UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

**RENTA DE INFORMAÇÃO NOS LEILÕES DE EXPLORAÇÃO DE PETRÓLEO NO
BRASIL: UMA ESTIMAÇÃO NÃO-PARAMÉTRICA COM ASSIMETRIA ENTRE
OS AGENTES**

Eric Universo Rodrigues Brasil

Orientador: Prof. Dr. Fernando Antonio Slaibe Postali

SÃO PAULO
2009

Profa. Dra. Suely Vilela
Reitora da Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Carlos Roberto Azzoni
Diretor da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade

Prof. Dr. Joaquim José Martins Guilhoto
Chefe do Departamento de Economia

Prof. Dr. Dante Mendes Aldrighi
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Economia

ERIC UNIVERSO RODRIGUES BRASIL

**RENDA DE INFORMAÇÃO NOS LEILÕES DE EXPLORAÇÃO DE PETRÓLEO NO
BRASIL: UMA ESTIMAÇÃO NÃO-PARAMÉTRICA COM ASSIMETRIA ENTRE
OS AGENTES**

Dissertação apresentada ao Departamento de
Economia da Faculdade de Economia,
Administração e Contabilidade da
Universidade de São Paulo como requisito
para a obtenção do título de Mestre em
Economia.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Antonio Slaibe Postali

SÃO PAULO

2009

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção de Processamento Técnico do SBD/FEA/USP

Brasil, Eric Universo Rodrigues

Renda de informação nos leilões de exploração de petróleo no Brasil:
uma estimação não-paramétrica com assimetria entre os agentes / Eric
Universo Rodrigues Brasil. -- São Paulo, 2009.
53 p.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, 2009.
Bibliografia.

1. Leilão 2. Organização industrial 3. Petróleo 4. Gás natural
I. Universidade de São Paulo. Faculdade de Economia, Administração
e Contabilidade II. Título.

CDD – 381.17

**para Mayra,
o melhor presente que Deus já me deu
e a verdadeira fonte de energia para esta caminhada.**

Eu não teria êxito nesta empreitada sem a ajuda e compreensão de diversas pessoas especiais. Por isso, agradeço:

Aos meus pais, Eliza e Roberto, pelo incondicional apoio e presença constante e por serem a inspiração que sempre me guiou.

À minha esposa, Thatiana, pelo fundamental companheirismo e paciência com minha rotineira ausência e fadiga durante a fase de mestrando e aos seus pais que ajudaram a criar as condições que possibilitaram este feito.

Ao meu orientador por toda dedicação, apoio, parceria e real comprometimento com o desenvolvimento deste trabalho e deste aluno.

Aos professores Gabriel Madeira e Ricardo Avelino pelas preciosas contribuições para o desenvolvimento do tema.

Ao CNPq e a FIPE pelo apoio financeiro.

E aos meus amigos do mestrado pelo leal coleguismo nas incalculáveis horas de dedicação aos estudos e listas de exercícios.

**“Ao sabor da vicissitude que nos leva,
decida *in continenti* os próximos passos.”**

Roberto Brasil

RESUMO

Esta dissertação tem como objetivo estimar a renda de informação apropriada pelos vencedores dos leilões para exploração e produção de petróleo e gás natural no Brasil. Assume-se um modelo estrutural de leilão de valor privado independente. Foram estimadas as distribuições dos lances e dos valores privados dos lançadores de forma não-paramétrica, assumindo assimetria entre os participantes (Petrobras+OGX versus outros). Para isso, explorou-se um banco de dados construído a partir de informações de todos os leilões realizados entre 1999 e 2008. Tal estudo é relevante por tentar avaliar o sucesso do governo brasileiro e das empresas licitantes nestes leilões, principalmente diante da discussão do novo marco regulatório do pré-sal. Os resultados sugerem que a Petrobras e a OGX obtiveram rendas de informação significativamente maiores que as demais concorrentes. Tais rendas variam entre 14% e 63%, dependendo do número de competidores e de seu tipo. De maneira geral, o governo tende a extrair maior parte do preço de reserva do vencedor do leilão quando este não é a Petrobras ou a OGX e quanto maior for o número de concorrentes.

Palavras-chave: leilões, indústria do petróleo, regulação.

ABSTRACT

This dissertation aims to estimate the information rent grabbed by the winners of auctions for exploration and production of oil and natural gas in Brazil. It assumes a structural model of independent private values for the auctions. We estimated non-parametrically both the distributions of bids and the distribution of private values from bidders, assuming asymmetry between the participants (Petrobras + OGX versus others). For this, we explored a database with information about all the auctions held between 1999 and 2008. This study is relevant since it tries to assess the success of the Brazilian government and bidders in these auctions, especially before the discussion on the new regulatory framework of pre-salt. Results suggest that Petrobras and OGX obtained information rents significantly higher than other competitors. These rents vary between 14% and 63%, depending on the number of competitors and on their types. In general, the government tends to capture most of the reserve price of the winning bidder when it is not Petrobras or OGX and the greater the number of competitors.

Keywords: auctions, oil industry, regulation.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	3
1 REVISÃO DA LITERATURA.....	5
1.1 Leilões	5
1.2 Leilões de Petróleo.....	7
1.3 Modelos Estruturais	9
1.4 Renda de Informação	11
2 BANCO DE DADOS.....	13
3 ASSIMETRIA ENTRE OS COMPETIDORES	15
3.1 Resumo Estatístico dos Lances.....	17
4 MODELO.....	23
4.1 A Função Valor Privado	24
4.2 Independência dos Valores Privados	26
4.3 Implementação.....	28
5 RESULTADOS	31
6 CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS	41
ANEXO	45

INTRODUÇÃO

Em 1997, o Congresso Nacional aprovou uma lei – que ficou conhecida como Lei do Petróleo¹ – autorizando a concessão das atividades ligadas à pesquisa, exploração, desenvolvimento e produção de petróleo e gás natural no Brasil para empresas privadas. Até então, essas atividades eram monopolizadas pela Petrobras, o que representava uma estratégia histórica de cunho nacionalista com vistas a se apropriar integralmente dos benefícios econômicos deste setor.

A sanção desta lei significou a confirmação da quebra do monopólio² da União na Indústria do Petróleo, sem deixar de enfatizar seus direitos de propriedade sob os recursos naturais. Entre outros, a lei buscava estimular a concorrência no setor, aumentar os investimentos na estrutura de exploração e produção (E&P), ampliar a competitividade do País no cenário internacional e criar uma nova fonte de renda para os cofres públicos, com a negociação dessas concessões.

O mecanismo de licitação adotado para conceder as áreas de exploração às empresas interessadas foi estruturado com base no modelo de Leilão Fechado de Primeiro Preço³. Neste modelo, cada participante submete uma proposta por escrito em envelope lacrado. As ofertas são tornadas públicas em local e data pré-estabelecidas, após o término do prazo de submissão dos lances. O vencedor é aquele cujo lance atinge a maior pontuação de acordo com critérios que levam em conta o bônus de assinatura oferecido, o programa exploratório e o compromisso de utilização de fornecedores nacionais.

Desde 1999, foram realizadas 10 rodadas de leilões, com resultados bastante expressivos em termos de receita e de entrada de empresas privadas nestas atividades. Mas as avaliações sobre o sucesso ou fracasso destas licitações carecem ainda de análises mais profundas,

¹ Lei nº 9.478/97

² Autorizada previamente pela Emenda Constitucional nº 9/95.

³ Ver McAfee e McMillan (1987).

principalmente no contexto da atual discussão em torno do novo marco regulatório para alocação de direitos de E&P nas áreas do pré-sal⁴.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho é estimar as rendas de informação apropriadas pelos concessionários nestas rodadas de licitação, a partir de uma estimação não-paramétrica das avaliações privadas dos participantes dos leilões. Desta forma, é possível analisar o quanto o governo arrecada do excedente dos lançadores⁵ e o quanto do valor que os participantes atribuem à concessão eles realmente ofertam. Ou seja, o estudo da renda de informação é uma das maneiras de se avaliar o sucesso que o governo brasileiro e as empresas licitantes obtiveram nestas 10 rodadas. Tal estudo é relevante, sobretudo no momento em que governo e sociedade discutem novas regras para o setor.

Os resultados sugerem fortes assimetrias em favor da Petrobras e da OGX, o que gera rendas de informação superiores para elas. Além disso, conforme esperado, leilões com pouca competição resultam em maior renda de informação aos vencedores. De maneira geral, o governo tende a extrair maior parte do preço de reserva do vencedor do leilão quando este não é a Petrobras ou a OGX e quanto maior for o número de concorrentes. Apesar da extração de excedente pelo governo ser menor quando o vencedor é a Petrobras ou a OGX, nestes leilões o valor absoluto do lance ganhador tende a ser maior.

Esta dissertação se encontra dividida em 6 capítulos, além desta introdução. No capítulo a seguir, é apresentada uma breve revisão da literatura sobre leilões. O capítulo 2 apresenta o banco de dados utilizado. O capítulo 3 discute a presença de assimetria entre os competidores e suas conseqüências para o modelo. O capítulo 4 apresenta o modelo adotado e sua implementação. Por fim, o capítulo 5 traz os resultados encontrados e o capítulo 6 as considerações finais.

⁴ O pré-sal é uma camada de solo subterrâneo que se localiza em profundidades que superam os 7 mil metros – abaixo de uma extensa camada de sal – onde, em 2008, a Petrobras informou ter encontrado grandes reservas de petróleo com boa qualidade comercial.

⁵ Tradução de *bidders*.

1 REVISÃO DA LITERATURA

A revisão apresentada neste capítulo possui enfoque nos trabalhos relevantes para os aspectos analisados no desenvolvimento do tema desta dissertação. A seção seguinte faz uma breve revisão da literatura geral de leilões, enquanto a seção 1.2 relembra alguns dos trabalhos mais significativos sobre leilões para E&P de petróleo. Já a seção 1.3 apresenta as principais contribuições no tocante à implementação de modelos estruturais para análise de dados de leilões e, por fim, a seção 1.4 apresenta uma breve revisão da literatura sobre renda de informação.

1.1 Leilões

A teoria dos leilões é um ramo da teoria microeconômica que vem ganhando espaço desde a década de sessenta. Atualmente, uma vasta literatura teórica pode orientar os estudos empíricos sobre o tema. McAfee e McMillan, (1987) definem leilão como uma ferramenta explícita de formação de preço no qual um ofertante busca extrair a totalidade do preço de reserva de um demandante, em um contexto de assimetria de informação. Segundo Wolfstetter (1999), leilões são mecanismos de comercialização, cuja principal característica é estabelecer uma dinâmica de transação capaz de conduzir com rapidez a formação de preços de um bem de valor desconhecido.

Bell e Schleifer (1995) classificam os leilões segundo dois critérios: (i) definição dos preços que os vencedores pagam e (ii) maneira pela qual as propostas são realizadas. A respeito do primeiro critério, o leilão pode ser de primeiro-preço – em que o vencedor paga o valor de sua oferta – ou de segundo-preço (Vickrey, 1961) – na qual o vencedor paga o valor do segundo maior lance oferecido. Em ambos os casos, o vencedor é aquele que oferecer a maior proposta. Com respeito ao segundo critério, o leilão pode ser aberto – no qual os lances são

anunciados ao público – ou fechado – em que cada participante apresenta seu lance simultaneamente, sem ter conhecimento dos lances adversários. Desta maneira, estruturam-se as quatro formas básicas de leilão: i) leilão inglês ou ascendente; ii) leilão holandês ou descendente, iii) leilão fechado de primeiro preço e iv) leilão fechado de segundo preço.

No leilão inglês, o preço de aquisição do bem é aumentado sucessivamente até que reste apenas um licitante disposto a adquiri-lo. O vencedor paga pelo bem o valor de seu lance e o leilão aberto permite que os participantes tenham a informação da maior proposta corrente, podendo rever sua oferta até o limite que lhes seja conveniente. Este leilão é considerado o mais antigo e é bastante utilizado na venda de antiguidades e obras de arte (McAfee e McMillan, 1987).

Klemperer (1999) expõe que, no leilão holandês, estabelece-se um preço inicial alto, o qual é reduzido continuamente até que algum licitante se comprometa a adquirir o bem pelo preço anunciado. Este leilão também é aberto e o vencedor paga pelo bem o valor do lance que ele se propôs a pagar. Esta modalidade recebe este nome por ter sido inicialmente utilizada na venda de flores na Holanda.

McAfee e McMillan (1987) explicam que no leilão fechado de primeiro preço cada participante submete uma proposta por escrito em envelope lacrado. O vencedor será o dono da maior oferta e pagará o valor de seu lance pelo bem. As propostas só se tornarão públicas em local e data pré-estabelecidas, após o término do prazo de submissão dos lances. Este leilão é mais comumente usado na celebração de contratos públicos de fornecimento de bens e serviços. Do mesmo modo, no leilão fechado de segundo preço, os licitantes fazem suas ofertas por escrito em envelope lacrado. Entretanto, o vencedor do leilão é aquele que apresentar maior proposta e o preço pago pelo bem corresponde à segunda maior oferta. Este tipo de leilão, desenvolvido por Vickrey (1961), é pouco utilizado na prática.

Com relação à avaliação dos participantes sobre o bem leilado, há duas modalidades de leilão: (i) leilão de valor privado, no qual cada agente atribui um valor particular ao bem, independente da avaliação dos demais e (ii) leilão de valor comum, em que todos os licitantes atribuem um mesmo valor ao bem. Este valor, em geral, é desconhecido dos participantes, mas cada um recebe um sinal privado que pode ou não ser correlacionado com o sinal recebido pelos demais (Laffont e Vuong, 1996).

Os resultados obtidos em modelos com essas duas formas de avaliação são distintos. Myerson (1981) demonstrou que, em um ambiente simples de valor privado, nenhum dos quatro formatos de leilão acima mencionados tem vantagem sobre os demais, produzindo sempre a mesma receita. No entanto, conforme apontam Rodrigues e Bugarin (2003), o modelo de valor comum pode eliminar essa equivalência. Isso se deve ao fato de que, em um ambiente de valor comum, cada competidor tem informações sobre o valor do objeto para os demais. Em leilões do tipo fechado de primeiro preço não há a possibilidade destas informações serem transmitidas ao longo dos leilões. Neste caso, em princípio, há espaço para a determinação do modelo ótimo.

Outra fonte de divergência no resultado esperado de modelos distintos de leilões, segundo McAfee e McMillan (1987), são as possíveis ações cooperativas dos jogadores, coordenando suas ofertas para tentar extrair maior parte do excedente do leiloeiro. Tais conluios consistem em acordos explícitos entre os licitantes, com vistas a definir previamente os vencedores do leilão. No entanto, ações cooperativas são mais propícias em leilões abertos, em decorrência da possibilidade de monitoramento e punição imediata aos que descumprirem o acordo.

1.2 Leilões de Petróleo

A respeito do setor de petróleo e gás natural, para Kagel e Roth (1997), uma importante característica presente em leilões de concessão de áreas para exploração de petróleo é a tentativa das companhias de estimar um valor comum para o objeto leiloadado. As reservas de petróleo em uma dada área não são perfeitamente conhecidas, e o valor destas reservas, em boa medida, independe do concorrente que as explore. Por natureza, trata-se de um leilão de valor comum desconhecido ex-ante. Nesta situação, a informação imperfeita pode resultar em uma ineficiência conhecida como ‘maldição do vencedor’ (Kagel e Roth, 1986): admitindo-se que as estimativas acerca do valor do objeto sejam não-viesadas, a existência de estimativas acima da média resulta na superestimação do valor verdadeiro do bem leiloadado pelo lance

vencedor⁶. Desta forma, o participante que adquire o objeto, por ter oferecido o maior lance, tenderá a pagar um preço acima do seu valor verdadeiro.

De acordo com McAfee e McMillan (1987) os leilões de primeiro preço selado (modelo adotado no Brasil) são mais suscetíveis aos problemas da maldição, pois como os lances são fechados, cada participante faz sua oferta sem saber o lance dos demais, sendo inviável a revisão de expectativas para a incorporação de informações a respeito das outras ofertas. Thaler (1992) mostra que no caso dos leilões de exploração de petróleo no Golfo do México, entre 1954 e 1969, do total de arrendamentos dos campos petrolíferos, 62% eram improdutivos, 16% produziam, mas sem lucro e apenas 22% apresentavam lucros relevantes. O autor interpreta estes resultados como evidências da maldição do vencedor.

Note-se que, em um mundo com agentes racionais, eles antecipam a tendência do vencedor a superestimar o valor de um objeto. O receio da maldição do vencedor, ou seja, o temor de se pagar um valor superior ao valor comum do bem leiloadado, faz com que os indivíduos ofereçam lances mais baixos, eliminando a perda esperada dos vencedores. Desta forma, os agentes com maiores informações aplicarão um “desconto” menor em seus lances, em função de terem menor receio da maldição do vencedor, o que os coloca em situação de vantagem.

Hendricks, Porter e Boudreau (1987) procuraram documentar as relações entre informação, competição e lucros nos leilões de gás e petróleo do governo americano, entre 1954 e 1969, examinando a consistência dos resultados às predições teóricas. Os dados utilizados compreendiam, para cada área licitada, a data de venda, localização, profundidade, tamanho em acres, o número de participantes no leilão, o valor de seus lances, os poços posteriormente perfurados, sua produção ao longo dos anos 80, rendas obtidas e lucros. Os autores destacam que a análise estatística dos dados disponíveis provê considerável apoio ao modelo teórico de leilões de valores comum, sendo consistentes com as predições e suposições deste modelo.

Nesta mesma linha, Hendricks e Porter (1988) observam que o valor das áreas leiloadas é mais ou menos igual para todos os participantes, mas o concessionário de áreas adjacentes possui informação superior.

⁶ Segundo Kagel e Roth (1997) a ocorrência da maldição do vencedor foi inicialmente reportada, em 1971, por um relato de Capen, Clapp e Campbell. Eles argumentavam que as companhias detentoras de concessão de áreas de exploração de petróleo a partir de leilões, não conseguiam obter todo o volume de óleo que inicialmente esperavam extrair. Isso ocorria porque os vencedores eram empresas que possuíam a projeção de extração mais alta, consequentemente oferecendo o maior lance no leilão. Tal estimativa se revelava superestimada ao longo do tempo.

Ainda no que concerne a leilões de gás e petróleo, Hendricks, Porter e Wilson (1994) examinaram como as assimetrias de informação entre os jogadores em um leilão afetam seus comportamentos estratégicos. A análise foi realizada a partir da existência de um comprador com informações privadas superiores a todos os outros participantes, os quais só têm acesso a informações públicas. Os autores concluem que o comportamento de equilíbrio, sob esta estrutura de informação, leva os participantes com pouca informação a ofertarem frequentemente menos que o participante com informação privada. Desta forma, a distribuição dos lances do licitante informado domina a distribuição dos lances de seus concorrentes. No mesmo arcabouço, Porter (1995) analisa leilões de concessão de áreas *offshore* pelos EUA desde 1954, concluindo que os resultados aderem bem ao modelo, indicando que os possuidores de áreas adjacentes extraem renda de informação dos leilões.

1.3 Modelos Estruturais

A partir da década de 90, a literatura sobre leilões ganhou novo impulso com a crescente utilização de modelos estruturais para a análise de dados de leilões⁷. A idéia fundamental de tais modelos consiste em estimar as avaliações não-observáveis a partir dos lances observados, tendo como premissa um jogo teórico que define o comportamento dos agentes. Conforme destacam Perrigne e Vuong (1999), existem duas abordagens para o tratamento dos dados de leilões: a paramétrica e a não-paramétrica. Enquanto a primeira assume uma distribuição para os valores e estima seus parâmetros por máxima verossimilhança, a segunda baseia-se em procedimentos indiretos de estimação das próprias distribuições das avaliações dos participantes a partir dos lances observados. A desvantagem desta última é a necessidade de uma base de dados relativamente ampla, ao passo que a estimação paramétrica, embora mais parcimoniosa em termos de necessidade de dados, requer o cômputo da função da estratégia de equilíbrio, o que gera grande dificuldade computacional.

Um trabalho significativo nesta área é o de Laffont e Vuong (1996), que através do paradigma de leilões de valor correlacionado – que incluem leilões de valor privado e comum –

⁷ Para um *survey* de métodos para leilões fechados de primeiro preço, ver Perrigne e Vuong (1999).

encontram as condições de identificação de modelos estruturais, distinguindo-os entre simétrico e assimétrico. Os autores demonstram que, em geral, modelos de valor correlacionado são não identificáveis – a menos que restrições sejam impostas –, assim como modelos de valor comum, pois estes podem ser reduzidos a leilões de valor correlacionado.

Considerando leilões de primeiro preço selado com valor privado independente, Guerre, Perrigne e Vuong (2000) apresentam um método de estimação não-paramétrica que permite identificar a distribuição dos valores privados dos lançadores através apenas dos lances observados e do número de participantes.

Li, Perrigne e Vuong (2002) apresentam uma forma de identificação não paramétrica para modelos de leilão com valor correlacionado⁸, caracterizando suas restrições teóricas e propondo um procedimento para estimar a distribuição conjunta dos valores privados através dos lances observados. Os autores utilizam dados simulados para implementar seu procedimento e mostrar o bom comportamento de suas estimações para amostras relativamente pequenas.

Hendricks, Pinskse e Porter (2003) também analisam dados de leilões de petróleo e gás nos EUA, ocorridos nas décadas de 50, 60 e 70, a partir de um modelo estrutural com valor comum sob informação simétrica, em leilões fechados de primeiro preço. Os principais resultados sugerem a presença de maldição do vencedor e do receio dos participantes quanto a este fenômeno. Os autores concluem que as avaliações dos jogadores são consistentes com a presença de valores privados e comuns, mas o componente comum tende a ser mais relevante.

Analogamente, Campo, Perrigne e Vuong (2003) analisam os mesmos dados sobre leilões de concessão de áreas de exploração de petróleo nos EUA. Utilizando estimativas não-paramétricas da distribuição dos valores privados à luz de um modelo estrutural que assume assimetria entre as empresas, os autores concluem que o modelo de valor comum puro não é corroborado pelos dados.

Já Bajari e Hortaçsu (2005) usam dados experimentais de leilões de primeiro preço para estimar quatro modelos estruturais distintos. Para cada modelo, os autores comparam os valores estimados e os valores associados aos licitantes no experimento, encontrando que o modelo que assume aversão ao risco é capaz de gerar razoáveis estimativas dos valores privados dos participantes.

⁸ Tradução de “*Affiliated-Values Auction*”.

1.4 Renda de Informação

No contexto de uma transação determinada por leilão, a renda de informação pode ser entendida como o próprio excedente do consumidor, ou seja, a diferença entre o preço de reserva do vencedor do leilão e o lance que ele ofertou. Conforme destaca Krishna (2002, cap. 5), a renda de informação é assim chamada porque o ofertante do lance é o único agente que realmente conhece seu preço de reserva, o que torna o vendedor incapaz de discriminar perfeitamente o preço e extrair todo o excedente do comprador. Desta forma, os licitantes recebem uma renda de informação pela revelação parcial de suas informações privadas. Quanto mais distante de seu verdadeiro preço de reserva for o valor do lance do vencedor do leilão, maior será a renda de informação que este comprador obterá, ou seja, maior será seu excedente.

A apropriação de rendas de informação pelos lançadores é própria de leilões de valor privado, onde é mais difícil mensurar a avaliação individual de cada participante. Dependendo do tipo de leilão, a função de lance de equilíbrio (resultante do jogo subjacente ao leilão) resulta em um lance inferior ao valor privado do objeto. Isso acontece, por exemplo, nos leilões fechados de primeiro preço (Paarsch e Hong, 2006, cap. 02), o que torna a renda de informação dependente da distribuição estimada para os lances observados.

Desta forma, o leiloeiro terá sido tão mais eficiente quanto mais próximo do preço de reserva do lançador com o maior valor privado ficar o preço de venda do bem leilado. Consequentemente, estabelece-se um jogo entre o vendedor e os licitantes, onde o primeiro visa vender o seu produto ao maior preço possível e os demais objetivam ganhar o leilão com o lance mais longe possível de seu preço de reserva.

Campo, Perrigne e Vuong (2003) estimaram a renda de informação em leilões de campos para exploração de petróleo nos Estados Unidos, entre 1972 e 1979. Os autores analisaram somente leilões com 2 competidores, utilizando um modelo de valor privado correlacionado e com a presença de assimetrias entre os participantes que davam lances em consórcio ou não.

Os resultados obtidos indicaram que a renda de informação média foi de 65,1%, sendo 65,5% para lances em consórcio e 64,6% para lances de empresas sozinhas. Além disso, os consórcios obtinham renda de informação maior quando enfrentavam outros consórcios, assim como as empresas sozinhas também conseguiam maior renda de informação quando ganhavam leilões de outras empresas sozinhas.

Utilizando lances simulados em um modelo de valor privado correlacionado, Li, Perrigne e Vuong (2002) estimaram uma renda de informação para leilões com 2 participantes de 38,6% e para leilões com 3 participantes de 29,1%. Os dados simulados representavam uma verdadeira renda de informação de 33,3% e 23,4% para leilões com 2 e 3 licitantes, respectivamente.

2 BANCO DE DADOS

O banco de dados utilizado neste trabalho foi construído a partir de informações da Agência Nacional do Petróleo (ANP) referentes às dez rodadas de leilões realizadas entre 1999 e 2008. Para cada bloco leiloado, os dados contemplam informações sobre sua área, a bacia e o setor a que pertence, o *round* em que foi leiloado, localização (mar ou terra), o número de lances ofertados, as empresas que ofereceram os lances, as empresas que deram lance em consórcios e suas respectivas participações, as empresas operadoras e os lances oferecidos.

Os critérios para definição do vencedor de cada leilão variaram um pouco ao longo das rodadas. De maneira geral, além do bônus de assinatura⁹, compromissos assumidos pelos licitantes para utilização de fornecedores e mão-de-obra nacionais e o plano de investimento proposto são levados em consideração. Desta forma, cada lance ofertado contempla algumas informações que geram uma pontuação de 0 até 100 para a oferta, consagrando-se como lance vencedor aquele que obtiver o maior valor.

Tendo em vista que o objetivo deste trabalho é estimar a renda de informação dos vencedores, que o bônus de assinatura possui um peso de 85% na definição desta pontuação e que os demais critérios são relativamente homogêneos entre os lances ofertados em um mesmo leilão, a análise aqui realizada é focada nos bônus de assinatura oferecidos¹⁰.

Nestas dez rodadas, foram arrematados 803 blocos que receberam 1.282 lances. Dos blocos arrematados, 311 localizam-se no mar e receberam 396 lances, consequentemente, 192 localizam-se na terra e receberam 886 lances.

A empresa com maior sucesso nos leilões foi a Petrobras que participou de 58% dos leilões, oferecendo 464 lances e ganhando 402 vezes (representando uma taxa de aproveitamento de 87%)¹¹. A exceção a este sucesso da Petrobras ocorreu na nona rodada, quando ela obteve

⁹ O bônus de assinatura corresponde ao valor monetário oferecido pelo direito de exploração do bloco leiloado.

¹⁰ De fato, menos de 5% dos blocos arrematados tiveram um lance vencedor com bônus de assinatura que não foi o maior oferecido.

¹¹ Os lances da Petrobras incluem situações em que a estatal estava sozinha ou participando de um consórcio. Para os dois casos, considera-se que ela utilizou todo seu conjunto de informações para otimizar o lance.

apenas 47% de aproveitamento dos seus lances. Neste mesmo *round*, a OGX conquistou um aproveitamento de 91%, oferecendo 23 lances sendo que 21 consagraram-se vencedores¹².

Cerca de um terço dos lances foi dado em consórcio, mas esta não parece ser uma estratégia comum dos vencedores, pois o aproveitamento total dos lances em consórcio é de apenas 63%. Nos *rounds* 4, 5 e 6 este aproveitamento foi significativo (respectivamente, 100%, 100% e 81%), mas é importante destacar que nestas rodadas – além de haver poucos lances em consórcio – houve participação da Petrobras em exatamente 100%, 100% e 81% dos lances em consórcio vencedores, respectivamente. Ou seja, parece haver indícios de que oferecer lances junto com a Petrobras é uma estratégia muito mais eficiente do que simplesmente oferecer lances em consórcio.

A Tabela 1 exibe o sumário das dez rodadas de licitação com as informações que foram destacadas até aqui.

Tabela 1. Sumário das dez rodadas de licitação

	Round										TOTAL
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	
Blocos arrematados	12	21	34	21	101	154	251	38	117	54	803
Lances totais	21	46	57	33	106	188	379	84	276	92	1282
Leilões com participação Petrobras	58%	48%	59%	43%	88%	73%	43%	58%	49%	52%	58%
Lances Petrobras	7	10	20	9	89	113	109	22	57	28	464
Lances Petrobras vencedores	5	8	15	8	88	107	96	21	27	27	402
Aproveitamento Petrobras	71%	80%	75%	89%	99%	95%	88%	95%	47%	96%	87%
Lances OGX									23		23
Lances OGX vencedores									21		21
Aproveitamento OGX									91%		91%
Lances consórcio	11	19	19	5	3	79	131	24	108	29	428
Lances consórcio vencedores	6	10	13	5	3	64	87	15	46	22	271
Aproveitamento consórcio	55%	53%	68%	100%	100%	81%	66%	63%	43%	76%	63%

Fonte: Agência Nacional do Petróleo (ANP). Elaboração própria.

¹² Os lances da OGX também incluem situações em que ela estava sozinha ou em consórcio. A nona rodada foi a única em que a OGX participou.

3 ASSIMETRIA ENTRE OS COMPETIDORES

Antes de modelar e estimar a renda de informação nos leilões de E&P de gás e petróleo no Brasil é preciso considerar uma forte característica presente nestas licitações. Conforme evidencia a Tabela 1, a Petrobras conquistou um expressivo sucesso nos leilões realizados. Tal sucesso é representado pelas altas taxas de aproveitamento dos seus lances, atingindo 99% na quinta rodada e sendo inferior a 70% somente na nona rodada – única com participação da OGX.

Mattos (2007) argumenta que um problema de assimetria de informação está fortemente presente nos leilões da ANP. Como a Petrobras operou sozinha neste mercado por quase 50 anos¹³, ela possivelmente possui informações muito mais precisas sobre as áreas licitadas do que qualquer outro investidor. Desta forma, se qualquer companhia ganhar o leilão da Petrobras por ter dado um lance mais alto, é bem provável que sua oferta esteja acima do potencial econômico do bloco arrematado. Por isso, segundo o autor, o receio da maldição do vencedor se torna um componente forte na expectativa das demais companhias, explicando não apenas o elevado percentual de sucesso da Petrobras, como também a relativa retração dos grupos privados que participam do leilão sem associação com ela. Esta dinâmica certamente pode influenciar a renda de informação, pois na medida em que os lances são retraídos, a diferença entre o valor que cada licitante atribui ao bloco leilado e sua respectiva oferta aumenta.

Neste sentido, este capítulo avalia a presença e o padrão de assimetrias entre os competidores nestes leilões. Tal estudo é relevante neste trabalho porque assimetrias alteram o padrão competitivo das licitações e modificam o modelo de estimação da renda de informação.

As análises preliminares dos dados indicam assimetrias em favor não só da Petrobras, mas também da OGX. No caso da primeira, quase meio século como monopolista estatal do setor teriam dado a Petrobras conhecimentos tecnológicos e informacionais sobre os campos

¹³ A Petrobras foi criada em 1953 e monopolizou a pesquisa, exploração, desenvolvimento e produção de petróleo no Brasil até 1997, quando foi aprovada a lei nº 9.478.

brasileiros que a colocam em situação de vantagem perante aos demais participantes dos leilões.

No caso da OGX, a empresa constituída com um capital inicial de US\$ 1,285 bilhões¹⁴ em julho de 2007 – 4 meses antes da nona rodada – optou por uma estratégia de entrada na indústria do petróleo pautada por uma busca agressiva de profissionais da Petrobras com larga experiência no setor e *know-how* na gestão de atividades ligadas a E&P de petróleo no Brasil, o que teria permitido a ela absorver parte das vantagens tecnológicas e informacionais da estatal.

No mercado, é reconhecida a qualidade da transferência de capital humano da Petrobras para a OGX, que contou com a contratação de aproximadamente 30 executivos atraídos por altos salários e bônus por performance. Entre os profissionais que atuam na OGX, destacam-se engenheiros, geólogos e altos executivos provenientes não só dos quadros da Petrobras, mas também de outras estatais, além do BNDES e do Banco Central¹⁵.

A Figura 1 mostra a taxa de aproveitamento dos lances da Petrobras e da OGX¹⁶ nas dez rodadas de licitações. Em linha com os modelos apresentados por Porter (1995) e Hendricks, Porter e Wilson (1994) – onde licitantes bem informados tendem a obter taxas de aproveitamento maiores que os demais – os resultados excepcionais dessas duas empresas indicam suas vantagens nestes leilões.

¹⁴ Disponível em <http://www.ogx.com.br>. Acesso em 15/07/2008.

¹⁵ Ver <http://portalexame.abril.com.br/servicos/guiadoinvestidor/artigos/m0161973.html>
<http://epocanegocios.globo.com/Revista/Epocanegocios/0,,EDG83434-8374-15-5,00-o+enigma+eike.html>
http://www.estadao.com.br/estadaodehoje/2007/11/28/not_imp86829,0.php
http://ultimosegundo.ig.com.br/economia/2007/09/05/eike_vai_criar_a_petroleira_ogx_991936.html.

Acesso em 16/09/2009.

¹⁶ A OGX foi responsável por 70% da arrecadação obtida pelo governo na nona rodada, quebrando a hegemonia da Petrobras.

Figura 1. Aproveitamento dos lances Petrobras e OGX

Fonte: ANP. Elaboração própria.

3.1 Resumo Estatístico dos Lances

Com o objetivo de verificar evidências mais robustas da presença e do padrão de assimetrias entre os participantes, a Tabela 2 apresenta o resumo estatístico dos lances empreendidos nas dez rodadas. A análise dos lances a seguir foi feita através do valor médio real do bônus por área, obtido pela média dos bônus de assinatura com valores constantes de 1999¹⁷ por km² do bloco em licitação¹⁸. Dos 1.282 lances oferecidos nas dez rodadas, foram retirados da amostra 528 lances oferecidos em leilões de blocos que receberam somente um lance. Esta exclusão teve o objetivo de impedir que blocos com baixa procura, e, conseqüentemente, com maior probabilidade de que os vencedores tenham dado lances subestimados¹⁹, pudessem enviesar os valores médios dos lances que se supõe refletirem a estimativa técnica do mercado para o valor do bloco licitado.

¹⁷ Foi utilizado o IGP-DI da Fundação Getúlio Vargas como deflator.

¹⁸ A razão entre o lance e a área do bloco visa diminuir a heterogeneidade entre os blocos leiloados.

¹⁹ Entre outros, isso pode ocorrer porque a empresa ou consórcio que fez o único lance poderia já ter alguma indicação de que o Bloco não seria atrativo para os outros participantes do leilão e, portanto, aumentaria sua disposição para dar um lance abaixo do que ela acreditaria valer o bloco. Ver Porter (1995) para uma discussão da racionalidade deste comportamento.

Tabela 2. Resumo estatístico das dez rodadas²⁰

Variável	Obs.	Média (R\$/km ²)	Desvio Padrão	Coeficiente de Variação	Mínimo	Máximo
Todos os lances	754	11.805,10	30.720,35	2,60	1,58	440.494,00
Lances Petrobras	181	18.269,59	30.408,55	1,66	2,99	208.789,90
Lances OGX	10	141.887,70	142.412,20	1,00	2.475,14	440.494,00
Lances Outros	563	7.416,29	17.597,70	2,37	1,58	206.146,00
Petrobras vs Outros	174	15.988,71	24.043,56	1,50	2,99	118.089,00
Petrobras vs OGX	7	74.965,71	84.681,72	1,13	629,05	208.789,90
OGX vs Outros	3	78.155,99	82.527,44	1,06	24.231,34	173.161,50
OGX vs Petrobras	7	169.201,30	158.903,50	0,94	2.475,14	440.494,00
Outros vs Petrobras	335	7.959,86	18.124,16	2,28	1,58	206.146,00
Outros vs OGX	3	46.743,89	41.152,14	0,88	8.137,39	90.039,90
Outros vs Outros	225	6.082,61	15.783,04	2,59	1,64	118.788,70
Lances Consórcio	266	12.773,92	27.106,81	2,12	2,99	208.789,90
Lances não Consórcio	488	11.277,01	32.536,00	2,89	1,58	440.494,00
Lances Consórcio Outros	155	9.810,50	20.413,60	2,08	3,70	118.788,70
Lances não Consórcio Outros	408	6.506,72	16.337,91	2,51	1,58	206.146,00

Fonte: ANP. Elaboração própria.

A primeira característica revelada é que os lances da Petrobras e da OGX (por unidade de área) foram em média bastante superiores aos lances dos demais participantes. Outro aspecto importante é que os lances ofertados pela Petrobras contra a OGX (Petrobras vs OGX) e os lances ofertados pela OGX contra a Petrobras (OGX vs Petrobras) foram também em média superiores aos seus respectivos lances contra outras empresas (Petrobras vs Outros e OGX vs Outros). Este padrão se mantém nos lances das outras empresas contra Petrobras e OGX, superiores aos lances ofertados nos leilões em que elas não participaram (Outros vs Outros). Isto sugere que a estratégia de cada participante se relaciona com quem será seu oponente, o que, conforme especulado por Campo, Perrigne e Vuong (2003), pode estar associado à presença de assimetria de informações entre os participantes. Por fim, o último bloco da tabela mostra que lances em consórcio são ligeiramente superiores a lances ofertados por empresas sozinhas. Esta diferença fica um pouco maior quando separamos os lances em consórcio ou não, mas tirando os lances com participação da Petrobras e da OGX (Lances Consórcio Outros e Lances não Consórcio Outros).

A Tabela 3 exibe a estatística t para os testes de média em que a hipótese nula é que a média do primeiro elemento menos a média do segundo é igual a zero. O teste para os lances em consórcio ou não incluindo Petrobras e OGX não rejeitou a hipótese nula, enquanto excluindo essas duas empresas rejeitou com 5% de significância. O teste para os lances da OGX contra a Petrobras e contra as demais empresas também não rejeitou a hipótese nula, provavelmente, por conta do baixíssimo número de observações. Por fim, o teste para os lances de outras

²⁰ A expressão A vs. B indica os lances da empresa A quando concorre com a empresa B.

empresas contra Petrobras ou contra outras empresas também não rejeitou a hipótese nula. Em todos os demais casos os testes apontaram para uma diferença entre as médias de acordo com o exposto na Tabela 2.

Tabela 3. Teste de média

Petrobras OGX	Petrobras Outros	OGX Outros	Petrobras vs Outros Petrobras vs OGX	OGX vs Outros OGX vs Petrobras
-8,85***	5,92***	16,86***	-5,41***	-0,91
Outros vs Petrobras Outros vs OGX	Outros vs Petrobras Outros vs Outros	Outros vs OGX Outros vs Outros	Lances Consórcio Lances não Consórcio	Lances Consórcio Outros Lances não Consórcio Outros
-3,64***	1,26	4,32***	0,63	1,99**

***Significativo a 1%; **Significativo a 5%.

Os altos níveis de desvio padrão encontrados na Tabela 2, corroborados pela grande escala de valores para os lances, podem estar relacionados parcialmente com a heterogeneidade dos blocos²¹. Neste sentido, as tabelas a seguir separam os lances de acordo com blocos localizados no mar e na terra. Embora fique claro que os blocos no mar recebam lances maiores que os blocos na terra, os principais resultados encontrados na Tabela 2 não se alteram significativamente.

Tabela 4. Resumo estatístico das dez rodadas – blocos no mar

Variável	Obs.	Média (R\$/km ²)	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Mínimo	Máximo
Todos os lances	145	30.929,00	58.067,06	1,88	265,03	440.494,00
Lances Petrobras	46	34.183,55	46.400,74	1,36	360,95	208.789,90
Lances OGX	10	141.887,70	142.412,20	1,00	2.475,14	440.494,00
Lances Outros	89	16.779,60	27.114,16	1,62	265,03	206.146,00
Petrobras vs Outros	39	26.863,68	32.496,31	1,21	360,95	118.089,00
Petrobras vs OGX	7	74.965,71	84.681,72	1,13	629,05	208.789,90
OGX vs Outros	3	78.155,99	82.527,44	1,06	24.231,34	173.161,50
OGX vs Petrobras	7	169.201,30	158.903,50	0,94	2.475,14	440.494,00
Outros vs Petrobras	59	19.574,60	30.451,66	1,56	281,03	206.146,00
Outros vs OGX	3	46.743,89	41.152,14	0,88	8.137,39	90.039,90
Outros vs Outros	27	7.342,63	8.695,78	1,18	265,03	36.364,19
Lances Consórcio	75	28.386,92	40.193,55	1,42	360,95	208.789,90
Lances não Consórcio	70	33.652,65	72.729,83	2,16	265,03	440.494,00
Lances Consórcio Outros	31	19.330,79	22.080,37	1,14	575,74	90.039,90
Lances não Consórcio Outros	58	15.416,03	29.546,20	1,92	265,03	206.146,00

Fonte: ANP. Elaboração própria.

O resumo estatístico para os blocos localizados no mar mostra que os lances da Petrobras e da OGX foram em média bastante superiores aos lances das demais empresas. Quanto aos lances

²¹ De fato, a própria heterogeneidade dos blocos pode explicar parte das diferenças observadas nas médias, pois a Petrobras, detentora de informação mais completa a este respeito, seria atraída pelos blocos de maior valor. Entretanto, os competidores observam quando a Petrobras dá lance para um determinado bloco, o que exclui a explicação de que as diferenças de lances se devam, exclusivamente, a diferenças de qualidade das áreas.

da Petrobras contra a OGX e da OGX contra a Petrobras estes também foram em média superiores aos lances destas empresas contra as demais participantes. O mesmo padrão encontrado na Tabela 2 também se mantém para os lances das outras empresas, ou seja, elas ofertaram lances em média superiores quando concorreram com a Petrobras e a OGX. Já quanto aos lances em consórcio, desta vez eles aparecem em média inferiores aos lances sem consórcio, mas esta relação se inverte quando se retiram os lances da Petrobras e da OGX, indicando mais uma vez que a influência destas é mais significativa para o padrão do lance oferecido do que o consórcio em si. Os testes que comparam essas médias são apresentados na Tabela 8, localizada no anexo deste trabalho.

Tabela 5. Resumo estatístico das dez rodadas – blocos na terra

Variável	Obs.	Média	Desvio Padrão	Coeficiente de Variação	Mínimo	Máximo
Todos os lances	609	7.251,79	16.193,89	2,23	1,58	118.788,70
Lances Petrobras	135	12.847,05	20.062,75	1,56	2,99	106.241,90
Lances OGX	0					
Lances Outros	474	5.658,20	14.545,70	2,57	1,58	118.788,70
Petrobras vs Outros	135	12.847,05	20.062,75	1,56	2,99	106.241,90
Petrobras vs OGX	0					
OGX vs Outros	0					
OGX vs Petrobras	0					
Outros vs Petrobras	276	5.477,00	12.971,27	2,37	1,58	100.229,20
Outros vs OGX	0					
Outros vs Outros	198	5.910,79	16.523,27	2,80	1,64	118.788,70
Lances Consórcio	191	6.643,15	16.174,46	2,43	2,99	118.788,70
Lances não Consórcio	418	7.529,90	16.214,51	2,15	1,58	114.963,60
Lances Consórcio Outros	124	7.430,43	19.346,16	2,60	3,70	118.788,70
Lances não Consórcio Outros	350	5.030,32	12.382,75	2,46	1,58	114.963,60

Fonte: ANP. Elaboração própria.

Quanto aos blocos localizados na terra – que não receberam lances da OGX –, mais uma vez os lances da Petrobras foram em média bastante superiores aos lances das demais empresas. Por outro lado, desta vez, os lances de Outros vs Petrobras se mostraram ligeiramente inferiores aos lances de Outros vs Outros, apesar do teste de média não indicar diferença estatística entre eles. Quanto aos lances em consórcio, o padrão foi o mesmo encontrado na Tabela 4. Os testes de média referentes à Tabela 5 estão na Tabela 9, localizada no anexo deste trabalho.

Os resultados apresentados reforçam sobremaneira os indícios de assimetria entre os participantes e deixam claro que o padrão desta assimetria está ligado à presença da Petrobras e da OGX, ao contrário do encontrado por Campo, Perrigne e Vuong (2003), onde a assimetria era identificada com a presença de consórcios. Desta forma, é natural esperar que a

distribuição dos valores privados da Petrobras e da OGX seja diferente da distribuição dos demais licitantes.

4 MODELO

O objetivo deste trabalho é estimar a renda de informação (RI) obtida pelos vencedores dos leilões para E&P de gás e petróleo no Brasil. Tal renda pode ser representada por:

$$RI_i = \frac{v_i - l_i}{v_i} \quad (1)$$

Onde v_i é o valor privado, ou preço de reserva, que o lançador i atribui ao bloco de exploração e l_i é o lance efetivamente oferecido por ele.

O lance de cada participante é conhecido, mas seus respectivos preços de reserva não. Para a estimação de tais valores privados, foi implementada a metodologia proposta por Guerre, Perrigne e Vuong (2000) que propõem um procedimento de estimação não-paramétrica, em dois estágios, computacionalmente viável e aplicada a modelos de leilões de primeiro preço com lances selados de valor privado independente.

O método tem a vantagem de dispensar a derivação de uma forma funcional para a estratégia de equilíbrio bayesiano de Nash, pois estima a distribuição dos valores privados através dos lances observados, prescindindo também de hipóteses paramétricas. A idéia crucial é que cada valor privado pode ser expresso como uma função de seu respectivo lance, da distribuição dos lances observados e da função densidade de probabilidade correspondente a estes lances.

O primeiro estágio da estimação consiste em construir uma amostra de pseudo-valores privados baseada em uma estimação de Kernel das funções de distribuição e densidade dos lances observados. No segundo estágio, esta pseudo-amostra é utilizada para se estimar não-parametricamente a distribuição dos valores privados dos participantes do leilão.

4.1 A Função Valor Privado

Antes de derivar a função do valor privado dos licitantes, é importante destacar um teorema apresentado por Guerre, Perrigne e Vuong (2000) e que traz um resultado essencial para o desenvolvimento do modelo adotado.

Teorema (Guerre, Perrigne e Vuong, 2000): Seja $n \geq 2$. Seja $G(.) \in \mathbf{P}$ uma função de distribuição com suporte $[\underline{l}, \bar{l}]$ ²². Existe uma distribuição $F(.) \in \mathbf{P}$ de valores privados dos lançadores, tal que $G(.)$ é a distribuição dos lances de equilíbrio no leilão de primeiro preço selado com valor privado independente se e somente se: (i) $G(l_1, \dots, l_n) = \prod_{i=1}^n G(l_i)$ e (ii) $v_i(l_i, G, n)$ é estritamente crescente em $[\underline{l}, \bar{l}]$ e sua inversa é diferenciável em $[\underline{v}, \bar{v}]$. Além disso, quando $F(.)$ existe, é única com suporte $[\underline{v}, \bar{v}]$ e satisfaz $F(v) = G(v^{-1}(v, G, n))$ para todo $[\underline{v}, \bar{v}]$.

Prova: Ver Guerre, Perrigne e Vuong (2000), p. 553.

O teorema acima descreve as condições que garantem a existência de uma única distribuição de valores privados para cada distribuição dos lances. Desta forma, é este resultado que permite a estimação da distribuição dos valores privados através dos lances observados.

No modelo de valor privado independente assume-se que cada licitante é neutro ao risco, possui um valor privado v_i e não conhece o valor privado dos demais. Além disso, todos os valores privados se originam de forma independente de uma mesma distribuição $F(.)$, com densidade $f(.)$ ²³.

A fim de ilustrar o processo de definição do lance pelo jogador, considere um modelo de valor privado independente simétrico. Considerando que os lances observados são as respectivas estratégias de equilíbrio bayesiano de Nash dos licitantes em função de seus valores privados (v_i), da distribuição destes valores (F) e do número de participantes do

²² $\mathbf{P}$ é um conjunto de distribuições de probabilidade contínuas com um suporte no R_+ .

²³ A hipótese de independência dos valores privados é argumentada na seção seguinte.

leilão (n), pode-se assumir que os lançadores formam suas ofertas a partir da maximização de seu *payoff* esperado, dado por:

$$\pi_i = (v_i - l_i)G(l_i)^{n-1} \quad (2)$$

onde $G(l_i)^{n-1}$ é a probabilidade dos demais jogadores oferecerem um lance menor que l_i .

Maximizando π_i com relação à l_i , temos:

$$\frac{\partial \pi_i}{\partial l_i} = (v_i - l_i)(n-1)G(l_i)^{n-2}g(l_i) - G(l_i)^{n-1} = 0 \quad (3)$$

Rearranjando, podemos escrever o valor privado de cada licitante como função de seu lance de equilíbrio l_i , da distribuição acumulada $G(\cdot)$, da densidade $g(\cdot)$ e do número de participantes do leilão:

$$v_i = l_i + \frac{1}{n-1} \frac{G(l_i)}{g(l_i)} \quad (4)$$

A equação acima constitui a base para o procedimento de estimação não paramétrica dos valores de reserva dos lançadores, descrito a seguir. Note que, quando $n \rightarrow \infty$, $l_i \rightarrow v_i$, diminuindo a renda de informação apropriada pelo vencedor, dada por (1).

Na presença de assimetria entre os participantes, a distribuição acumulada pode ser particionada em dois componentes, sendo $G(\cdot) = G_1(\cdot)G_2(\cdot)$, onde $G_1(\cdot)$ é a distribuição dos lances das n_1 lançadoras que fazem parte do grupo de empresas favorecidas pela assimetria presente no leilão, $G_2(\cdot)$ é a distribuição dos lances das n_2 lançadoras que fazem parte do grupo de empresas desfavorecidas pela assimetria presente no leilão e $n_1 + n_2 = n$.

Entretanto, conforme demonstram Perrigne e Vuong (1999, p. 207), a presença de assimetria em leilão independente resulta na inexistência de uma forma funcional fechada para a equação diferencial que determina os lances de equilíbrio.

4.2 Independência dos Valores Privados

O modelo adotado neste trabalho supõe a independência dos valores privados dos participantes. A teoria de leilões comumente versa sobre três tipos básicos de estrutura de informação em um leilão: (i) leilão de valor privado independente; (ii) leilão de valor comum; e (iii) leilão de valor privado correlacionado. O primeiro refere-se aos leilões onde cada licitante atribui um valor particular ao bem leilado, independente da avaliação dos demais, ou seja, a utilidade de cada potencial comprador do objeto leilado é dada pela função $U_i = U(v_i)$, onde $U(.)$ é crescente em seu argumento e v_i denota o sinal privado do lançador i – independente dos sinais dos demais participantes. Já o segundo tipo refere-se a leilões onde todos os licitantes atribuem um mesmo valor ao bem e, em geral, este valor é desconhecido dos participantes, ou seja, cada um formula uma estimativa a respeito do valor do bem, mas ele terá o mesmo valor para qualquer que seja o vencedor. Neste sentido, a utilidade de cada potencial comprador do objeto leilado é dada pela função $U_i = U(c)$, onde $U(.)$ é crescente em seu argumento e c representa um valor comum afetando a utilidade de todos os participantes. Conforme argumentam Paarsch e Hong (2006), estes dois tipos representam os casos extremos da estrutura de informação presente nos modelos de leilões, ou seja, os exemplos vistos no mundo real se situam entre o valor privado independente e o valor comum. Neste sentido, Milgrom e Weber (1982) construíram um paradigma informacional geral, o terceiro tipo citado, que tem como casos especiais o valor comum e o valor privado independente, pois assume que os lançadores formam seus preços de reserva com base em dois componentes – sendo um de valor comum a todos os participantes e o outro de acordo com características particulares do licitante. Desta forma, a utilidade de cada potencial comprador é dada pela função $U_i = U(v_i, c)$, onde $U(.)$ é crescente em seus argumentos e v_i pode ser correlacionado com os sinais dos demais participantes.²⁴

Em relação aos leilões de E&P de petróleo e gás natural no Brasil, as peculiaridades de cada empresa, tais como as diferenças tecnológicas na exploração – principalmente no que diz respeito à Petrobras que ao longo dos anos como única exploradora do petróleo brasileiro desenvolveu tecnologias específicas –, sugerem pouca probabilidade de que o bloco leilado tenha o mesmo valor ex post qualquer que seja o vencedor. Por outro lado, é razoável supor

²⁴ Ver Laffont e Vuong (1996) para uma discussão mais profunda sobre cada tipo de estrutura de informação.

que os leilões de áreas para exploração de petróleo se situam entre estes dois extremos, na qual a utilidade de cada licitante é uma função de seu próprio sinal privado e de um valor comum desconhecido.

Em termos práticos, a identificação de modelos de valor privado correlacionados com assimetria, tal como proposto por Campo, Perrigne e Vuong (2003), exige a utilização de dados de leilões com exatamente dois participantes, separados de acordo com o grupo a que pertencem (conforme o padrão de assimetria definido) e analisados para cada combinação de disputa. Estas restrições eliminariam parte significativa das observações quanto aos leilões de E&P de petróleo no Brasil e tornariam o conjunto de dados disponível muito pequeno, diminuindo a robustez dos resultados. Além disso, o padrão de assimetria encontrado nos leilões brasileiros separa apenas Petrobras e OGX (esta em uma única rodada) no grupo das beneficiadas, o que faria com que as disputas dentro deste grupo somassem apenas oito observações.

Desta forma, optou-se por estimar um modelo que preserva a característica assimétrica dos leilões, mas assume a hipótese de que os valores privados são formados de maneira independente. Por certo, se novos leilões forem realizados e o banco de dados ganhar novas observações, a estimação de um modelo de valor privado correlacionado com a presença de assimetrias passa a ser uma extensão natural deste trabalho. A Tabela 6 resume as observações de acordo com o número de participantes por leilão.

Tabela 6. Observações por número de participantes no leilão (n)

n	Leilões	Lances	Petrobras e OGX	Outros
1	528	528	296	232
2	164	328	104	224
3	60	180	47	133
4	26	104	18	86
5	14	70	12	58
6	7	42	6	36
7	2	14	2	12
8	2	16	2	14
	803	1282	487	795

Fonte: ANP. Elaboração própria.

4.3 Implementação

Como o leilão privado independente resulta em uma equação diferencial sem solução fechada na presença de assimetria, optou-se por uma estratégia análoga a de Campo, Perrigne e Vuong (2003), qual seja, uma estimativa puramente não-paramétrica dos valores privados. A abordagem dos autores requer a hipótese de que os lances observados são os lances de equilíbrio do modelo de leilão considerado, de acordo com o tipo do licitante (ou seja, se ele está ou não no grupo de empresas favorecidas pela assimetria). O lançador oferece o lance a partir de sua estratégia de equilíbrio, o que significa que a hipótese do modelo contém a seguinte estrutura:

$$\begin{cases} l_{1i} = s_1(v_{1i}, F), i = 1, \dots, n_1 \\ l_{2i} = s_2(v_{2i}, F), i = 1, \dots, n_2 \end{cases} \quad (5)$$

onde l_{1i} é o lance do licitante i do grupo 1, s_1 é a estratégia de equilíbrio das empresas pertencentes ao grupo 1, v_{1i} é o valor privado do licitante i do grupo 1 e F é a função de distribuição dos valores privados. Dado que os valores privados são aleatórios, os lances são aleatórios com distribuição conjunta n -dimensional $G(\cdot)$. A distribuição dos lances de equilíbrio depende da distribuição $F(\cdot)$ de duas formas: (i) através dos valores privados não observados ($v_{11}, \dots, v_{1n1}, v_{21}, \dots, v_{2n2}$) que são conjuntamente tirados da distribuição $F(\cdot)$; e (ii) através das estratégias de equilíbrio $s_1(\cdot)$ e $s_2(\cdot)$ que são funções de $F(\cdot)$ ²⁵.

Após a partição da amostra em conjuntos que contemplam os leilões com o mesmo número de participantes (n) e a separação das observações nos dois grupos formados conforme o padrão de assimetria identificado no capítulo 3²⁶, a implementação do modelo foi feita através de um procedimento realizado em três passos, seguindo Guerre Perrigne e Vuong (2000) e Campo, Perrigne e Vuong (2003).

No primeiro passo é conduzida uma estimação não-paramétrica da densidade e da distribuição acumulada dos lances através de um estimador Kernel. Desta forma, a densidade estimada em qualquer ponto x é:

²⁵ Para uma discussão mais profunda sobre este ponto ver Guerre, Perrigne e Vuong (2000).

²⁶ Esta separação tem o objetivo de estimar uma distribuição de valores privados diferente para a Petrobras e a OGX em relação às demais participantes, em vista da assimetria identificada entre estes dois grupos.

$$f(x) = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m K\left(\frac{x - x(i)}{h}\right) \quad (6)$$

onde m é o número de observações (no caso em tela, o número de leilões de cada tipo correspondente), K é a função Kernel onde $\int K(t)dt = 1$ e h é a janela escolhida.

Em linha com Li e Racine (2007, cap. 01), a escolha da função Kernel não traz muitos efeitos práticos para a estimação. De qualquer forma, optou-se pela função Kernel triweight dado que esta satisfaz todas as hipóteses necessárias no modelo sugerido por Guerre, Perrigne e Vuong (2000)²⁷ e implementado neste trabalho²⁸. Esta função é dada por:

$$K(u) = \frac{35}{32} (1 - u^2)^3 I(|u| \leq 1) \quad (7)$$

onde u é o argumento da função e $I(|u| \leq 1)$ é uma função indicadora.

Ao contrário da função Kernel, a definição da janela (h) requer maior atenção devido à sensibilidade que os resultados estimados apresentam sob esta escolha. O parâmetro da janela é uma sequência de constantes que converge para zero conforme o número de observações tende ao infinito. Neste sentido, a janela estabelece a extensão da vizinhança em torno do ponto na qual o Kernel utilizará observações para efetuar a estimação. Portanto, este parâmetro determina a variabilidade e o viés das estimativas. Se o h escolhido for pequeno, a estimativa terá um viés reduzido, mas uma variância elevada. Por outro lado, se o h escolhido for grande, a estimativa terá um viés elevado, mas se reduzirá a variância do estimador não paramétrico $\hat{f}(\cdot)$. Ou seja, quando h aproxima-se de zero, a estimativa tende a interpolar as observações, e quando h aumenta, a curva estimada se aproxima de uma regressão linear [ver Paarsch e Hong (2006, cap. 4) e Marquetti e Viali (2004)].

Seguindo os argumentos de Li e Racine (2007, cap. 01) e Guerre, Perrigne e Vuong (2000), utilizamos uma janela ótima dada por:

$$h = 1,06 \hat{\sigma}_l (nL)^{-1/5} \quad (8)$$

²⁷ A escolha da função Kernel triweight por Guerre Perrigne e Vuong (2000) se deve, primordialmente, por ela ser simétrica e duas vezes continuamente diferenciável em seus argumentos.

²⁸ Esta função também foi adotada em Li, Perrigne e Vuong (2002) e Campo, Perrigne e Vuong (2003).

onde $\hat{\sigma}_l$ é o estimador do desvio-padrão dos lances, n é o número de participantes por leilão e L é o número de leilões na amostra – ou seja, nL é o número de observações. Vale ressaltar que esta é a janela utilizada em Li, Perrigne e Vuong (2002) e Campo, Perrigne e Vuong (2003), baseada em uma “regra de bolso” desenvolvida por Silverman (1986). Tal janela minimiza o erro quadrático médio integrado, composto pela soma de dois componentes: um relativo ao viés e outro referente à variância (Li e Racine, 2007, cap. 01).

O segundo e o terceiro passos consistem na identificação dos valores privados dos licitantes e da renda de informação dos vencedores dos leilões, conforme (4) e (1), respectivamente. Além disso, foi realizada também a estimação não paramétrica da densidade e da distribuição acumulada dos valores privados dos lançadores, nos mesmos moldes do primeiro passo.²⁹

²⁹ Foi implementado também um aparamento nas caudas das distribuições estimadas com o intuito de eliminar o viés associado às observações localizadas nos extremos da amostra de lances e da pseudo-amostra de valores privados, nos moldes do processo adotado por Campo, Perrigne e Vuong (2003).

5 RESULTADOS

A Figura 2 mostra as densidades e distribuições acumuladas do logaritmo natural dos lances e dos valores privados da Petrobras e da OGX em leilões com 2 participantes³⁰.

Figura 2. Lances da Petrobras e OGX com $n = 2$

A Figura 3 mostra as densidades e distribuições acumuladas do logaritmo natural dos lances e dos valores privados dos demais lançadores em leilões com 2 participantes. O padrão é bem diferente do encontrado na Figura 2, evidenciando uma menor probabilidade de valores privados e lances altos.

³⁰ Como a estimação foi realizada com o logaritmo dos lances, é necessário ajustar a expressão (4) no processo de estimação, como em Campo, Perrigne e Vuong (2003), fazendo $X_i = \log(1+l_i)$. Esta é a razão pela qual utilizou-se o $\log(1+l_i)$ ao invés de $\log(l_i)$. Para grandes valores de l , $\log(1+l) \approx \log(l)$.

Figura 3. Lances das outras empresas com $n = 2$

A Figura 4 exibe as densidades e distribuições acumuladas do logaritmo natural dos lances e dos valores privados da Petrobras e da OGX em leilões com 3 participantes. A densidade dos valores privados apresenta um padrão parecido com o encontrado na Figura 2, ao contrário do que acontece com a densidade dos lances.

Figura 4. Lances da Petrobras e OGX com $n = 3$

A Figura 5 mostra as densidades e distribuições acumuladas do logaritmo natural dos lances e dos valores privados das demais lançadoras em leilões com 3 participantes. Mais uma vez aparece a menor probabilidade de lances e valores privados altos quando comparado com Petrobras e OGX com 3 participantes.

Figura 5. Lances das outras empresas com $n = 3$

As figuras 6 e 7 exibem as mesmas informações para os leilões com 4 licitantes. O baixo número de observações tornou as distribuições da Figura 6 menos suaves.

Figura 6. Lances da Petrobras e OGX com $n = 4$

Figura 7. Lances das outras empresas com $n = 4$

Com a estimação dos valores privados dos participantes dos leilões é possível construir as funções de lance ótimo $l(v)$ – apresentados na Figura 8 – que constituem os equilíbrios bayesianos dos participantes. Como esperado, os gráficos evidenciam a relação positiva entre o valor privado e o lance ofertado.

Figura 8. Função $l(v)$

Por fim, a Tabela 7 exibe o resumo estatístico das rendas de informação encontradas para os vencedores dos leilões.

Tabela 7. Renda de informação dos vencedores.

Vencedores	n	Média	Desvio Padrão	Coeficiente de Variação
Petrobras ou OGX	2	63,5%	37,5%	0,5915
Petrobras ou OGX	3	46,2%	40,4%	0,8739
Petrobras ou OGX	4	46,9%	43,5%	0,9287
Outros	2	30,7%	40,3%	1,3148
Outros	3	19,0%	35,3%	1,8576
Outros	4	14,6%	32,3%	2,2052

Em linha com o que era esperado, quanto maior a competição no leilão menor é a renda de informação do vencedor e, conseqüentemente, maior é o excedente extraído pelo governo.

De fato, OGX e Petrobras obtiveram em média rendas superiores as obtidas pelos demais lançadores. Isto parece acontecer mesmo quando comparado suas vitórias em leilões com quatro competidores com as vitórias de outras empresas em leilões com apenas dois participantes. Entretanto, é importante frisar que apesar da extração de excedente pelo governo ser menor nos leilões vencidos pela Petrobras ou OGX, nestes o valor absoluto do lance vencedor tende a ser maior, conforme destacado no capítulo 3.

A menor renda de informação é encontrada nos leilões com quatro competidores e vitória das outras empresas. Nestes casos, a renda média foi de 14,6%, permitindo ao governo extrair cerca de 85,4% da disposição a pagar destes vencedores.

Nos leilões com dois competidores e vitória da Petrobras ou da OGX, foi obtida a maior renda de informação média, situada em 63,5%, ou seja, ofereceu-se ao governo cerca de 36,5% da verdadeira disposição a pagar. Por outro lado, nos leilões com dois competidores e com vitória de alguma outra empresa, a renda de informação foi em média de 30,7%, permitindo ao governo extrair 69,3% da disposição a pagar dos vencedores. Conforme destacado na seção 1.4, Campo, Perrigne e Vuong (2003) – analisando licitações de campos para exploração de petróleo nos Estados Unidos, entre 1972 e 1979 – encontraram uma renda média de informação, em leilões com dois participantes, de 65,1% – sendo 65,5% para lances em consórcio e 64,6% para lances de empresas sozinhas³¹. Apesar da comparação destes resultados sugerir que a renda de informação é menor e a assimetria entre os participantes é bem mais acentuada nos leilões brasileiros – o que pode originar distorções no processo de

³¹ O padrão de assimetria adotado por Campo, Perrigne e Vuong (2003) separa as empresas em lances dados em consórcio ou não.

alocação do bem licitado entre os concorrentes –, vale relembrar que o modelo adotado por Campo, Perrigne e Vuong (2003) é diferente (modelo de valor privado correlacionado), limitando a confiabilidade desta comparação.

Por fim, o coeficiente de variação é maior nos lances das outras licitantes e cresce com o número de participantes. Isso indica que Petrobras e OGX obtiveram rendas superiores e mais concentradas, o que diminui ainda mais a probabilidade da renda de informação destas empresas ser baixa num determinado leilão.

6 CONCLUSÃO

Desde 1999, o governo brasileiro empreendeu 10 rodadas de licitação para a concessão de áreas para exploração e produção de petróleo e gás no Brasil. Foram arrematados cerca de 800 blocos a partir de 1.282 lances oferecidos por mais de 100 empresas que participaram dos leilões. Atualmente, além da Petrobras, mais de três dezenas de empresas privadas possuem direitos de exploração em território brasileiro e na plataforma continental. Estas licitações produziram um conjunto apreciável de informações que ainda carecem de análises mais profundas e permitem o estudo de diversas propriedades dos modelos teóricos de leilões.

A discussão do novo marco regulatório para exploração do petróleo encontrado na área do pré-sal está em voga e este trabalho procurou contribuir na apreciação dos resultados do modelo de regulação vigente. Neste sentido, o objetivo aqui foi oferecer uma estimativa das rendas de informação apropriadas pelos concessionários nas dez rodadas de licitação, com o intuito de produzir informações que auxiliem na avaliação do sucesso do governo e das empresas participantes nestes leilões.

A partir de um banco de dados construído com informações sobre todos os leilões realizados de 1999 até 2008, foi implementada uma estimação não-paramétrica das distribuições das avaliações privadas dos participantes, assumindo assimetria e independência entre os lançadores.

Uma análise estatística dos momentos da distribuição dos lances oferecidos, assim como características estilizadas dos leilões brasileiros interpretadas à luz da teoria de leilões, sugerem forte assimetria em favor da Petrobras e da OGX contra os demais concorrentes. Esta assimetria estaria conferindo rendas de informação significativamente superiores para estas empresas quando comparado com o obtido pelas demais vencedoras. Além disso, como era esperado, a renda de informação tende a diminuir em leilões com maior número de participantes. Estes resultados combinados levam a uma escala que vai de uma renda média de 63,4% em leilões com apenas dois participantes e vencidos pela Petrobras ou OGX até uma renda média de 14,6% em leilões com 4 participantes e vencidos por outros lançadores. Desta forma, o governo tende a extrair maior parte do excedente do vencedor quando este não

é a Petrobras ou a OGX e quanto maior for o número de concorrentes no leilão. Entretanto, é importante frisar que apesar da extração de excedente pelo governo ser menor nos leilões vencidos pela Petrobras ou OGX, nestes o valor absoluto do lance vencedor tende a ser maior.

As conclusões deste trabalho não são definitivas e diversas extensões podem ser realizadas. Um caminho natural a se seguir é estimar um modelo estrutural que admita simultaneamente a possibilidade de assimetrias entre os participantes e de valores privados correlacionados, como sugerido por Campo, Perrigne e Vuong (2003). Tal modelo ainda se mostraria limitado com o número de observações atualmente disponível, mas a implementação pelo governo de novas rodadas de licitação pode tornar o conjunto de informações suficiente para esta estimação. Outro desdobramento possível é a estimação de modelos paramétricos para que se permita extrair conclusões a respeito do desenho da política regulatória – através da definição dos parâmetros ideais –, dado que a estimação não-paramétrica implementada neste trabalho não admite conclusões neste sentido. Por fim, estudos que investiguem a natureza da assimetria entre os competidores (informacional, tecnológica etc.) também podem trazer contribuições relevantes para a avaliação destes leilões.

REFERÊNCIAS

BAJARI, P.; HORTAÇSU, A. Are Structural Estimates of Auction Models Reasonable? Evidence from Experimental Data. **Journal of Political Economy**. 113 (4), 2005, 703-741.

BELL, D.; SCHLEIFER, A. **Decisions under Uncertainty**. Cambridge, Mass: Course Technology Inc. (CTI), 1995.

CAMPO, S.; PERRIGNE, I.; VUONG, Q. “Asymmetry in First-Price Auctions With Affiliated Private Values” **Journal of Applied Econometrics**. 18, 2003: 179–207.

GUERRE, E.; PERRIGNE, I.; VUONG, Q. “Optimal Nonparametric Estimation of First-Price Auctions.” **Econometrica**. 68, 2000: 525–74.

HENDRICKS, K.; PORTER, R.; H. BOUDREAU, B. Information, Returns and Bidding Behavior in OCS Auctions. **The Journal of Industrial Economics** Vol. XXXV, p. 517-542, 1987.

HENDRICKS, K.; PORTER, R.. An Empirical Study of an Auction with Asymmetric Information. **American Economic Review** 78, 865-883, 1988.

HENDRICKS, K.; PORTER, R. H; WILSON, C. A. Auctions for Oil and Gas Leases with an Informed Bidder and a Random Reservation Price. **Econometrica**. Vol. 62, nº.6, p. 1415-1414, 1994.

HENDRICKS, K.; PINKSE, J.; PORTER, R.H. Empirical Implications of Equilibrium Bidding in First-Price, Symmetric, Common Value Auctions. **Review of Economic Studies**, 2003.

KAGEL, J.H.; ROTH, A.E. The Winner’s Curse and Public Information in Common Value Auctions. **The American Economic Review**, Vol. 76, n. 5, p. 894-920, 1986.

KAGEL, J. H.; ROTH, A. E. **The Handbook of Experimental Economics**. New Jersey: Princeton University Press, 1997.

KLEMPERER, Paul. Action Theory: A Guide to the Literature. **Journal of Economic Surveys** Vol. 13, p. 227-286, 1999.

KRISHNA, V. **Auction Theory**. Pennsylvania: Academic Press, 2002.

LAFFONT, J.J.; VUONG, Q. Structural Analysis of Auction Data. **American Economic Review** 86, pp. 414-420, 1996.

LI, Q.; RACINE, J. S. Nonparametric Econometrics: Theory and Practice. **Princeton University Press**. Princeton, New Jersey, 2007.

LI, T.; PERRIGNE, I.; VUONG, Q. Structural Estimation of the Affiliated Private Value Auction Model. **RAND Journal of Economics**. 33 (2), 2002, pp. 171-193.

MATTOS, C. Licitações da ANP, Petrobrás e a Maldição do Vencedor. **Valor Econômico**. São Paulo, 23/01/07.

MARQUETTI, A.; VIALI, L. Princípios e Aplicações de Regressão Local. **Revista Análise Econômica**. nº 42, ano 22, 2004.

MCAFEE, R. P.; MCMILLAN, J. Auctions and Bidding. **Journal of Economic Literature** Vol. XXV, p. 699-738, 1987.

MILGROM, P. R.; WEBER, R. J. A Theory of Auctions and Competitive Bidding. **Econometrica**. 50, 1089-1122, 1982.

MYERSON, R. Optimal Auction Design. **Mathematics of Operations Research**. 6, 58-73, 1981.

PAARSCH, H. J.; HONG, H. An Introduction to the Structural Econometrics of Auction Data. **The MIT Press**. Cambridge, Massachusetts, 2006.

PERRIGNE, I.; VUONG, Q. Structural Econometrics of First-price Auctions: A Survey of Methods. **Canadian Journal of Agricultural Economics** 47, 1999, 203–223.

PORTER, R.H. The role of information in U.S. Oil and Gas lease auction. **Econometrica**. 63, 1-27, 1995.

RODRIGUES, L. A.; BUGARIN, M. S. Uma análise dos Leilões Híbridos do Tesouro Nacional. **Ajuste Fiscal e Dívida Pública – 8º Prêmio Tesouro Nacional**, 2003.

SILVERMAN, B. **Density Estimation for Statistics and Data Analysis**. Chapman and Hall, Londres, 1986.

THALER, R. **The winner's curse: paradoxes and anomalies of economic life**. New York: Free Press, 1992.

VICKREY, W. Counterspeculation, auctions, and competitive sealed-tenders. **Journal of Finance** 16, p. 8-37, 1961.

WOLFSTETTER, E. **Topics in Microeconomics: Industrial Organization, Auctions, and Incentives**. Cambridge University Press, 1999.

ANEXO

A Tabela 8 exibe a estatística t para os testes de média dos lances ofertados em blocos localizados no mar. A hipótese nula é que a média do primeiro elemento menos a média do segundo é igual a zero.

Tabela 8. Teste de média – blocos no mar

Petrobras OGX	Petrobras Outros	OGX Outros	Petrobras vs Outros Petrobras vs OGX	OGX vs Outros OGX vs Petrobras
-4.29***	2.74***	7.43***	-2.69***	-0,91
Outros vs Petrobras Outros vs OGX	Outros vs Petrobras Outros vs Outros	Outros vs OGX Outros vs Outros	Lances Consórcio Lances não Consórcio	Lances Consórcio Outros Lances não Consórcio Outros
-1.48*	2.04**	4.68***	-0.54	0.64

***Significativo a 1%; **Significativo a 5%; *Significativo a 10%.

A Tabela 9 exibe a estatística t para os testes de média dos lances ofertados em blocos localizados na terra. A hipótese nula é que a média do primeiro elemento menos a média do segundo é igual a zero.

Tabela 9. Teste de média – blocos na terra

Petrobras OGX	Petrobras Outros	OGX Outros	Petrobras vs Outros Petrobras vs OGX	OGX vs Outros OGX vs Petrobras
não se aplica	4.62***	não se aplica	não se aplica	não se aplica
Outros vs Petrobras Outros vs OGX	Outros vs Petrobras Outros vs Outros	Outros vs OGX Outros vs Outros	Lances Consórcio Lances não Consórcio	Lances Consórcio Outros Lances não Consórcio Outros
não se aplica	-0.31	não se aplica	-0.62	1.58*

***Significativo a 1%; **Significativo a 5%; *Significativo a 10%.