

Determinantes do Lance Vencedor em Leilões de Petróleo e Gás: Avaliando o Caso Brasileiro

Rodrigo Leandro de Moura
IBRE/FGV

Maurício Canêdo Pinheiro
IBRE/FGV

Fernando Daitx
IBRE/FGV

Resumo

A descoberta de novas reservas de petróleo na camada Pré-Sal, no Brasil, tem suscitado o interesse de diversas empresas petrolíferas do mundo todo, com o intuito de participar dos leilões para adquirir o direito de explorar tais reservas. Diversos determinantes podem afetar o comportamento estratégico dos jogadores na definição dos lances em um leilão. Assim, ao contrário da maioria dos estudos empíricos de leilões, consideramos assimetria informacional, segundo Rezende (2008), para obter estimativas estruturais e mais precisas do impacto de diferentes fatores no lance vencedor dos blocos de petróleo no Brasil. Encontramos que diversas variáveis como área e localização do bloco, número de poços perfurados por km^2 e tipos de parcerias entre empresas afetam o lance vencedor. Por fim, verificamos que o problema da "maldição do vencedor" ocasionado pela presença de agentes informados (Petrobras, OGX etc) acaba elevando o valor do lance vencedor.

Palavras-Chave: leilão de petróleo, econometria de leilões, assimetria informacional

Abstract

The discovery of the new pré-sal oil fields have increased the interest of a great number of oil companies around the globe to take part in the auctions to be granted the right to explore such fields. Several determinants can affect the strategic behavior of players choosing bids in an auction. Therefore, differently of most empirical auction's studies, we take into account informational asymmetry, following Rezende (2008), to obtain structural and more precise estimates of the impact of different factors in the winning bid in Brazil. We found that plenty of factors, for instance, track's size and localization, number of wells per km^2 drilled within them and several types of partnerships between companies affect the winning bid. Then, we verify that the problem of the "winning curse" occasioned by the presence of well-informed agents increased the winning bid.

Key-words: oil auction, econometrics of auctions, asymmetric information

JEL Codes: D44, C29, D82

Área ANPEC 7 - Microeconomia, Métodos Quantitativos e Finanças

1 Introdução

A descoberta de novas reservas de petróleo na camada Pré-Sal tem suscitado o interesse de diversas empresas petrolíferas do mundo todo, com o intuito de participar dos leilões para adquirir o direito de explorar tais reservas. O lance estipulado por estas empresas pode depender de diversas variáveis relacionadas ao bem que está sendo leiloado e do ambiente regulatório que ele se insere. A teoria dos leilões afirma justamente que diversas variáveis podem afetar o comportamento estratégico dos jogadores (ou licitantes) em um leilão de forma geral: desde o tipo e regras do leilão que são estipulados até o bem em que está em disputa.

No entanto, segundo Rezende (2008), é ainda comum encontrar estudos que avaliam empiricamente tal questão utilizando métodos simples, mas desprovidos de qualquer causalidade, sem considerar para a existência de assimetrias informacionais. A maioria dos estudos estimam equações do tipo:

$$p = X\beta + \varepsilon \quad (1)$$

onde p é o preço de transação e X é um conjunto de determinantes potenciais deste preço. No entanto, essa é uma forma reduzida (não-estutural), pois não consegue identificar os parâmetros da distribuição das avaliações que os jogadores atribuem ao bem.

O caso de leilões de blocos de petróleo é um exemplo empírico interessante a ser analisado devido a importância da informação sobre a estratégia dos licitantes. Por exemplo, um tipo de informação importante que os jogadores levam em consideração no momento de definir o lance de um leilão é se o bloco já foi oferecido anteriormente e se existem blocos próximos que continham reservas de petróleo. Hendricks e Kovenock (1989) afirmam que a informação pode gerar externalidade positiva neste caso: descoberta de uma reserva é tratada como um sinal de que mais depósitos são prováveis de serem encontrados na área em questão. Com isso, os lances vencedores dos blocos em leilão tendem a aumentar consideravelmente.

No Brasil, a presença de agentes informados (Petrobrás, OGX etc) torna a análise mais interessante, pois o problema da "maldição do vencedor", como conhecido nesta literatura (Capen, Clapp e Campbell, 1971; Thaler, 1988), se torna mais evidente. Este problema surge quando uma empresa ou grupo, que não inclui o agente informado, vence um leilão, e acaba herdando uma "maldição" pelo fato de que tal agente tinha possibilidade de conhecer melhor a área leiloadada e acabou não oferecendo um lance alto por julgar que o risco de não se obter petróleo comercial era alto demais.

Assim, o objetivo deste artigo é avaliar os determinantes do lance vencedor em leilões de bloco de petróleo. Será mensurado o impacto de diversas variáveis relacionadas às características do bloco e das parcerias formadas. Seguiremos a metodologia de Rezende (2008) com o intuito de considerar assimetrias informacionais inerentes em leilões deste tipo. Esta avaliação é importante para entender o comportamento estratégico das empresas em leilões de primeiro preço.

Em relação a literatura, existem poucos estudos que avaliam empiricamente os determinantes do lance vencedor em leilões de bloco de petróleo. Hernandez-Perez (2011b) avalia o comportamento dos licitantes em tais leilões para o Brasil, utilizando a mesma base de dados que utilizamos aqui. A autora encontra que existe alguma evidência que os blocos de petróleo no Brasil são vistos como objetos de valor comum pelas companhias licitantes, ou seja, bens cujo valor real é o mesmo para todos, mas os jogadores têm informação privada sobre qual o seu valor. Ela encontra que os lances são fortemente correlacionados não apenas com características dos blocos tal como tamanho, localização, registro de explorações prévias, mas também com o preço internacional do

petróleo bruto (BRENT). Ou seja, apenas estima uma correlação entre os regressores e os lances dos participantes, tal como a equação (1).

Motta e Ribeiro (2010) também avaliam o impacto de alguns determinantes no lance dos blocos de petróleo. Os autores usam também a mesma metodologia (Rezende, 2008), que utilizamos aqui, e por isso, mais próximo de obter estimativas estruturais e, portanto, providas de causalidade¹. Mas lançam mão de uma base com um conjunto de controles muito reduzido: apenas variáveis dummies de localização e preço do petróleo internacional. Os resultados são os esperados: blocos localizados em Águas Profundas e Rasas apresentam média de lances maior do que os localizados em Terra. Além disso, eles obtêm que o lance vencedor é bastante elástico em relação ao preço do petróleo bruto: 1,59.

2 Legislação

Até 1997, todas as atividades do setor de hidrocarbonetos², tais como pesquisa, lavra das jazidas³, desenvolvimento, produção, refino, transporte, importação e exportação eram monopólio da União. O marco regulatório⁴ dos hidrocarbonetos foi estipulado pela Lei do Petróleo (Lei nº 9.478/1997), que permitiu empresas do setor privado desenvolverem tais atividades⁵.

A mesma Lei criou a Agência Nacional do Petróleo (posteriormente, Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, ANP) para regular a indústria de hidrocarbonetos, tendo como atribuições: elaborar os editais e promover os leilões para a concessão dos blocos para que as empresas explorem, desenvolvam e produzam petróleo comercializável, além de executar e fiscalizar os contratos resultantes dos leilões e fiscalizar a sua. A criação da ANP para regular tal mercado se justifica pela existência de falhas de mercado que reduziriam o valor de riqueza gerado pela exploração do recurso em montante maior do que o custo da agência de se regular tal mercado.

¹Apesar desta metodologia ser mais adequada para avaliar o impacto de tais determinantes no lance vencedor, ela ainda pode sofrer de potenciais problemas de viés de seleção, como discutimos na seção 4 da Metodologia.

²Segundo a Wikipédia, os hidrocarbonetos naturais são compostos químicos formados unicamente por carbono e hidrogênio, aos quais podem se juntar oxigênio, azoto, nitrogênio e enxofre. São formados a mais de 150 km de profundidade da terra, devido a grandes pressões. Através de processos geológicos, são trazidos a regiões de menor pressão, ao longo de milhões de anos, onde podem formar acumulações comerciais, tais como: petróleo, gás natural, carvão etc. Estes são também denominados de combustíveis fósseis.

³Lavra pode se referir ao lugar ou exploração da jazida, sendo esta última definida como o próprio depósito (ou reserva) natural do recurso natural. No caso do texto, refere-se à exploração do depósito natural dos diferentes hidrocarbonetos.

⁴Entende-se como marco regulatório todo o conjunto de normas, leis e diretrizes que regem as atividades dos agentes privados de um determinado setor. A determinação de tais regimentos e sua devida fiscalização é feita por um órgão público imparcial, que consiga conciliar e reger os interesses de todos os agentes envolvidos na atividade e seu comércio: consumidores, governo e empresas concessionárias que detêm a licitação para explorar, desenvolver e produzir o bem regulado. Assim, as leis devem procurar manter o equilíbrio entre o status técnico-jurídico-financeiro das empresas atuantes, os objetivos de arrecadação do governo e bem-estar da população. Assim, através de tal órgão independente (no caso dos hidrocarbonetos, a ANP), o marco regulatório visa fiscalizar o cumprimento de todos os aspectos legislativos do setor, através, por exemplo, de auditorias técnicas-financeiras e manutenção da qualidade dos bens e serviços prestados. A forma como o marco regulatório é definido pode atrair, ou até mesmo inibir, investimentos privados. Assim, a importância do marco regulatório, segundo a teoria econômica, é sempre atuar onde existe imperfeições de mercado, contribuindo assim para uma melhora da eficiência do setor e elevação dos excedentes extraídos por todos os agentes envolvidos.

⁵A Petrobrás é atualmente a líder do mercado em tais atividades.

O problema que ocorre no mercado de petróleo é o *common pool problem*, conhecido de livros-texto, onde sem regulação, as empresas têm o incentivo de sobreperfurar poços para produzir a máxima quantidade possível, o que culmina em uma queda rápida na pressão da reserva de petróleo reduzindo a soma possível de drenagem de petróleo, ou seja, muitos poços perfurados na mesma área reduzem a capacidade total da reserva (Hernandez-Perez, 2011a).

Para uma empresa se tornar apta a dar lances em licitações de blocos de petróleo, a mesma deve passar por alguns critérios técnicos-jurídicos-financeiros estipulados nas normas dos editais publicados pela ANP. Em suma, as empresas licitantes podem ser classificadas em três categorias: A, B e C. A primeira categoria (A) permite que a empresa atue em blocos de petróleo localizados em terra, águas rasas ou profundas⁶, podendo oferecer lances para tais blocos em consórcio com outras licitantes ou até mesmo sozinha. Já na segunda categoria (B), a licitante pode oferecer lances e desenvolver atividades em blocos de terra ou águas rasas, sem a necessidade de formação de consórcios. Para atividades em águas profundas, é necessário que a mesma se una a um consórcio cuja operadora seja da categoria A. E por fim, a terceira categoria (C) permite que a empresa opere apenas em blocos de terra, podendo dar lances sozinha. No caso de blocos em água, deve se unir a um consórcio cuja operadora seja de no mínimo categoria B, para águas rasas, ou A, para águas profundas.

Além desta qualificação, a empresa deve fazer uma manifestação prévia de interesse em ganhar concessões em blocos de um determinado setor ou conjunto de setores e pagar, então, a taxa mínima de participação exigida para o setor interessado. Por fim, há ainda um valor mínimo de bônus de assinatura exigido para cada bloco nos lances e, dependendo da rodada, percentuais mínimos de compromisso com a aquisição no mercado local de bens e serviços utilizados nas etapas de exploração e de desenvolvimento do bloco (denominado como requisitos de conteúdo local) e um programa exploratório mínimo, medido em unidades de trabalho de acordo com critérios pré-estabelecidos nos editais.

Os valores dos bônus de assinatura mínimos são, além de uma restrição de participação, uma boa aproximação para o conhecimento que se têm ex ante acerca do valor do bloco e serão utilizados mais adiante no modelo econométrico que buscará explicar os valores dos lances oferecidos pelos blocos em leilão.

O leilão de concessões propriamente dito ocorre em datas e em sequências determinadas pelos editais. As empresas ou consórcios qualificados a oferecer lances ofertam-os de uma única vez em envelopes fechados. Lances para blocos de um mesmo setor podem ser oferecidos em um mesmo envelope, de modo que não são de conhecimento dos demais participantes do leilão os blocos específicos em que determinada empresa oferece um lance, elas conhecem apenas o setor em que ela participa. Vencido o prazo para a entrega dos envelopes, eles são abertos ao público e vence o leilão a empresa ou consórcio que obtiver o maior número de pontos, calculados em quatro partes.

A primeira é correspondente ao bônus de assinatura, a segunda e a terceira, aos percentuais de compromisso com a aquisição de conteúdo local nas fases de exploração e de desenvolvimento e a quarta, à quantidade de unidades trabalho ofertada no programa de exploração da empresa para o bloco. As quatro partes são calculadas como a proporção da quantidade ofertada pela empresa no lance em relação à maior quantidade ofertada dentre os lances para aquele bloco. As

⁶Um bloco é classificado como de Águas Profundas se o mesmo estiver localizado sob uma lâmina de água média (distância da superfície até o bloco) superior a 400 metros. Se a distância for inferior a 400 metros, o bloco é definido como de Águas Rasas. São considerados blocos em Terra também aqueles situados sob o leito de rios, como alguns blocos da bacia do rio Amazonas.

proporções de cada uma das três partes são ponderadas, para a obtenção da pontuação final, por pesos que diferem substancialmente ao longo das rodadas.

Nas quatro primeiras rodadas a proporção referente ao bônus de assinatura equivalia a 85% da pontuação final e o conteúdo local, 15%, sendo 3% do ofertado na fase de exploração do bloco e 12% no desenvolvimento do campo. O programa exploratório mínimo não tinha nenhum peso, pois era determinado pelo regulador nos contratos e não fazia parte do lance ofertado. Nas rodadas 5 e 6, o peso do bônus de assinatura, conteúdo local na exploração, no desenvolvimento e o programa exploratório tinham pesos, respectivamente, de 30%, 15%, 25% e 30%. Da rodada 7 em diante, os respectivos pesos passaram a ser de 40%, 5%, 15% e 40%.

Note que é possível que um lance seja o vencedor do leilão, ou seja, que tenha a maior pontuação, sem que ele ofereça o maior bônus de assinatura. Nas rodadas de 1 a 4, como a pontuação referente a esse bônus representa 85% da pontuação total, os casos em que o vencedor do leilão não oferece o maior bônus são mais raros (ocorre apenas uma vez no total de 42 blocos que receberam mais de um lance nestas rodadas). Nas demais rodadas, em que esse percentual se reduz para 30% (rodadas 5 e 6) ou para 40%, são mais comuns vencedores que não oferecem o maior bônus de assinatura no lance.

No entanto, o que prevalece como padrão (ocorre em 763 dos 803 blocos arrematados) é que o vencedor do leilão também é aquele que oferece o maior bônus de assinatura, sendo o item mais importante na diferenciação entre os lances oferecidos pelos concorrentes a um bloco. Por conta disso, e também pela dificuldade de auferir em unidades monetárias as duas outras componentes, utilizamos o valor do bônus de assinatura oferecido como aproximação para valor dos lances oferecidos e para as comparações quantitativas entre eles.

Após o leilão, a concessão para a exploração do bloco licitado é, finalmente, feita ao consórcio vencedor e pode durar até 35 anos, incluídas neste tempo as fases de exploração e produção. Ao término deste tempo, as áreas devem retornar ao controle da União Federal, detentora do monopólio sobre elas. De acordo com os editais lançados ao início de cada rodada de licitação, a fase de exploração dura de três a oito anos, variando de acordo com o Programa Exploratório Mínimo proposto pelo lance oferecido pelo concessionário no leilão e com a norma pré-estabelecida nos editais, e é dividida em duas etapas.

Na primeira etapa são realizados estudos geofísicos e geológicos detalhados e coleta de materiais sedimentares que podem revelar a presença ou não de determinada probabilidade de encontrar hidrocarbonetos no subsolo da área concedida. No segundo período, além de novos levantamentos técnicos, deve ser perfurado pelo menos um poço exploratório no bloco. Ao final de cada um dos períodos o concessionário, em nada encontrando de interesse nos estudos realizados, pode optar por devolver a área concedida à agência reguladora para que ela seja leiloada novamente ou pode, também, vendê-la a qualquer momento a uma outra empresa interessada em explorá-la .

A cada ano que decide permanecer com o bloco na fase de exploração, o concessionário está sujeito ao pagamento de uma taxa (que varia de acordo com o bloco) pela retenção da área, paga por metro quadrado mantido sob concessão. Esta taxa serve para reduzir o incentivo que o concessionário teria em manter as áreas como reserva de valor e, por isso, esperar que o preço do petróleo atinja determinado nível que considere rentável o suficiente para começar a explorá-la. Outro objetivo da taxa é evitar que os concessionários esperem que outras empresas concessionárias de áreas vizinhas realizem levantamentos e anunciem suas descobertas para “pegar carona” nestes estudos, estratégia perversa quando escolhida por todas firmas (jogadoras) decidindo otimamente dada a estratégia da rival que gera um equilíbrio, no limite, em que nenhum estudo na bacia é

realizado, nenhum recurso é extraído e nenhuma riqueza é gerada.

Ao final do segundo período de exploração, se desejar manter a concessão, o concessionário deve declarar a comercialidade do bloco (ou da parte dele que deseja manter) e submeter ao regulador um plano de desenvolvimento para a área, que, se aprovado, determinará o caminho a ser percorrido até o início da produção. O bloco (ou a parte declarada comercial), então, ganha uma nova denominação e passa a ser tratado como um campo de produção. O tempo de concessão do campo, que compreende a fase de produção de petróleo e/ou gás natural, é de 27 anos. Ao petróleo e ao gás extraídos, estão sujeitos royalties de até 10% da produção e participações especiais de até 40% sobre a receita líquida da produção, sendo que estas são cobradas apenas em alguns campos em que a rentabilidade é considerada muito elevada e é variável de acordo com localização da lavra, com a profundidade batimétrica e com o número de anos em que o campo está em produção. Nos campos em terra, o concessionário tem ainda o dever de pagar até o equivalente a 1% da produção total de petróleo e/ou gás natural do campo ao proprietário da terra, quando esta for de propriedade particular de um terceiro.

3 Teoria dos Leilões: Aplicação ao Petróleo e Derivados

Em teoria dos leilões, diversas variáveis podem afetar o comportamento estratégico dos jogadores (ou licitantes) em um leilão: desde o tipo e regras do leilão que são estipulados até o bem em que está em disputa. No caso do leilão dos blocos petrolíferos, no Brasil, o modelo adotado é o leilão de primeiro preço, onde o agente que dá o maior lance ganha o bem. Sabe-se da teoria que os jogadores ofertam um lance que seja igual ao segundo maior lance esperado. Assim, os jogadores não ofertam o valor próprio que dão ao bem e, portanto, em termos de arrecadação, para o leiloeiro (no caso o governo), tal modelo é pior⁷. E quando o vencedor ganha com um lance (muito) acima do segundo maior lance, isso é considerado uma má notícia, pois ele acabou pagando um valor bem acima do valor de mercado, deixando "dinheiro na mesa".

Além disso, a expectativa formada pelos agentes em relação ao valor do bloco é crucial na definição do lance. A ANP fornece diversos tipos de informações geológicas sobre o bloco que auxilia na formação destas expectativas.

No entanto, além destas informações, pode ocorrer assimetria informacional: a presença de jogadores mais informados que outros. Um exemplo é o caso da Petrobrás (BR), que por conhecer e monopolizar a muito tempo o mercado petrolífero brasileiro, tanto em termos de exploração como de produção, apresenta um maior conjunto de informações, podendo prever com maior exatidão o potencial de uma determinada reserva, antes de ser leiloada. Assim, muitos licitantes procuram formar consórcios com a BR - oferecendo em contrapartida algum tipo de informação ou tecnologia diferente para extração do petróleo - afim de reduzir as incertezas sobre o retorno inerentes a este mercado. Segundo Hernandez-Perez (2011a) tal risco comercial está relacionado à volatilidade do preço e o risco do custo de extração do petróleo. Este último fator tem ganhado destaque visto que as áreas de fácil extração têm se esgotado e, assim, a indústria tem sido levada a áreas de

⁷Por exemplo, o modelo de leilão de segundo preço, cujo o jogador que der o maior lance paga pelo bem o lance ofertado pelo segundo maior, tem um valor esperado de venda do bem maior do que o leilão de primeiro preço. Isso ocorre pois, neste caso, os agentes ofertarão o valor que dão ao bem, visto que pagarão apenas um valor mais baixo caso ganhem. Esse comportamento é ótimo para todos agentes e, assim, o leiloeiro consegue extrair o valor de reserva que tais jogadores estipulam para o bem leiloado, e assim, o valor esperado de venda será maior.

águas profundas cujo petróleo é de difícil extração, como é o caso do Pré-Sal. Neste caso, a BR tenderá a ganhar os blocos mais rentáveis.

Existe um outro termo importante nesta literatura que está relacionado de certa forma à presença de agentes informados. Quando uma outra empresa ou consórcio ganha um consórcio que a BR não disputou ou deixou de ganhar, provavelmente este grupo adquiriu um bloco de baixo retorno, gerando o chamado "problema da maldição do vencedor", como conhecido na literatura. Capen, Clapp e Campbell (1971) foram os primeiros a discutir tal conceito no contexto de leilões de blocos de petróleo. Posteriormente Thaler (1988) tratou deste dilema, em um contexto geral, mas exemplificando para o caso do petróleo. Ele assume um leilão de valor comum⁸, onde cada consórcio obtém uma estimativa do valor que atribui ao bem que está sendo leiloado⁹. Sendo as estimativas não viesadas, então sua média será igual ao valor comum da área leiloada. No entanto, a variância das estimativas será alta, visto que pode ser difícil prever a soma real de petróleo no local. Assim, a firma que ganha o leilão acaba sendo um perdedor herdando a "maldição" de ter que explorar o bloco, visto que o valor atribuído excedeu o valor da área. No leilão de primeiro preço, Thaler (1988) aponta dois fatores que atuam em direções opostas: (i) um aumento no número de participantes implica que o jogador deve bidar um lance maior para ganhar, mas por outro lado, (ii) quanto mais concorrentes, maior a chance de se sobrestimar o valor da área e ganhando o bloco, maior o montante "deixado na mesa" e, portanto, induzindo a um lance menor. Assim, o número de participantes é uma variável estratégica importante para definir o lance a ser ofertado.

Outro aspecto interessante da teoria é que o regulador deve estipular prazos e regras na fase de exploração do bloco para que o consórcio vencedor pefure-o e busque por petróleo. Caso contrário, o bloco servirá apenas como uma opção de *hedge* contra incertezas econômicas e flutuações do preço do petróleo. O atraso nas perfurações ocorrem, por exemplo, quando dois ou mais grupos de empresas dividem o mesmo depósito petrolífero. Segundo Hendricks e Kovenock (1989), cada firma deixa a outra incorrer no custo de perfuração do poço. Assim, o regulador deve especificar o prazo máximo de exploração, com multas em caso de descumprimento. A ANP estipula tais limites, conforme já explicitado em seção anterior.

Assim, esta discussão teórica nos leva a considerar diversas variáveis como determinantes do lance vencedor que serão apresentadas na seção a seguir.

4 Metodologia

Para a análise dos determinantes dos lances dos blocos de petróleo seguiremos a metodologia de Rezende (2008, daqui em diante Rezende), que propõe um método de estimar os parâmetros estruturais da distribuição das valorizações sobre o bem que está sendo leiloado. O grande mérito desta metodologia é que sua técnica é simples, mas corrige para alguns problemas comuns nesta literatura de análise empírica de leilões.

⁸Um leilão é de valor comum quando todos os jogadores atribuem o mesmo valor ao bloco que é colocado a leilão.

⁹Este é o caso de um leilão de segundo preço, como visto em nota anterior. No caso do leilão de primeiro preço, modelo adotado no caso brasileiro, o consórcio estimará o valor que todos os jogadores atribuem ao bloco, oferecendo, assim, um lance um pouco acima do maior entre eles (ou seja, oferta a segunda maior valorização mais um valor infinitesimal) e não o que o próprio consórcio atribui ao bloco.

Segundo Rezende, um erro comum é que muitos estudos estimam regressões do seguinte tipo:

$$p_i = X\beta + u_i$$

onde p_i é o preço de transação do bem leiloado, X são regressores e u_i é um termo aleatório. No entanto, essa é uma forma reduzida (não-estutural), pois não consegue identificar os parâmetros da distribuição das avaliações que os jogadores atribuem ao bem. Um conceito adequado de demanda por um bem deve envolver tal medida e não o preço, afim de isolar os efeitos de oferta, por exemplo. Principalmente em leilões de primeiro preço, que é o caso no Brasil, o jogador nunca bida um lance que seja sua real apreciação do bem. Mas, o problema passa a ser como obter alguma medida deste valor que o jogador atribui.

O método procura modelar os parâmetros de localização (média) e escala (variância) da distribuição das apreciações do valor de cada jogador. Utilizando a mesma notação de Rezende, seja V_{il} o valor atribuído pelo jogador no l –ésimo leilão, em um total de L leilões. Seja μ_l a média e σ_l o desvio-padrão de tais apreciações.

As hipóteses necessárias, assumidas por Rezende são:

Hipótese 1 $V_{il} = \mu_l + \sigma_l \varepsilon_{il}$, onde ε_{il} são independentemente e identicamente distribuído com distribuição F .

Hipótese 2 (Linearidade) $\mu_l = X_l \beta$ e $\sigma_l = Z_l \alpha$

Hipótese 3 (Exogeneidade) O número de jogadores, n_l , é exógeno e de conhecimento comum. Licitantes são neutros ao risco, e maximizam seus lucros a cada leilão (ou seja, a decisão do leilão atual que depende da decisão tomada ou a ser tomada em outro leilão)

Hipótese 4 As regras do leilão são tais que o bem é sempre atribuído ao jogador que tem atribuído o maior valor ao bem, e o jogador com menor valor espera não pagar nada.

A hipótese 1 é feita para simplificar os cálculos para que o valor padronizado $\varepsilon_{il} = (V_{il} - \mu_l) / \sigma_l$ tenha uma distribuição comum F que não variem entre os leilões e jogadores, além de ser independente. Essa hipótese é um requisito dos modelos padrões de teoria dos leilões: em um contexto de valorizações simétricas independentes. No entanto, abaixo Rezende estende o modelo para o caso das valorizações não serem independentes, considerando para assimetria informacional. A hipótese 2 também é por simplicidade, os resultados são válidos quando aplicamos mínimos quadrados não-lineares¹⁰. A hipótese 3 é uma hipótese forte o que limita o método, principalmente por existir a possibilidade de n_l ser endógena. A hipótese 4 é válida no contexto de leilões de primeiro preço, tal como ocorre no caso que estamos analisando.

O método usa um dos teoremas principais de teoria dos leilões, o chamado teorema da equivalência da receita esperada (Myerson, 1981):

Teorema 5 ([Myerson, 1981]) O teorema afirma que:

$$E[p_i | X_l, Z_l, n_l] = E[V_{(2:n_l)} | X_l, Z_l, n_l]$$

onde, $V_{(2:n_l)}$ é a estatística de segunda ordem entre as apreciações de todos os jogadores. Ou seja, o valor esperado do lance vencedor para o bem será igual à segunda maior valorização entre os participantes do leilão.

¹⁰Nesta versão do artigo, aplicamos apenas MQO, ou seja, considerando a hipótese 2 de linearidade.

Assim, ao modelarmos os determinantes do lance vencedor do leilão, estaremos avaliando o que determina a valoração atribuída ao bloco leiloado. Dada as hipóteses anteriores, Rezende obtém:

$$\begin{aligned}
E [p_l | X_l, Z_l, n_l] &= E [V_{(2:n_l)} | X_l, Z_l, n_l] \\
&= E [\mu_l + \sigma_l \varepsilon_{(2:n_l)} | X_l, Z_l, n_l] \\
&= \mu_l + \sigma_l E [\varepsilon_{(2:n_l)}] \\
&= X_l \beta + Z_l \alpha a(n_l)
\end{aligned} \tag{2}$$

onde $a(n_l) = E [\varepsilon_{(2:n_l)}]$. Assim, basta aplicarmos Mínimos Quadrados Ordinários para obtermos estimativas de β e α não-viesadas e consistentes, pois o modelo é linear nos parâmetros e pelas hipóteses enunciadas anteriormente os regressores não são endógenos. No caso de uma distribuição F desconhecida, Rezende propõe flexibilizar a estimativa do termo $a(n_l)$: incluir variáveis dummies d_{kl} para o caso em que $n_l = k$, ou seja, dummies quando o número de participantes for igual a um, dois, três etc.

Consideramos o caso homocedástico, quando $\sigma_l = \sigma$, ou seja, Z_l contém apenas a constante. Reescrevendo a forma funcional da média como $\mu_l = X_l \beta = \beta_0 + x_l \beta_1$, e substituindo no modelo da equação (2) acima:

$$E [p_l | X_l, Z_l, n_l] = x_l \beta_1 + \sum_k d_{kl} [\beta_0 + \sigma a(k)] = x_l \beta_1 + \sum_k d_{kl} \delta_k \tag{3}$$

onde o somatório no k é sobre os possíveis valores de n_l e $\delta_k = \beta_0 + \sigma a(k)$. Para obter estimativas dos regressores (x_l) que afetam apenas a média, basta aplicar o método de MQO, regredindo p_l contra x_l e as dummies d_{kl} . O intercepto β_0 não pode ser identificado e, será absorvido pelos coeficientes das dummies d_{kl} .

As variáveis explicativas, contidas em x_l , que serão consideradas são variáveis dummies para localização do bloco (localizacao), ou seja se está em terra, águas rasas ou águas profundas, o número de poços perfurados antes da rodada dentro de cada bloco por quilômetro quadrado, o número de vezes que um mesmo bloco foi colocado em leilão (repets), o log da área de cada bloco em quilômetros quadrados, o log do número de blocos oferecidos por bacia em cada rodada, dummies para o formato de parceria pelo tamanho das empresas (parceriasLF) - sendo F solo se for apenas uma empresa e a mesma for pequena, L solo se for grande, LL, se o consórcio for formado por duas ou mais empresas grandes, FF se todas forem pequenas e LF se tiver pelo menos uma grande e pequena - e o log do preço do petróleo bruto (brent).

O modelo (3) é um dos mais simples, dentre os propostos por Rezende. Um modelo mais completo, mostrado pelo autor, propõe considerar um conjunto maior de variáveis, ou seja:

$$E [p_l | X_l, Z_l, n_l] = X_l \beta + Z_l \alpha \tilde{a}(R_l) \tag{4}$$

onde, $\tilde{a}(R_l)$ exerce o mesmo papel que $a(n_l)$, apresentado acima, mas agora, utilizamos o vetor de variáveis R_l que captura todas as mudanças ocorridas entre os leilões, dentre elas: mudança nas regras dos leilões e variação nos níveis de participação dos jogadores. Em relação ao primeiro grupo de variáveis, incluímos dummies para cada rodada, que reflitam mudanças de regras que ocorreram entre as rodadas¹¹, bem como incluímos apenas dummies que capturaram mudanças específicas de

¹¹Logicamente, este conjunto de dummies captura não apenas mudanças de regras entre as rodadas, mas qualquer tipo de choque econômico que tenha afetado igualmente todos os participantes daquela determinada rodada.

algumas regras, tal como mudanças nos percentuais de conteúdo local, como descrito na seção 2. Em relação ao segundo grupo, além das dummies para número de participantes (já considerada no modelo (3)), incorporamos também dummies para a presença de participantes informados (no caso se BR ou OGX participaram do leilão, separadamente). Isso é importante, pois no caso dos leilões de petróleo no Brasil, existe assimetria de informação que gera apreciações do valor do bloco distintas entre os licitantes, condicionado nas características observáveis do bloco e dos licitantes (estas que não reflitam assimetrias no comportamento).

Assim, o modelo (3) é generalizado, bastando para isso, segundo Rezende, incluir dummies para todas as interações das variáveis contidas em R_l . Assim, no nosso caso, interagiremos as dummies d_{kl} com as dummies para rodadas e/ou as dummies para participantes informados (BR ou OGX).

Vale destacar duas desvantagens deste método, apontado pelo próprio autor. Primeiro, os coeficientes das variáveis que afetam a média do preço de transação deve afetar todos os participantes da mesma maneira¹². Segundo, R_l deve ser exógeno. Geralmente, as dummies relacionadas ao número de participantes são endógenas, visto que os blocos mais rentáveis tendem a atrair mais participantes, dadas suas classificações de operação (A, B ou C, como descrito na seção 2) além do fato da ANP impor um lance mínimo de participação, o que para alguns participantes pode ser uma restrição de exclusão, fazendo com que não possamos observar nem os lances nem o número de licitantes abaixo deste preço de reserva¹³.

5 Base de Dados e Estatísticas Descritivas

A base de dados utilizada neste estudo foi construída a partir de cruzamento de informações públicas contidas nos websites da ANP e do BDEP (Banco do Dados de Exploração e Produção). Do primeiro tirou-se sobretudo informação acerca dos blocos em si e de suas características mais gerais (como bid, localização, área, etc) e no BDEP, informações a respeito dos poços.

Usamos como variável explicada, $\ln bid1_2010$, o log natural do maior bônus oferecido para cada bloco ofertado a preços de 2010 (sendo este bônus, $bid1_2010$). Apesar do bônus de assinatura ser apenas um componente no cômputo da pontuação final de cada consórcio, utilizamos tal variável pois é o único componente expresso em termos monetários. No entanto, para provar que o bônus é uma boa variável *proxy* para a pontuação e, portanto, para a oferta final dada pelo bloco, verificamos que a maior parte dos blocos comprados (aproximadamente 95%) o foram pelo lance que tinha o maior bônus.

É interessante notar como a maior percentagem de blocos vendidos está em terra, o que poderia ser explicado pelo fato de que seu bônus mínimo é em média menor que os bônus de blocos marítimos além das exigências menores feitas às empresas interessadas em blocos em terra. Ainda

¹²As dummies para participantes informados não entram na especificação da média, mas apenas na flexibilização da estimativa de $\hat{a}(R_l)$.

¹³A correção do problema de endogeneidade não será tratado neste artigo, visto que o método apesar de inovador, não corrige este aspecto e dado que nossa intenção é obter estimativas dos parâmetros estruturais, mesmo que impondo hipóteses relativamente fortes. Ou seja, como já citado, o objetivo é identificar os parâmetros da distribuição das apreciações que os jogadores atribuem ao bloco leiloado.

Ainda não existem técnicas que simultaneamente corrijam a potencial endogeneidade e forneça estimativas estruturais de tais parâmetros.

No entanto, na seção 5, apresentamos algumas estatísticas que minimizam o problema do lance ótimo ser truncado pelo bônus de assinatura mínimo estipulado pela ANP.

assim é importante notar que os blocos de águas profundas, apesar de terem os maiores bônus mínimos em média são o segundo maior grupo mais vendido.

Tabela 1. Estatísticas Descritivas das Variáveis incluídas no Modelo Econométrico

Variáveis	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
bid1_2010	10,700,000	36,900,000	11,879	383,000,000
lbid1_2010	13.27	2.59	9.38	19.76
Dummies para localização:				
localizacao==Águas Profundas	0.30	0.46	0	1.00
localizacao==Águas Rasas	0.09	0.28	0	1.00
# de blocos perfurados no bloco antes da rodada por km2	0.04	0.07	0	0.67
Dummies para número de participantes (n _i =k):				
k=2	0.21	0.41	0	1
k=3	0.07	0.26	0	1
k=4	0.03	0.18	0	1
k=5	0.02	0.13	0	1
k=6	0.01	0.09	0	1
k=7	0.002	0.05	0	1
k=8	0.002	0.05	0	1
Dummies para o número de vezes que um bloco foi ofertado				
repets==2	0.16	0.37	0	1
repets==3	0.08	0.26	0	1
repets==4	0.01	0.12	0	1
Área do bloco em km2	670	1,207	11.42	14,088
log da Área do bloco em km2	5.11	1.73	2.44	9.55
Total de blocos oferecidos na rodada, por Bacia	91	83	1	326
log do total de blocos oferecidos na rodada, por Bacia	3.95	1.25	0	5.79
Dummies para tipo de consórcio:				
Fsolo	0.36	0.48	0	1
LF	0.21	0.41	0	1
LL	0.05	0.21	0	1
Lsolo	0.31	0.46	0	1
Preço do petróleo Brent em t	593	159	174	974
log do preço do petróleo Brent em t	6.34	0.31	5.16	6.88
Área total por rodada-bacia	20,313	51,395	28	238,037
log da área total por rodada-bacia	8.55	1.46	3.33	12.38
Dummy para OGX concorrendo pelo bloco	0.03	0.17	0	1
Dummy para Petrobras concorrendo pelo bloco	0.58	0.49	0	1
# de observações	804			

Fonte: Elaboração Própria a partir da Base de Dados de Leilões do IBRE criada a partir de informações públicas da ANP

Há ainda que se perceber que a PETROBRAS, um agente bem informado, como dito anteriormente, participou de 57% dos leilões em que houve compra do bloco. Apesar dos números de participação da OGX serem pequenos, não se pode desconsiderá-la como um jogador importante nesses leilões. Deve-se levar em consideração que ela só começou a participar de leilões mais recentes enquanto a PETROBRAS, por exemplo, participou desde o primeiro leilão.

No que diz respeito à questão dos blocos comprados pelo valor mínimo ou algum valor próximo, tem-se que nenhum lance foi exatamente igual a ele e que mesmo ofertas ao seu redor são exceção. Evidência do último é que os lances até 1000 reais mais caros que o bônus mínimo correspondem a apenas uma parte pequena (7,79%) do universo de todos os lances. Em relação ao

universo de lances ganhadores apenas - apesar de aumentar um pouco - continuam representando um percentual pequeno (8,87%).

Outro ponto importante a ser levantado é que usamos apenas os blocos vendidos para nossas regressões. Isso é importante, pois se deve deixar bem claro que está se fazendo uso das informações que mostram quanto valor as empresas dão aos blocos e que por isso mesmo tivemos que fazer uma seleção nos dados. De fato dos 3794 blocos ofertados pela ANP, apenas 803 foram comprados (21,2%). Esse problema se tornou especialmente observável a partir da quinta rodada, quando a ANP aumentou o número de blocos ofertados e diminuiu seu tamanho médio. Para se ter uma comparação, basta perceber que na segunda rodada foram ofertados 23 blocos com uma área média de 2580 km² e se venderam 21 deles (91,3%, a maior porcentagem de vendas dentre todas as rodadas) e na quinta, quando foram oferecidos 908 blocos com área média de 179 km², apenas 101 foram vendidos (11,1%, a menor porcentagem dentre as rodadas). É preciso notar que a ANP diminuiu o número de blocos ofertados a partir da oitava rodada, mas esse número não voltou a ser tão baixo como nas primeiras quatro e sua área média não aumentou muito (era 351 km² na sétima, e 358 na oitava).

6 Resultados

Nesta seção apresentaremos os resultados dos modelos econométricos propostos na seção 4 da Metodologia. Inicialmente, na tabela 1, do Apêndice, apresentamos o modelo mais simples, sem aplicar o ajuste de Rezende (2008). A partir da primeira coluna, notamos que a localização do bloco que está sendo oferecido é relevante para o *bid* vencedor. Em termos de magnitude, notamos que os blocos localizados em águas profundas são mais valorizados do que os localizados em terra e águas rasas, e estes, por sua vez, mais do que os em terra. Em números, os blocos em águas profundas são arrematados por um lance, em média, 1847% maior do que aqueles em terra¹⁴, enquanto o bloco em águas rasas recebe um lance 555% maior. Assim, comparando águas profundas com águas

¹⁴Como estamos tratando de uma variável discreta, a mudança percentual exata do impacto de tal variável no bid vencedor será:

$$\left[\exp(\hat{\beta}) - 1 \right] 100\%$$

onde, $\hat{\beta}$ é o coeficiente de tal variável. Neste primeiro caso citado, seria $\hat{\beta} = 2.969$.

rasas¹⁵, o impacto é de 197% estatisticamente maior para o primeiro grupo¹⁶. Assim, esse impacto é intuitivo com o fato de que blocos em águas profundas tendem a ser mais rentáveis e isso, é corretamente previsto pelas empresas licitantes, pelo fato destas terem uma maior probabilidade de obter um volume maior de hidrocarbonetos comercializáveis.

A variável do logaritmo do número de poços já perfurados por km² suaviza a grande variabilidade de perfurações entre os blocos devido a diferenças de áreas entre si. O coeficiente mostra que as empresas valorizam bastante blocos que já tiveram perfurações antes, pois tal variável é uma boa medida de informação pública sobre o poço, ou seja uma boa aproximação do potencial da área a ser explorada. Para se ter uma idéia, um bloco que teve 0.037 poço/km²¹⁷ ou 3.7poços/100km² perfurados a mais, é 19% mais valorizado.

As variáveis dummies para número de vezes que o bloco foi ofertado (repets) mostram que, quando o bloco é oferecido pela terceira vez, ele acaba tendo uma desvalorização, pois pode ser um sinal para as licitantes de que o mesmo pode conter petróleo de difícil extração, por exemplo.

Somente estes três grupos de variáveis explicam 26% da variabilidade dos bids vencedores, segundo o R^2 ajustado¹⁸.

Na coluna 2, observamos uma relação de complementariedade forte (elástica) entre a área (em km²) do bloco e o lance vencedor: para um aumento de 1% na área, o bloco vendido é valorizado em 0.81%. Logicamente isso ocorre pois blocos de áreas maiores terão uma maior probabilidade de conter mais petróleo e, portanto, maior chance de obter um retorno financeiro maior. Observamos também uma elasticidade negativa em relação ao número de blocos ofertados em uma determinada bacia, por rodada. Ou seja, apesar das licitantes pagarem mais por blocos maiores, elas descontam quando o regulador (ANP) aumenta o número de blocos ofertados numa mesma base. Este resultado também foi encontrado em Hernandez-Perez (2011b). Isso pode ocorrer pois muitas vezes blocos vizinhos dividem a mesma reserva de petróleo, o que implica em processos de unitização, caso o outro bloco tenha sido ganho por outro consórcio. Neste caso, o desenho atual do leilão gera, segundo Hernandez-Perez (2011b), uma deseconomia de escala, pois as firmas não saberão ao certo qual reserva terão efetivamente (obtendo por exemplo blocos contíguos

¹⁵Para medir este impacto, em termos percentuais exatos, note que o cálculo correto é:

$$\begin{aligned}\ln \hat{p}^{Profundas} - \ln \hat{p}^{Terra} &= \hat{\beta}_1 \\ \ln \hat{p}^{Rasas} - \ln \hat{p}^{Terra} &= \hat{\beta}_2\end{aligned}$$

Subtraindo a segunda da primeira expressão, obtemos:

$$\begin{aligned}\ln \hat{p}^{Profundas} - \ln \hat{p}^{Rasas} &= \hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_2 \\ \frac{\hat{p}^{Profundas} - \hat{p}^{Rasas}}{\hat{p}^{Rasas}} &= \exp(\hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_2) - 1\end{aligned}$$

e, por fim, multiplicando por 100%.

¹⁶O teste F sobre a restrição não-linear:

$$\exp(\hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_2) - 1 = 0$$

apresentou uma estatística igual a 3.35, a qual rejeita tal hipótese nula a 10%.

¹⁷Média da amostra.

¹⁸Em uma regressão incluindo apenas variáveis dummies para localização, estas explicam 24 % da variabilidade do log do bid. Tal regressão foi omitida mas pode ser requerida aos autores.

que dividem a mesma reserva) e, por isso, oferecem um lance menor devido a essa incerteza. Além disso, incluímos também variáveis dummies para os setores das bacias sedimentares, onde está localizado os blocos, e, portanto, notamos um forte aumento do R^2 ajustado, indicando que as empresas vencedoras consideram fortemente, não apenas se o bloco está em água ou terra, mas principalmente em qual setor o mesmo se localiza, no momento de definir o valor do *bid* no leilão¹⁹.

Das variáveis incluídas apenas no modelo da coluna 1, vale destacar que as dummies para localização apresentaram coeficientes menores no modelo da coluna 2. Isso ocorre porque boa parte do efeito anterior, relativo às dummies de águas, originava-se do fato dos blocos em águas serem maiores em área e quantidade²⁰ e, conseqüentemente, bem mais valorizados, por terem uma maior probabilidade de se obter um volume grande de petróleo. Além disso, o efeito anterior era maior pois os blocos mais valiosos ficavam em determinados setores/bacias (por exemplo, Bacia de Campos e de Santos) que eram predominantemente localizados em água.

Na coluna 3, incluímos as variáveis dummies para parcerias entre empresas. Notamos que empresas pequenas, quando ofertam sozinhas, apresentam lances 29% menores do que empresas pequenas que formam consórcio para entrar conjuntamente no leilão. Enquanto empresas grandes sozinhas (em conjunto) bidam em média 170% (630%) a mais. Observamos também uma elasticidade quase unitária entre o preço do petróleo bruto (brent) mundial e o lance, refletindo que pressões de demanda (ou contração da oferta) no mercado mundial afetam o lucro esperado das firmas no mercado nacional. No entanto, tal elasticidade é menor do que a encontrada por Motta e Ribeiro (2010), visto que estamos controlando para mais fatores, o que provavelmente diminui o impacto potencial do preço do petróleo.

Na coluna 4, testamos se o chamado "efeito retalho", mostrado na seção 5, observado ao longo das rodadas tem algum impacto no lance vencedor, ou seja, a ANP passou a ofertar mais blocos, mas com áreas menores, e assim, avaliamos se isso fez com que houvesse um ganho (ou perda) na arrecadação dos blocos. Para isso, incluímos o log da área por bacia, em uma dada rodada e excluímos o log da área individual de cada bloco. Assim, o coeficiente da variável *lofertab* nos revela o efeito de aumentarmos o número de blocos ofertados em uma dada bacia, mantendo fixa a área total dos blocos naquela bacia. Assim, a única forma de aumentar o número de blocos para aquela bacia é reduzindo o tamanho de cada um a fim de manter a soma igual. Efetuamos um teste t para a hipótese nula de que:

$$\beta_{lofertab} = -1.$$

ou seja, ao aumentarmos o número de blocos ofertados em, digamos 100% (reduzindo assim sua área para metade, em média), será que o valor médio cairá em mais (ou menos) do que 100%? Tal hipótese não é rejeitada e assim, tal "efeito retalho" não afetou a arrecadação média dos blocos vendidos. Mas, vale ressaltar que o percentual de blocos arrematados caiu desde a rodada 5, quando ocorreu tal "retalhação". Ou seja, em termos agregados, podemos dizer que houve perda de arrecadação. Esse resultado era esperado devido, em parte, ao efeito da própria variável *lofertab* (coluna 2 e 3), explicado acima, de que, as firmas descontam o lance com o aumento do número de blocos. O ideal, para extrair um maior excedente das licitantes seria ofertar grandes blocos em

¹⁹O R^2 ajustado, quando incluímos apenas o log da área e do número de blocos, é de 0.37. Ou seja, boa parte do aumento do R^2 ajustado (de 0.26 para 0.66) se deve realmente às dummies para setores.

²⁰Mesmo as licitantes descontando o efeito de uma maior quantidade de blocos ofertados, o lance médio é maior em Águas, pois como as reservas são mais valiosas nesta área, aumentando a quantidade de blocos, amplia-se a possibilidade de obter mais de tais reservas.

uma dada bacia, pois faria com que as empresas licitantes tivessem uma menor probabilidade de obter blocos com reservas de petróleo divididas e, portanto, teriam ganhos de sinergia.

No modelo da coluna 5 testamos se as empresas valorizam menos os blocos mais perfurados anteriormente e mais repetidos, o que seria um sinal de que os blocos já são maduros e, por isso, estariam perto de esgotar seu potencial econômico. Assim, testamos a hipótese nula de que os coeficientes das variáveis dummies *repets* interagidas com número de poços perfurados por km² sejam nulos. A estatística F mostra evidência de não-rejeição. Ou seja, não existe este tipo de subvalorização por parte das firmas para este grupo de blocos. No entanto, vale destacar que os blocos mais vezes reoferecidos tem uma probabilidade maior de não serem nem vendidos²¹. Como nossa amostra inclui apenas os blocos arrematados, o que podemos concluir é que os blocos que são efetivamente vendidos ainda têm bom potencial de extração e, portanto, de lucro e não são valorizados diferentemente, independentemente da quantidade de vezes que seja posto a leilão ou anteriormente explorado²².

Na coluna 6 incluímos uma interação entre a localização e a área (em log) para avaliar se o valor do bloco segundo a área do mesmo é diferenciada pela localização do mesmo. Notamos que, blocos de Águas Profundas (Rasas) têm valor 210% (194%) maior do que os em Terra quando ambos têm a área acrescida em 1km². Ou seja, o aumento da área eleva muito mais o valor de um bloco localizado em água do que em terra.

6.1 Resultados do ajuste de Rezende (2008)

Na tabela 3, no Apêndice, apresentamos os resultados do modelo de Rezende (2008). Replicamos na coluna 1 o modelo da coluna 3 da tabela 2 anterior. Na coluna 2, adotamos o ajuste mais simples, incluindo apenas dummies para número de participantes. E notamos que os coeficientes de tal estimação estrutural, em geral, não se alteraram muito em relação ao modelo sem ajuste (coluna 1). No entanto, vale ressaltar algumas mudanças. O efeito da maior valoração de blocos localizados em Águas Profundas (Rasas) em relação aos em Terra aumentou de 272% (208%) para 425% (351%). Em relação ao efeito do número de poços perfurados por km², um bloco que teve 3.7 poços/100km² perfurados a mais, passou de 14% para 6% mais valorizado. Isso porque, os blocos com mais perfurações são os mais valiosos no sentido de terem um histórico mais conhecido (devido às informações obtidas por tais perfurações realizadas antes da rodada) e, portanto, tendem a ser mais disputados²³. Ao incluirmos as dummies para número de participantes, isolamos este efeito e, por isso, o coeficiente é menor. Em relação à área, notamos que o coeficiente da elasticidade aumenta de 0.568 para 0.703. Aqui ocorre o contrário: como os blocos com maiores áreas são os mais rentáveis, estes são menos disputados devido a requisitos impostos pela ANP, conforme já visto na seção 2. A elasticidade do número de blocos ofertados na bacia passa a ser mais elástica e agora estatisticamente significativa: -0.646. Outra modificação importante é que blocos oferecidos duas (três) vezes passam a ser mais (menos) valorizados do que aqueles oferecidos apenas uma

²¹Enquanto que mais de 25% dos blocos oferecidos pela primeira vez são arrematados, menos de 15% é arrematado na segunda vez e em torno de 10% se mais vezes.

²²Vale destacar que, muitas vezes, empresas diferentes deste setor detêm tecnologias distintas para extração. Assim, o que ocorre é que após ganhar no leilão algum bloco de petróleo, as empresas deste setor devem explorar o bloco afim de averiguar se o petróleo contido no mesmo é passível de extração para sua dada tecnologia. Muitas vezes, o bloco pode ser devolvido a ANP por falta de tal tecnologia.

²³Para se ter uma idéia, a média de poços perfurados nos leilões com um único licitante é de 0.027, com dois é de 0.045, com três 0.06 e assim por diante, até uma média de 0.274 para oito participantes.

vez, enquanto os blocos oferecidos quatro vezes não apresentam diferença de lance para a categoria base. De qualquer forma, a evidência anterior se mantém: o bloco ser oferecido muitas vezes é sinal de que o mesmo tem baixo potencial de exploração/produção e lucro. E por fim, avaliando os coeficientes das dummies de número de participantes, notamos que quanto maior a concorrência, maior tende a ser o valor dado ao bloco²⁴.

Na coluna 3, incluímos mais uma dimensão de mudança de condições entre os leilões: dummies para rodadas que capturam qualquer tipo de mudanças entre as rodadas, seja, por exemplo, de regras ou de cenários econômicos, que afetam igualmente as licitantes e, conseqüentemente, o bid vencedor para aquela determinada rodada; além de interagir tais dummies com as de número de participantes. Notamos que os coeficientes são muito robustos, sendo que poucos se alteram.

Na coluna 4, avaliamos a mudança de regra na rodada 5 e 7, quando ocorreu alterações na regra do conteúdo local na pontuação total²⁵. Notamos que tais mudanças não geraram impacto no valor do lance vencedor.

Nas colunas 5 e 6, incluímos mais uma dimensão da variação nos níveis de participação: a presença de participante informado, no caso a Petrobrás (BR). Como destacado anteriormente, a BR, por conhecer e monopolizar a muito tempo o mercado petrolífero brasileiro, tanto em termos de exploração como de produção, apresenta um maior conjunto de informações, podendo prever com maior exatidão o potencial de uma determinada reserva, antes de ser leiloadada. Notamos que, os lances vencedores tendem a ser 76% maiores quando a BR participa do leilão segundo a especificação da coluna 5, e 139% pela coluna 6. Como a BR ganhou a grande maioria dos blocos quando participou²⁶, este efeito positivo é em grande parte devido aos lances maiores da própria BR. Em geral, os outros coeficientes são bem próximos no comparativo com os modelos anteriores.

Por fim, na coluna 7, incluímos a presença de outro participante informado: OGX, devido a seu crescimento forte recentemente e à estratégia agressiva de contratar capital humano altamente qualificado, a partir om o intuito de fazer uma previsão mais precisa dos blocos com maior potencial de retorno. Da mesma forma que a BR, quando a OGX participa, os lances ganhadores são 567% maiores. A explicação é a mesma que a da BR: das 23 vezes que a OGX participou de algum leilão, ganhou a grande maioria das vezes, seja sozinha (14 vezes) ou em consórcio (7 vezes). Assim, tal dummy praticamente replica a presença da OGX no consórcio vencedor e o efeito de 567% é praticamente devido a maior valorização dada pela própria OGX.

7 Conclusões

A partir da metodologia de Rezende (2008) pudemos corrigir o viés resultante da estimação simples do preço de transação do leilão contra diferentes determinantes. Para isso, incorporamos variáveis dummies para o número de participantes e que capturam todas as mudanças ocorridas entre os leilões, dentre elas: mudança nas regras dos leilões e variação nos níveis de participação dos jogadores. Em relação ao primeiro grupo de variáveis, incluímos dummies para cada rodada, que reflitam mudanças de regras que ocorreram entre as rodadas, bem como incluímos apenas dummies

²⁴Esta variável está sujeita a problemas de endogeneidade, devido, por exemplo, a uma potencial causalidade reversa, ou seja, os blocos com maior previsão de retorno tendem a ser mais disputados. No entanto, como já mencionado antes, não trataremos deste problema neste artigo.

²⁵Como visto na seção 2, o peso do conteúdo local aumentou de 15% para 40%, na rodada 5, e reduziu para 20% na rodada 7. Além disso, houve a introdução de mínimo (rodada 5) e máximo (rodada 7).

²⁶Dos leilões que participou, a BR ganhou 83% em Terra, 100% em Águas Rasas e 88% em Águas Profundas.

que capturaram mudanças específicas de algumas regras, tal como mudanças nos percentuais de conteúdo local. Em relação ao segundo grupo, além das dummies para número de participantes citadas acima, incorporamos também dummies para a presença de participantes informados (no caso se BR ou OGX participaram do leilão, separadamente). Isso é importante, pois no caso dos leilões de petróleo no Brasil, existe assimetria de informação que gera apreciações do valor do bloco distintas entre os licitantes, condicionado nas características observáveis do bloco e dos licitantes (estas que não refletem assimetrias no comportamento).

Os resultados mostram que algumas características do bloco têm peso importante na determinação do valor que os jogadores atribuem ao bloco leiloadado. A começar, percebe-se que o fato de que a localização de um bloco em águas é muito valorizada: estar em águas profundas (rasas) aumenta o lance em 425% (351%) em relação a blocos em terra. Este efeito ocorre pelo fato dos blocos localizados em águas terem um potencial de retorno muito maior e por envolverem uma tecnologia de extração cujos custos são mais elevados.

Além disso, o número de poços por km² já perfurados no bloco em leilão tem um efeito positivo na valoração dos mesmos, visto que isto pode ser visto como um tipo de informação importante que os jogadores levam em consideração no momento de definir o lance de um leilão, podendo revelar algum valor do bloco (Hendricks e Kovenock, 1989).

Em relação ao tamanho do bloco, observamos que o coeficiente da elasticidade da área do bloco é em torno de 0.703, ou seja, inelástico, provavelmente pelo fato de que os blocos com maiores áreas são os mais rentáveis, mas que geram maiores custos o que limita os consórcios participantes.

Além disso, um outro tipo de informação importante considerada é a quantidade de vezes que o bloco é ofertado. Notamos que blocos oferecidos duas (três) vezes passam a ser mais (menos) valorizados do que aqueles oferecidos apenas uma vez, enquanto os blocos oferecidos quatro vezes não apresentam diferença de lance para a categoria base. Ou seja, o bloco ser oferecido muitas vezes é sinal de que o mesmo tem baixo potencial de exploração/produção e lucro.

Além disso, percebeu-se ainda que as mudanças nas regras de pontuação postas em prática a partir das rodadas 5 e 7 - a saber, sobre o conteúdo local - não mudaram a valoração dos blocos.

Uma constante foi o fato de que o número de participantes continua representando um aumento no bid como era de se esperar, haja vista que representa um aumento na concorrência pela compra do bloco.

Uma questão fundamental na teoria de leilões, a existência de um participante informado, teve também um papel importante nos resultados. Viu-se que empresas consideradas agentes bem-informados, BR e OGX, quando participam do leilão fazem com que os lances vencedores tendem a ser: (i) de 76% a 139% maiores quando a BR participa do leilão, dependendo da especificação e, (ii) 567% maior quando a OGX participa. Como a BR ganhou a grande maioria dos blocos quando participou, este efeito positivo é em grande parte devido aos lances maiores da própria BR. Da mesma forma que a BR, quando a OGX participa, a explicação é a mesma: das 23 vezes que a OGX participou de algum leilão, ganhou a grande maioria das vezes, seja sozinha (14 vezes) ou em consórcio (7 vezes). Assim, tal dummy praticamente replica a presença da OGX no consórcio vencedor e o efeito de 567% é praticamente devido a maior valorização dada pela própria OGX.

Assim, este estudo mostrou que a assimetria informacional deve ser considerada na mensuração mais precisa do impacto de diferentes determinantes no lance vencedor dos blocos de petróleo. Seguindo a metodologia de Rezende (2008) tal impacto sobre o lance seria o mesmo sobre o valor atribuído pelo segundo maior valor dado ao bloco, visto que o modelo adotado no Brasil é o leilão de primeiro preço.

8 Referências Bibliográficas

Capen, E. C., Clapp, R. V. e Campbell, W. M. (1971). Competitive Bidding in High-Risk Situations. *Journal of Petroleum Technology*, 23:641-653

Hendricks, K. e Kovenock, D. (1989). Asymmetric Information, Information Externalities, and Efficiency: The Case of Oil Exploration. *The Rand Journal of Economics*, 20(2):164-182.

Hernandez-Perez, A. (2011a) Economics of oil regulation and the Brazilian reform: Some issues. *Energy Policy*, 39(1): 57-65.

_____. (2011b). Oil and Gas Bidding with a Dominant Incumbent: Evidence from the Brazilian Oil Block Auctions. Texto para Discussão, n. 12, IBRE.

Motta, P. H. C. e Ribeiro, E. Pontual (2010). Estimando o Valor de Blocos Exploratórios de Petróleo e Gás Natural: O caso dos Leilões Brasileiros. Apresentado no 38º Encontro Nacional de Economia (Anpec), Salvador.

Rezende, L. (2008). Econometrics of Auctions by Least Squares. *Journal of Applied Econometrics*, 23:925-948.

Thaler, R. H. (1988). The Winner's Curse. *The Journal of Economic Perspectives*, 2(1):191-202.

9 Apêndice

Tabela 2. Estimação do Modelo (3)

Regressores	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	benchmark					
localizacao==Águas Profundas	2.969*** [0.208]	1.361** [0.595]	1.315** [0.591]	2.596*** [0.522]	0,79 [0.623]	-6.090*** [1.416]
localizacao==Águas Rasas	1.880*** [0.335]	1.042* [0.622]	1.125* [0.629]	2.242*** [0.577]	0,733 [0.652]	-5.632*** [1.867]
# poços perfurados no bloco antes da rodada por km2	4.744*** [0.898]	4.388*** [0.967]	3.503*** [0.819]	3.014*** [0.818]	4.899*** [0.863]	3.911*** [0.783]
repets==2	-0,265 [0.217]	0.602*** [0.229]	0.568*** [0.219]	0.487** [0.220]	0.739*** [0.243]	0,334 [0.217]
repets==3	-0.690*** [0.231]	-0,277 [0.262]	-0,452 [0.282]	-0.511* [0.293]	-0,09 [0.364]	-0.622** [0.289]
repets==4	0.812** [0.349]	-0,095 [0.255]	-0,096 [0.286]	-0,059 [0.306]	-0,408 [0.370]	-0,099 [0.284]
log da Area do bloco em km2 (Areakm2)		0.813*** [0.159]	0.819*** [0.158]		1.297*** [0.151]	0.784*** [0.152]
log do total de blocos oferecidos na rodada, por Bacia		-0.476*** [0.136]	-0.764*** [0.167]	-1.182*** [0.143]		
parceriasLF==Fsolo			-0.345* [0.188]	-0.343* [0.187]	-0.357* [0.187]	-0.391** [0.186]
parceriasLF==LF			0,114 [0.232]	0,113 [0.234]	0,068 [0.230]	-0,045 [0.234]
parceriasLF==LL			1.987*** [0.349]	2.107*** [0.357]	1.952*** [0.362]	1.760*** [0.381]
parceriasLF==Lsolo			0.988*** [0.227]	0.988*** [0.228]	0.921*** [0.226]	0.947*** [0.224]
log do preço do petróleo Brent em t			0.978* [0.539]	0,416 [0.541]	-0,304 [0.462]	-0,131 [0.438]
log da Area total por rodada-bacia				0,121 [0.103]		
(repets==2)*(# poços perfurados no bloco antes da rodada por km2)					-2,961 [2.221]	
(repets==3)*(# poços perfurados no bloco antes da rodada por km2)					-5,164 [3.641]	
(repets==4)*(# poços perfurados no bloco antes da rodada por km2)					5,112 [5.767]	
(localizacao==Águas Profundas)*(log do total de blocos oferecidos na rodada, por Bacia)						1.132*** [0.204]
(localizacao==Águas Rasas)*(log do total de blocos oferecidos na rodada, por Bacia)						1.078*** [0.291]
Dummies para setores	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Observations	804	804	804	804	804	804
R-squared	0,27	0,69	0,73	0,72	0,72	0,74
adjusted R-squared	0,26	0,66	0,71	0,7	0,7	0,71
F test	46,18	173,11	99,65	2811585	97,66	135,79
Robust standard errors in brackets * significant at 10%; ** significant at 5%; *** significant at 1%						
F[lofertab=-1]				1,63		
Prob>F[lofertab=-1]				0,2		
F[repets*npocos=0]					1,35	
Prob>F[repets*npocos=0]					0,26	
F[_localizac_2 + 6.181301*_llocXlarea_2 = 0]						2,59
Prob>F[_localizac_2 + 6.181301*_llocXlarea_2 = 0]						0,11
F[_localizac_3 + 5.855533*_llocXlarea_3 = 0]						1,29
Prob>F[_localizac_3 + 5.855533*_llocXlarea_3 = 0]						0,26
F[_localizac_2 = _localizac_3 = 0]						9,36
Prob>F[_localizac_2 = _localizac_3 = 0]						0,00
teste t para lofertab=-1						-1,27273

Tabela 3. Estimação do Modelo (4)

Regressores	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
localizacao==Águas Profundas	1.315** [0.591]	1.658*** [0.529]	1.600*** [0.496]	1.729*** [0.524]	1.590*** [0.540]	1.502*** [0.542]	1.606*** [0.498]
localizacao==Águas Rasas	1.125* [0.629]	1.507*** [0.566]	1.401*** [0.530]	1.543*** [0.547]	1.480** [0.580]	1.323** [0.569]	1.474*** [0.533]
#poços perfurados no bloco antes da rodada por km ²	3.503*** [0.819]	1.664* [1.000]	1.889** [0.935]	1.758* [0.953]	1.484 [1.021]	1.675* [0.924]	1.827* [0.937]
log da Area do bloco em km2 (Areakm2)	0.568*** [0.219]	0.703*** [0.146]	0.670*** [0.138]	0.686*** [0.144]	0.696*** [0.147]	0.681*** [0.141]	0.638*** [0.138]
log do total de blocos oferecidos na rodada, por Bacia	-0.452 [0.282]	-0.646*** [0.156]	-0.559*** [0.214]	-0.680*** [0.228]	-0.699*** [0.158]	-0.595*** [0.225]	-0.587*** [0.214]
repeats=2	-0.096 [0.286]	0.507** [0.213]	0.069 [0.221]	0.504** [0.215]	0.520** [0.213]	0.035 [0.231]	0.152 [0.219]
repeats=3	0.819*** [0.158]	-0.550** [0.279]	-1.134*** [0.334]	-0.953*** [0.317]	-0.419 [0.284]	-1.064*** [0.348]	-1.112*** [0.336]
repeats=4	-0.764*** [0.167]	-0.42 [0.274]	-0.309 [0.260]	-0.483* [0.291]	-0.389 [0.246]	-0.341 [0.302]	-0.421 [0.288]
parceriasLF==Fsolo	-0.345* [0.188]	-0.217 [0.167]	-0.288* [0.168]	-0.223 [0.169]	-0.251 [0.173]	-0.236 [0.180]	-0.275 [0.173]
parceriasLF==LF	0.114 [0.232]	0.222 [0.209]	0.204 [0.213]	0.219 [0.213]	-0.257 [0.251]	-0.397 [0.255]	0.329 [0.221]
parceriasLF==LL	1.987*** [0.349]	1.445*** [0.308]	1.473*** [0.318]	1.520*** [0.306]	0.953** [0.372]	0.860** [0.393]	1.534*** [0.346]
parceriasLF==Lsolo	0.988*** [0.227]	0.840*** [0.205]	0.936*** [0.210]	0.871*** [0.205]	0.358 [0.236]	0.342 [0.245]	0.996*** [0.214]
log do preço do petróleo Brent em t	0.978* [0.539]	1.084** [0.493]	-0.508 [0.395]	0.323 [0.579]	1.107** [0.508]	-0.475 [0.410]	-0.504 [0.393]
Dummies para número de participantes (n _i =k):	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
k=2		1.053*** [0.137]	0.256 [0.584]	1.177*** [0.344]	0.729*** [0.176]	0.628 [0.588]	0.247 [0.570]
k=3		1.586*** [0.214]	2.878*** [0.616]	1.281** [0.523]	1.440*** [0.296]	2.928*** [0.638]	2.914*** [0.607]
k=4		2.225*** [0.221]	2.523*** [0.444]	2.251*** [0.574]	2.069*** [0.469]	0.618 [0.504]	2.509*** [0.435]
k=5		2.569*** [0.311]	0.222 [0.603]	0.371 [0.499]	3.110*** [0.304]	0.963 [0.673]	2.830*** [0.543]
k=6		2.839*** [0.394]	2.609*** [0.390]	2.709*** [0.393]	2.853*** [0.527]	2.598*** [0.517]	2.586*** [0.387]
k=7		3.269*** [0.265]	3.035*** [0.313]	3.171*** [0.265]	2.641*** [0.351]	3.031*** [0.310]	3.014*** [0.294]
k=8		2.217*** [0.498]	2.439*** [0.468]	2.089*** [0.500]	1.728*** [0.499]	2.237*** [0.472]	2.311*** [0.488]
Dummies para rodadas	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	SIM	SIM
Dummies de interação entre n ^o de participantes e rodadas	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	SIM	SIM
Dummies de conteúdo local:	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO
5<=rodada<=6				0.249 [0.720]			
rodada>=7				1.207 [0.792]			
Dummies de interação entre n ^o de participantes e conteúdo local	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO
Dummy para Petrobras concorrendo pelo bloco	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	0.565** [0.243]	0.873*** [0.253]	NÃO
Dummies de interação entre n ^o de participantes e Petrobras concorrendo pelo bloco	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	SIM	NÃO
Dummies de interação entre n ^o de participantes, Petrobras concorrendo pelo bloco e rodadas	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	NÃO
Dummy para OGX concorrendo pelo bloco	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	1.897*** [0.545]
Dummies de interação entre n ^o de participantes e OGX concorrendo pelo bloco	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM
Dummies de interação entre n ^o de participantes, OGX concorrendo pelo bloco e rodadas	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM
Dummies para setores	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Observations	804	804	804	804	804	804	786
R-squared	0.73	0.78	0.81	0.79	0.79	0.82	0.81
adjusted R-squared	0.71	0.76	0.78	0.76	0.76	0.79	0.78
F test	100	244	1331409	3406730	738399	814388	1015

Robust standard errors in brackets. * significant at 10%; ** significant at 5%; *** significant at 1%