.

XU, H.; SHATZ, S. M.; BATES, C. K. A Framework for Agent-Based Trust Management in Online Auctions. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION TECHNOLOGY: NEW GENERATIONS, 5., 7-8 abril 2008, Las Vegas. **Proceedings...** IEEE Computer Society, 2008. p.149-155.

YI, X.; SIEW, C. K. Secure Agent-mediated Online Auction Framework. **International Journal of Information technology**, v. 7, n. 1. 2001.

YU, C.-H.; LIN, S.-J. Fuzzy rule optimization for online auction frauds detection based on genetic algorithm. **Electronic Commerce Research**, v. 13, n. 2, p 169-182. 2013.