



## Monografia de Final de Curso

---

### Comportamento em experimentos econômicos - Leilões -

---

Departamento de Economia

Ana Carolina Trindade Ribeiro  
Orientador : Leonardo Bandeira Rezende

2 de Dezembro de 2012



## Monografia de Final de Curso

---

### Comportamento em experimentos econômicos - Leilões -

---

Departamento de Economia

Ana Carolina Trindade Ribeiro

Matrícula: 0910498

Orientador : Leonardo Bandeira Rezende

3 de Dezembro de 2012

Declaro que o presente trabalho é de minha autoria e que não recorri para realizá-lo, a nenhuma forma de ajuda externa, exceto quando autorizado pelo professor tutor.

---

As opiniões expressas neste trabalho são de responsabilidade única e exclusiva do Autor.

## Agradecimentos

Primeiramente, gostaria de agradecer papai e mamãe, por todo o empenho e esforço na minha criação, o resultado pode não ser medido em números e coeficientes como em um modelo econométrico, mas ainda assim acho que posso dizer que ele é significativamente positivo a um intervalo de confiança razoavelmente grande.

Devo agradecer também aos meus amigos de escola, da vida, e de faculdade. Sem eles esses quatro anos de macro desesperos não teriam sido tão prazerosos se não fossem as micro diversões em meio a estudos e provas. Em especial, para os futuros economistas que começaram junto comigo, Antonia Cunha, Bernardo Pinheiro, Maria Eduarda Migliora, João Pedro dos Reis Velloso, Marcos Costa Leite, Tiago Flório, Leila Orenstein, Melina Bulcão, Derek Machado, Betina Grinspun, Luisa Carneiro, Juliana Vargas entre outros, que compartilharam comigo momentos da faculdade que nunca vão sair da memória.

Também não posso deixar de agradecer aos que me guiaram pelo caminho acadêmico, como o professor Rogério Werneck, meus chefes no CPI-Rio Rudi Rocha, Juliano Assunção, Clarissa Gandour e Pedro Hemsley e, por último mas não menos importante, os que trabalharam comigo – Ricardo Dahis, Christiane Szerman, Pedro Pessoa entre outros, além de Luiz Brandão, que além do apoio moral para a conclusão deste trabalho também foi importante para o desenvolvimento dele.

Por fim, termino dizendo que, como pessoa avessa ao risco que sou, acredito que dificilmente teria chegado onde estou agora sem o suporte e incentivo das pessoas importantes que passaram pela minha vida e, mais ainda, daquelas que nela permanecem.

# Sumário

Introdução .....	6
Revisão de Literatura.....	9
Desenho Teórico dos Leilões .....	12
Leilão Selado de Primeiro Preço.....	12
Licitação.....	12
Metodologia.....	14
Modelo de identificação da aversão ao risco.....	16
Dados e Estatísticas Descritivas .....	18
Leilão Selado de Primeiro Preço.....	19
Licitação.....	21
Resultados.....	24
Aprendizado .....	24
Heterogeneidade .....	25
Conclusão .....	29
Referências Bibliográficas.....	30

## Índice de Figuras e Tabelas

Gráfico 1: Linha de regressão de Lances Reais e Lances RNNE.....	20
Tabela 1: Comparação de médias entre Lances Reais e Lances RNNE .....	20
Gráfico 2: Linha de regressão para Lances Reais e Lances RNNE .....	22
Tabela 2: Teste de comparação de média entre Lances Reais e Lances RNNE.....	22
Tabela 3: Comparação de médias entre lances dados no início e no final do experimento de Leilão Selado de Primeiro Preço.....	24
Tabela 4: Comparação de médias entre lances dados no início e no final do experimento de Licitação.....	25
Tabela 5: MQO com Efeitos Fixos .....	26
Tabela 6: Teste de robustez sobre o modelo .....	27
Tabela 7: Parâmetros de Aversão ao risco.....	28

## Introdução

Este trabalho pretende explorar um pouco de duas áreas de estudo relativamente recentes no âmbito de pesquisa econômica, a economia experimental e a economia comportamental. Com o auxílio da teoria formal de jogos, mais especificamente a teoria desenvolvida sobre desenhos de leilões, faremos uma comparação entre o que se espera que o indivíduo racional, neutro ao risco, faria em cada tipo de leilão que podemos testar e qual é de fato a reação deles dentro do experimento que foi realizado.

A teoria dos jogos prevê um único equilíbrio para estes leilões, dados os seus desenhos e as valorações privadas atribuídas a cada agente, o RNNE. No entanto, a literatura existente no assunto nos diz que os resultados que surgem de experimentos não são os mesmos da teoria e, em determinados desenhos de leilões, os experimentos realizados sempre apresentam desvios para uma mesma direção. O objetivo principal é investigar os resultados dos experimentos que são considerados desvios do Equilíbrio de Nash com neutralidade ao risco, e os motivos que levam à ocorrência desses desvios.

Um dos casos mais conhecidos e testados é o de experimentos de leilão de primeiro preço, em que o ganhador é o agente que faz o lance mais alto, pagando exatamente o valor do seu lance. Os resultados verificados são sistematicamente acima do que a teoria dos jogos com pressuposto de racionalidade e neutralidade ao risco sugere. A explicação mais comum na literatura para este fenômeno de “Overbidding” é de que os agentes são avessos ao risco, e, portanto, fazem lances altos e muito próximos da sua valoração, no intuito de aumentar as chances de ganhar o leilão no qual estão participando.

Além da aversão ao risco, há outras hipóteses que envolvem fatores diversos que podem contribuir para a não ocorrência do Equilíbrio de Nash. Algumas delas são percepção errada das probabilidades de vencer, capacidade de aprendizado (que significa dificuldade inicial de entender o jogo e pode estar relacionada à percepção errada das probabilidades), “Rolling Gait” e Heterogeneidade, donde testaremos a capacidade de aprendizado e a heterogeneidade entre indivíduos para avaliar se e em que medida podem afetar as escolhas de lances dos participantes nos experimentos. Explicaremos em seguida um pouco de cada uma dessas hipóteses.

A heterogeneidade pode ser analisada como o simples fato de que indivíduos são diferentes, e, portanto, poderão obedecer a tempos diferentes na aprendizagem, por exemplo, ou então poderemos encontrar que certos indivíduos são mais amantes do risco que a média e outros são mais avessos ao risco que a média dos participantes.

Sobre a capacidade de aprendizado, avaliaremos se a hipótese é válida para ambos os tipos de leilão que serão utilizados para esse trabalho. Como veremos, existem trabalhos publicados que mostram que, com o devido feedback das jogadas passadas, os agentes de leilão de primeiro preço conseguem “melhorar” seus lances, se aproximando dos lances de equilíbrio de Nash.

A percepção errada de probabilidades é um dos temas muito abordados pela literatura existente, juntamente com a hipótese de aversão ao risco. Essa hipótese aponta para a direção em que os jogadores dificilmente conseguem estimar de forma correta a probabilidade atrelada a cada lance que podem dar, mesmo que sejam informados de que todas as valorações são geradas a partir da mesma distribuição, os valores máximo e mínimo da distribuição utilizada e o número de participantes que estará envolvido em cada jogo, e, por causa dessa dificuldade de estimação, não jogam conforme a teoria formal prevê.

Por último nas nossas hipóteses alternativas, temos o fenômeno chamado de Rolling Gait, que se baseia na ideia de que o participante de experimentos tem dificuldades em separar o ambiente do experimento do ambiente externo em que vivem. Sim, queremos que os voluntários ajam tomando as decisões econômicas tal como fariam na vida cotidiana, no entanto, fatores culturais entre outros podem interferir nas suas escolhas e é esta parte que gostaríamos de identificar e ser capazes de medir o efeito sobre as escolhas dos indivíduos que participam nos experimentos.

Este trabalho está organizado com a seguinte estrutura: o próximo capítulo contém uma descrição resumida de artigos e experimentos previamente realizados e que foram utilizados para embasar as hipóteses analisadas neste trabalho, ou seja, a Revisão de Literatura; o terceiro capítulo é dedicado a explicar a teoria por trás de cada tipo de leilão testado nos experimentos que compõe as bases de dados utilizadas, detalhando inclusive os resultados de equilíbrio de Nash em neutralidade ao risco; o quarto capítulo capítulo é dedicado ao detalhamento da metodologia de análise; o quinto capítulo descreve os dados coletados no Laboratório de Economia Experimental da PUC-Rio e contém

algumas estatísticas descritivas preliminares, essenciais para o entendimento da estrutura dos dados, e que possibilitam o desenvolvimento do capítulo seguinte; o sexto capítulo é dedicado à análise comparativa dos dados, tanto contra os resultados esperados sob RNNE quanto entre os próprios leilões experimentados; no sétimo capítulo se encontra a conclusão do trabalho.

## Revisão de Literatura

As pesquisas inicialmente desenvolvidas sobre experimentos de leilões e que foram reunidas no “Handbook of Experimental Economics” (Kagel& Roth, 1995) tinham foco no modelo de IPV (valorações privadas e independentes) e, mais especificamente, no Revenue Equivalence Theorem. No modelo de IPV cada agente participante do leilão observava sua própria valoração privada, o único conhecimento que os participantes têm das valorações de outros participantes do leilão é de que a valoração deles é gerada a partir da mesma distribuição de probabilidade, conhecida por todos. Sob o Revenue Equivalence Theorem, os quatro principais formatos de leilão conhecidos – leilões selados de primeiro e segundo preço e os leilões Inglês e Holandês – apresentam o mesmo retorno esperado médio, quando possuem o mesmo número de participantes e o mesmo preço de reserva.

Retornando ao IPV e ao revenue equivalence theorem, sob essas duas formulações os pares de leilões de Primeiro Preço e Holandês e de Segundo Preço e Inglês são considerados isomorfos, e devem gerar não só o mesmo retorno esperado como o próprio retorno efetivo. O motivo pelo qual esses pares de leilões são considerados interessantes para a economia experimental é pelo fato de que seus resultados, em teoria, devem ser iguais independentemente da neutralidade ao risco.

Nesse livro, os trabalhos com experimentos de leilões analisados se restringiam principalmente ao estudo da existência do “Winners Curse”, identificado facilmente em licitações públicas, principalmente no setor energético. Os vencedores das licitações frequentemente observavam lucros muito aquém do esperado pela avaliação anterior à licitação ou até mesmo prejuízo com o contrato obtido. Isso é explicado pelo fato de que os vencedores das licitações são os agentes que fazem a estimativa de retorno mais alta dentre os participantes e, portanto, há grandes chances de que o agente esteja superestimando o retorno esperado do contrato negociado. A literatura justifica que os licitantes não são capazes de levar em conta a possibilidade de que a avaliação esteja superestimada.

O Winners Curse e a hipótese de Overbidding são semelhantes no que tange à falha dos agentes de estimar corretamente a probabilidade de vencerem o leilão no qual participam, uma vez que os agentes de leilões de primeiro preço com valoração privada

terão sempre retorno nulo ou positivo, não havendo retorno negativo (não é razoável supor que alguém jogaria um lance acima da sua valoração, uma vez que jamais retornaria um pay-off positivo). As pesquisas realizadas com foco no *Winners Curse*, e que se mostraram úteis para entender também o *Overbidding*, mostraram que esses dois efeitos são reduzidos quando o leilão é repetido várias vezes com os mesmos participantes, ou seja, a repetição permite que haja aprendizado e que os agentes entendam melhor o funcionamento do jogo e a distribuição de probabilidades entre a primeira e a última rodada. Por outro lado, relatou-se que mudanças no ambiente e na estrutura do jogo, como aumento do número de participantes em cada leilão, resultam no aumento desses efeitos, e, no caso do experimento realizado por Kagel, aumenta também a probabilidade de haver lucros negativos.

As sessões de experimento praticadas desde que se iniciaram os estudos nessa área são normalmente realizadas com várias rodadas de um mesmo desenho de leilão. As valorações de cada indivíduo são determinadas aleatoriamente antes de cada rodada e costumam ser independentes e identicamente distribuídas, com função de distribuição Uniforme. O lucro extraído pelo participante que ganha o leilão é a diferença entre sua valoração e o preço pago pelo objeto leiloado, os outros participantes tem lucro zero.

Um dos testes de *Aversão ao Risco* que podemos citar foi o realizado por Isaac & James (2000a), cujo objetivo era comparar estimativas de preferências por risco em leilões de primeiro preço e o procedimento *Becker-DeGroot-Marshak* (BDM) para escolhas de risco comparáveis. Os coeficientes de correlação entre os dois tratamentos eram negativos, o que indica que os agentes que estavam agindo como avessos ao risco no leilão de primeiro preço se comportaram como neutros ao risco ou até amantes no procedimento *Becker-DeGroot-Marshak*.

Além, dos experimentos detalhados por Kagel, temos alguns outros trabalhos realizados entre 2000 e 2010. Na tese de Isabela Guarino (PUC-Rio, 2008) a proposta é de que os agentes têm dificuldades em estimar as probabilidades de vencer o leilão que cada lance pode gerar. O modelo para controle de aversão ao risco utilizado foi o mesmo proposto em Cox, Smith e Walker (1985), no qual se estipulou que os participantes do experimento não receberiam o lucro de cada rodada do leilão em unidades monetárias, mas em rifas para um sorteio. Todos os voluntários do experimento receberiam um valor mínimo como taxa de participação, mas somente

aquele que tivesse ganhado a rifa sorteada ganharia um valor monetário extra, sendo explicitado desde o início que o possuidor do maior número de rifas teria mais chances de ganhar o sorteio. Tal como em Cox, Smith e Walker (1985), não foi possível eliminar o viés de overbidding com este controle.

No entanto, ainda em Guarino (2008), quando foi aplicado um controle para testar os erros de percepção dos agentes de sua probabilidade de vencer o leilão, mais simples do que aquele descrito em Armantier e Treich (2005). Os erros de percepção são medidos com a comparação dos resultados de um experimento em que os participantes seriam chamados a fornecer suas estimativas de probabilidade de vencer o leilão, contra outro experimento em que os agentes receberiam um feedback de qual é a real probabilidade de vencer com o lance dado. Por este controle foi possível notar que os participantes que recebiam informações sobre a probabilidade de vencer passaram a jogar com um viés significativamente menor do que os que não tinham este feedback. Outros controles ainda foram aplicados, mas este foi o que pareceu retornar resultados mais significantes, indicando que o problema de erro da estimativa de probabilidade dos agentes voluntários pode ser um dos principais motivos para o overbidding.

## Desenho Teórico dos Leilões

A seguir, segue-se a descrição de cada um dos desenhos de leilão utilizados para a realização deste trabalho:

### Leilão Selado de Primeiro Preço

Uma valoração individual é atribuída a cada jogador, nenhum jogador sabe a valoração do seu oponente no leilão, nem qual dos outros voluntários é o seu oponente em cada rodada. Os participantes são informados antes de começar a jogar que seu lucro a cada rodada, caso ele ganhe a mesma, será a diferença entre a valoração que lhe é atribuída e o lance que ele escolhe dar, assim:

$$\text{Lucro Esperado do indivíduo } i: E\pi_i = (v_i - b_i) Pr(b_i > b_j),$$

em que  $v_i$  é a valoração do jogador (calculada a partir do tipo, que é gerado a partir de uma distribuição Uniforme),  $b_i$  é o lance escolhido pelo jogador  $i$  e  $b_j$  é o lance dado pelo seu adversário. Os lances  $b_i$  em Equilíbrio de Nash com neutralidade ao risco são descritos por

$$b_i = \underline{v} + \left[ \frac{N-1}{N} \right] (v_i - \underline{v}),$$

onde  $\underline{v}$  é o valor mínimo de valoração, dado o intervalo estabelecido para o jogo, e  $N$  é o número de participantes no leilão.

### Licitação

A estrutura é praticamente idêntica a do leilão de primeiro preço, a principal diferença é de que ao invés de cada indivíduo fazer lances para comprar um objeto pelo qual ele tem uma valoração, os jogadores pretendem vender um determinado serviço no leilão, e cada um tem um determinado custo ao qual incorre para realizar o serviço. Assim, cada jogador passa a ter um valor mínimo que pode dar como lance (em oposição ao valor máximo, que é a valoração, no leilão de primeiro preço). O lucro passa a ser a diferença entre o lance dado pelo vencedor e o seu custo.

Lucro Esperado do indivíduo  $i$ :

$$E\pi_i = (b_i - c_i) \Pr(b_i < b_j),$$

em que  $c_i$  é o custo do jogador (calculado a partir do tipo, que é gerado a partir de uma distribuição Uniforme),  $b_i$  é o lance escolhido pelo jogador  $i$  e  $b_j$  é o lance dado pelo seu adversário. Equivalentemente ao Leilão Selado de 1º Preço, os lances  $b_i$  em Equilíbrio de Nash com neutralidade ao risco são descritos pela fórmula

$$b_i = \bar{c} + \left[ \frac{N-1}{N} \right] (\bar{c} - c_i),$$

onde  $\bar{c}$  é o valor máximo que o custo pode tomar, dado o intervalo estabelecido para o jogo, e  $N$  é o número de participantes no leilão.

## Metodologia

Para avaliar a validade das hipóteses já referidas foi necessário utilizar diferentes abordagens. Cabe agora explicar o motivo pelo qual optamos por realizar múltiplas rodadas por sessão: ter a possibilidade de avaliar a capacidade de aprendizado dos jogadores. Se a hipótese de que os jogadores têm dificuldades na formação correta de crenças com a informação dada no início do jogo estiver correta, é provável que encontremos diferenças significantes entre a forma de jogar que os voluntários apresentam nas primeiras rodadas e a forma de jogar que eles apresentam nas últimas, uma vez que é razoável supor que eles são capazes de aprender com o resultado dos lances anteriores.

Assim, para analisar a capacidade de aprendizado ao longo das rodadas de uma única sessão, optamos por realizar uma comparação de médias entre lances nas primeiras rodadas e nas últimas rodadas em cada tipo de experimento. Se houver de fato aprendizado esperamos encontrar resultados significantes para a diferença de médias para menos, no caso do leilão Selado de 1º Preço, e para mais no caso da Licitação.

Para testar a hipótese de heterogeneidade, realizamos inicialmente uma regressão de mínimos quadrados ordinários do Lance na valoração de cada participante, em cada rodada:

$$b_i = \beta_0 + \beta_1 v_i + e_i$$

Utilizamos os coeficientes resultantes dessa regressão como base de comparação, já que pode ser interpretado como expressão do comportamento médio conjunto dos participantes do leilão.

A segunda etapa, ainda preliminar, foi de utilizar efeitos fixos para os participantes para analisar se há resultados significantes para as dummies individuais. Caso a regressão nos apontasse que não há significância nestes coeficientes, significaria que os indivíduos estariam jogando de forma semelhante entre si ao longo de todo o experimento. Para garantir a validade destes resultados, optamos por realizar um teste de robustez, aplicando um teste F sobre os coeficientes das dummies dos participantes.

Modelo de Efeitos Fixos:

$$b_i = \beta_0 + \beta_1 v_i + \gamma_2 D_{2i} + \gamma_3 D_{3i} + \dots + \gamma_n D_{ni} + e_i$$

Por fim, foi realizada uma regressão de MQO para cada indivíduo separadamente, para, a partir da aplicação do coeficiente obtido no Modelo de Ledyard, estimar o parâmetro de aversão ao risco de cada participante dos experimentos. O Modelo utilizado para identificar os parâmetros foi apresentado no artigo “Theory and Behavior of Single Object Auctions”, de Cox, Roberson e Smith. O modelo segue detalhado na próxima sessão.

## Modelo de identificação da aversão ao risco

Sob a hipótese de que cada pessoa operaria sempre sob o mesmo coeficiente de propensão/aversão ao risco, aplicaremos os dados dos experimentos ao Modelo proposto em Cox, Roberson e Smith (1982). O modelo foi inspirado nas sugestões de John Ledyard para um modelo de equilíbrio de lances que permita aos agentes diferirem nas suas ações em relação ao risco. A premissa inicial é de que cada indivíduo participante no leilão é retirado de uma população de agentes econômicos o seguinte formato de função de utilidade sobre a renda:

$$u_i(y) = y^{r_i}$$

Onde  $r_i$  é uma variável aleatória com distribuição de probabilidade  $\Phi$  em  $[0,1]$ , sendo  $(1 - r_i)$  o parâmetro Arrow-Pratt de aversão ao risco para função de utilidade.

Neste modelo, diferentemente do proposto por Vickrey, é possível encontrar parâmetros que indiquem que o agente seja neutro ou até mesmo propenso ao risco. Cada participante  $i$  tem sua valoração retirada de uma distribuição de probabilidade uniforme no intervalo  $[\underline{v}, \bar{v}]$ , para  $\underline{v} \geq 0$ . Os participantes sabem somente sua própria valoração e a distribuição da qual a valoração de seu rival foi retirada.

Para o intervalo de valorações possíveis  $[\underline{v}, \bar{v}]$ , a estratégia de lances em equilíbrio e sob o pressuposto de agentes neutros ao risco é descrita por

$$b_i = \underline{v} + \frac{N-1}{N} (v_i - \underline{v}),$$

onde  $N$  é o número de participantes em cada leilão,  $v_i$  e  $b_i$  a valoração e o lance de cada participante, respectivamente, na rodada e  $\underline{v}$  a menor valoração permitida pela distribuição de valorações.

Ainda supondo que todos os participantes são neutros ao risco, o modelo aponta para a existência de um lance máximo:

$$\bar{b} = \underline{v} + \frac{N-1}{N} (\bar{v} - \underline{v}).$$

Ao abandonarmos a hipótese de neutralidade ao risco devemos incluir o parâmetro  $r_i$  no modelo (que antes era ignorado por ser sempre igual a 1), possibilitando que o lance ótimo seja diferente para cada agente:

$$b_i = \underline{v} + \frac{N-1}{N-1+r} (v_i - \underline{v}).$$

Como o modelo foi desenhado apenas levando em conta características do leilão selado de primeiro preço, para aplicá-lo aos dados de licitação se faz necessária uma

adaptação do modelo. Na licitação, ao contrário do que ocorre no leilão de primeiro preço para a valoração, devemos incluir no modelo o limite superior da distribuição de custos  $[\underline{c}, \bar{c}]$ , que nos dará a seguinte estratégia ótima de lances em equilíbrio de Nash com neutralidade ao risco:

$$b_i = \bar{c} + \frac{N-1}{N} (\bar{c} - c_i),$$

onde  $N$  é o número de participantes em cada leilão,  $c_i$  e  $b_i$  a valoração e o lance de cada participante, respectivamente, na rodada e  $\bar{c}$  o maior valor de custo permitido pela distribuição de valorações.

Assim, o lance mínimo, com pressuposto de neutralidade ao risco, será caracterizado por:

$$b_i = \bar{c} + \frac{N-1}{N} (\bar{c} - \underline{c}).$$

Da mesma forma que no leilão de primeiro preço, temos que incluir o parâmetro  $r_i$  de aversão ao risco no modelo para aceitar que os indivíduos tenham preferências diferentes (entre si e não necessariamente sejam neutros ao risco) quanto a escolha de risco.

$$b_i = \bar{c} + \frac{N-1}{N-1+r} (\bar{c} - c_i).$$

## Dados e Estatísticas Descritivas

Esta sessão destina-se à descrição breve dos dados obtidos com os experimentos realizados no segundo semestre de 2011 e 2012, no Laboratório de Economia Experimental do Departamento de Economia da PUC-Rio.

Os dados utilizados para testar as hipóteses que queremos testar em relação ao comportamento dos voluntários foram gerados nos experimentos realizados no Laboratório de Economia Experimental (LEE) do Departamento de Economia da PUC-Rio, com o auxílio do programa Z-Tree (desenvolvido na Universidade de Zurique, com o intuito de facilitar a realização de experimentos econômicos).

Foram realizadas duas sessões de experimento para cada tipo de leilão testado, com múltiplas rodadas. Em todas as sessões foram usadas três rodadas iniciais como rodadas-treino, cujos resultados não contariam para o pagamento ao final do experimento, que dependeria do desempenho de cada um, mas somente nas vinte rodadas válidas. Estas rodadas-treino serviram para que houvesse tempo para os voluntários se familiarizarem com o jogo e certificarmos de que, durante as rodadas seguintes, os voluntários estariam jogando realmente de acordo com as suas preferências, tendo entendido toda a informação disponível para eles no experimento.

Cada sessão comportou de oito a doze voluntários, pareados aleatoriamente a cada rodada pelo programa, jogando as três rodadas-treino e em seguida vinte rodadas cujos resultados valeriam a recompensa monetária de cada jogador. Dessa forma, a recompensa de cada um por participar dependeria do seu desempenho individual, ou seja, os jogadores que ganhassem mais vezes e com lucro maior em cada rodada ganhavam recompensas maiores ao final da sessão. Os detalhes específicos para cada leilão estão descritos a seguir.

## Leilão Selado de Primeiro Preço

A base de dados resultante do experimento que simula um leilão selado de primeiro preço totaliza uma amostra de 460 dados para cada variável. Tivemos vinte voluntários para esse jogo, oito participando na primeira sessão e doze na segunda, em ambas as sessões todos participaram nas vinte e três rodadas, das quais as três primeiras são rodadas treino para familiarizar os participantes com o jogo. Os dados gerados a partir das rodadas treino foram excluídos já que podem não representar lances que os participantes julgariam maximizar seu lucro esperado, uma vez que foram avisados de que as três primeiras rodadas não contariam para o cálculo do pagamento ao final da sessão, restando assim 400 dados para cada variável.

Para obter uma distribuição de lances em Equilíbrio de Nash com Neutralidade ao Risco que fosse igual para todos os leilões realizados, o cálculo das valorações para o leilão de primeiro preço envolve a geração de um tipo  $t_i$  a partir de uma distribuição Uniforme com valores entre zero e um ( $t_i \sim U[0,1]$ ), que é multiplicado por vinte e somado a dez. Assim, a distribuição de valorações é uma Uniforme entre dez e trinta ( $v_i \sim U[10,30]$ ) e a distribuição de lances em Equilíbrio de Nash com Neutralidade ao Risco é também uma uniforme do tipo  $b_i^{RNNE} \sim U[10,20]$ .

Calculando os lances de RNNE a partir das valorações que foram geradas no experimento, foi possível criar algumas comparações preliminares entre os dados resultantes do experimento e o equilíbrio proposto pela teoria:

Gráfico 1: Linha de regressão de Lances Reais e Lances RNNE

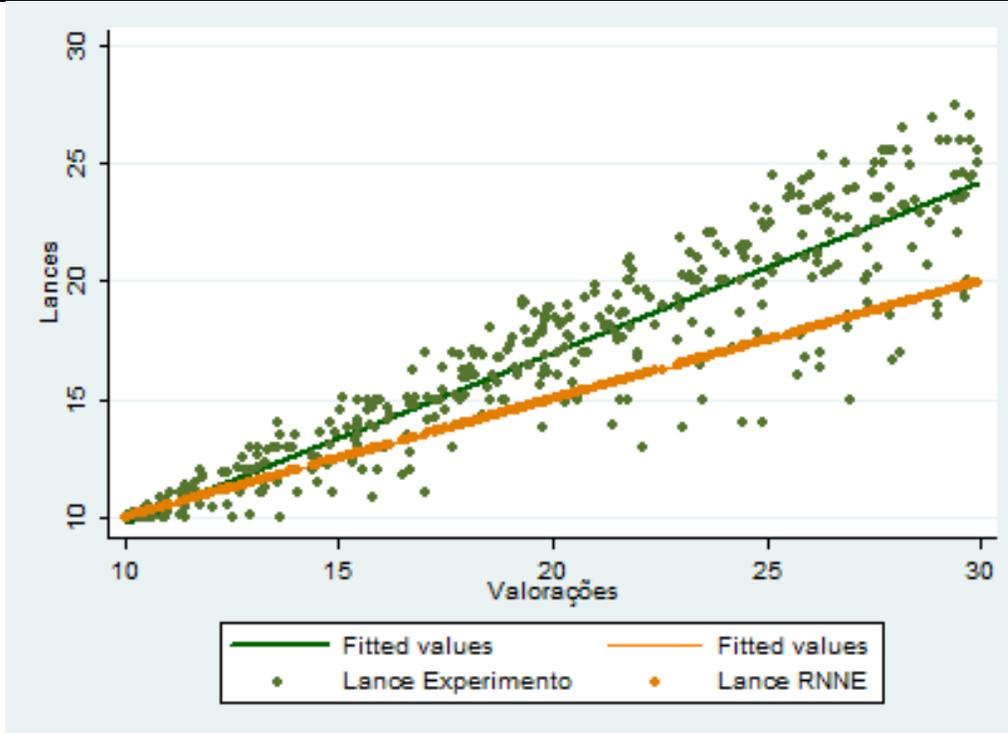


Tabela 1: Comparação de médias entre Lances Reais e Lances RNNE

Paired t test					
Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]
Lance Exp	400	17,10	0.23	4,52	16,66 17,55
Lance RNNE	400	15,07	0.14	2,87	14,79 15,35
diff	400	2,03	0.11	2,21	1,822,25
mean(diff) = mean(Lance Exp – Lance RNNE)				t = 18,38	
Ho: mean(diff) = 0			degrees of freedom = 399		
Ha: mean(diff) < 0		Ha: mean(diff) ≠ 0		Ha: mean(diff) > 0	
Pr(T < t) = 1.0000		Pr( T  >  t ) = 0.0000		Pr(T > t) = 0.0000	

O gráfico nos mostra que a inclinação da reta de regressão de lances realizados no experimento possui uma inclinação mais alta do que aquela que representa o Equilíbrio de Nash com Neutralidade ao Risco. Da mesma forma, o teste de diferença de média indica a rejeição da Hipótese Nula (diferença entre as médias igual a zero) a qualquer nível de significância, mostrando que os dados utilizados apresentam o padrão de comportamento que caracteriza o “Overbidding”, condizente com os resultados descritos pela literatura base desse trabalho.

## Licitação

O experimento de licitação resultou em um total de 368 dados, que se restringem a 320 ao excluir os dados provindos das rodadas treino. Esse experimento contou com duas sessões, ambas com oito voluntários que participaram em todas as vinte e três rodadas.

Tal como no leilão de primeiro preço, a distribuição de custos individuais foi gerada para obter uma distribuição de lances em Equilíbrio de Nash com Neutralidade ao Risco que seja igual aos outros experimentos, o cálculo dos custos para a licitação consiste na geração de um tipo  $t_i$  a partir de uma distribuição Uniforme com valores entre zero e um ( $t_i \sim U[0,1]$ ), que é multiplicado por vinte. Assim, a distribuição de valorações é uma Uniforme entre zero e vinte ( $c_i \sim U[0,20]$ ) e a distribuição de lances em Equilíbrio de Nash com Neutralidade ao Risco também é  $b_i^{RNNE} \sim U[10,20]$ .

Novamente, é possível apresentar algumas comparações preliminares com os lances de RNNE calculados a partir dos custos que foram gerados no experimento:

Gráfico 2: Linha de regressão para Lances Reais e Lances RNNE

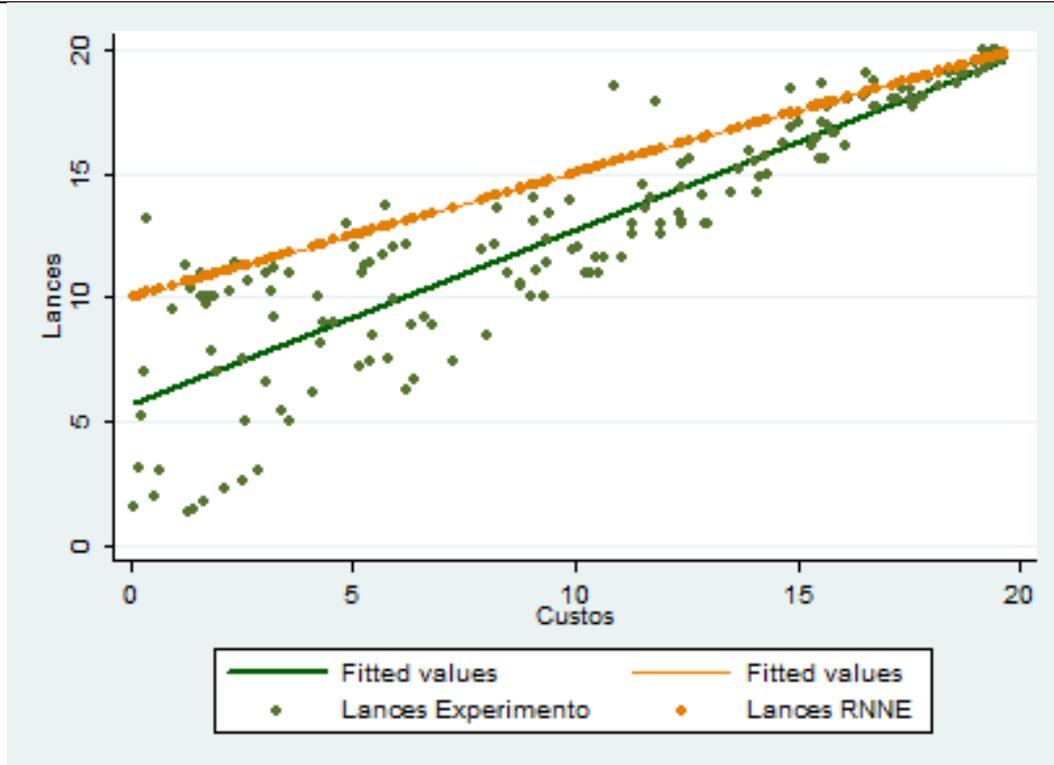


Tabela 2: Teste de comparação de média entre Lances Reais e Lances RNNE

Paired t test						
Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
Lance Exp	320	12,69	0,27	4,77	12,17	13,22
Lance RNNE	320	14,96	0,17	3,02	14,63	15,29
diff	320	-2,27	0,14	2,48	-2,54	-1,99
mean(diff) = mean(Lance Exp - Lance RNNE)				t = -16,40		
Ho: mean(diff) = 0				degrees of freedom = 319		
Ha: mean(diff) < 0		Ha: mean(diff) ≠ 0		Ha: mean(diff) > 0		
Pr(T < t) = 0.0000		Pr( T  >  t ) = 0.0000		Pr(T > t) = 1.0000		

Como podemos ver pelo gráfico, a reta de regressão dos dados de Lance sobre o custo, gerado aleatoriamente, tem uma inclinação menor do que a reta de regressão dos Lances calculados para o RNNE. Igualmente, o teste de média entre os Lances reais e os Lances RNNE indicam que a média de Lances reais é sempre menor nesse caso.

Os dados gerados no experimento de licitação apontam para um padrão de comportamento que podemos denominar Underbidding, que é exatamente o contrário do que ocorre no caso do Leilão Selado de 1o preço. Não foi encontrado na literatura casos de experimentos realizados com Licitações para compararmos os resultados, no entanto, podemos nos basear na idéia de que a Licitação funciona de forma a espelhar o Leilão Selado de 1o preço, o que possibilita dizer que os dados refletem o esperado.

## Resultados

Os resultados encontrados para os testes econométricos aplicados nos dados para avaliar a validade das hipóteses levantadas nesse trabalho são encontradas a seguir.

### Aprendizado

Para testar se os indivíduos incorporam as informações obtidas com o resultado de cada leilão de forma a aprender a melhorar seus lances, realizamos um teste de comparação de média entre os lances realizados nas cinco primeiras rodadas e nas cinco últimas. Como se pode ver na tabela abaixo, há uma diferença negativa e estatisticamente significativa ao nível de 5% entre os valores de lance das últimas rodadas e das primeiras. Ou seja, há uma redução de cerca de 2,5 no valor dos lances entre o começo e o final do leilão selado de 1º preço.

**Tabela 3: Comparação de médias entre lances dados no início e no final do experimento de Leilão Selado de Primeiro Preço**

Variável	Obs	Média	Intervalo de Confiança 95%	
Lances das últimas 5 rodadas	100	16,83	15,95	17,71
Lances das primeiras 5 rodadas	100	18,09	17,16	19,03
Diferença = -1,26			-2,53	0,02
Ho: Diferença = 0			t = -1,9483	
Ha: Diferença < 0 Pr(T < t) = 0,0264	Ha: Diferença ≠ 0 Pr(T > t) = 0,0528		Ha: Diferença > 0 Pr(T > t) = 0,9736	

O mesmo teste foi realizado para o experimento de licitação, mas, mesmo aumentando o número de períodos utilizados para obter aproximadamente o mesmo número de observações para as variáveis de lances no início e no final do que o utilizado no teste do experimento de leilão de 1º preço, não foi encontrado nenhum

efeito estatisticamente significativo para a diferença de médias inicial e final dos lances. A tabela a seguir mostra que há uma diferença de apenas 0,5 entre as médias e que num intervalo de confiança de 95% essa diferença pode ser considerada zero, portanto, não é possível concluir que haja aprendizado significativo ao longo das rodadas do experimento de licitação.

**Tabela 4: Comparação de médias entre lances dados no início e no final do experimento de Licitação**

Variável	Obs	Média	Intervalo de Confiança 95%	
Lances das últimas 5 rodadas	96	13,54	12,78	14,30
Lances das primeiras 5 rodadas	96	13,02	12,13	13,91
Diferença = 0,52			-0,64	1,68
Ho: Diferença = 0			t = 0,8817	
Ha: Diferença < 0 Pr(T < t) = 0,8105	Ha: Diferença ≠ 0 Pr(T > t) = 0,3790		Ha: Diferença > 0 Pr(T > t) = 0,1895	

## Heterogeneidade

A regressão de MQO com efeitos fixos, que foi a primeira abordagem para a análise da heterogeneidade, resultou em coeficientes significativamente diferentes de zero para mais da metade dos indivíduos da amostra do leilão selado de primeiro preço e quase metade dos indivíduos da amostra de licitação.

Tabela 5: MQO com Efeitos Fixos

MQO - Variável Dependente: Lance	Leilão Selado de 1º Preço		Licitação	
	Coef.	Std. Err.	Coef.	Std. Err.
Variáveis Independentes				
Custo			0,61***	0,0166
Valoração	0,72***	0,0146		
Dummy Participante 1	(omitido)		(omitido)	
Dummy Participante 2	-2,79***	0,5173	1,28**	0,5447
Dummy Participante 3	-1,15**	0,5175	-0,6	0,5454
Dummy Participante 4	-0,71	0,5173	-1,61***	0,5449
Dummy Participante 5	-0,14	0,5177	-1,56***	0,5449
Dummy Participante 6	-1,33**	0,5173	-3,13***	0,5451
Dummy Participante 7	-1,14**	0,5178	-2,33***	0,5454
Dummy Participante 8	-0,38	0,5173	-0,68	0,5446
Dummy Participante 9	-1,38***	0,5179	-0,02	0,5447
Dummy Participante 10	-0,44	0,5173	1,28**	0,5447
Dummy Participante 11	-2,25***	0,5173	0,62	0,5455
Dummy Participante 12	-3,18***	0,5174	0,26	0,5447
Dummy Participante 13	-0,67	0,5173	0,36	0,5448
Dummy Participante 14	-0,38	0,5181	0,71	0,5447
Dummy Participante 15	-0,85	0,5186	-1,03*	0,5454
Dummy Participante 16	-1,46***	0,5177	-0,27	0,5448
Dummy Participante 17	-1,90***	0,5185		
Dummy Participante 18	-0,91*	0,5173		
Dummy Participante 19	-2,13***	0,5173		
Dummy Participante 20	-1,12**	0,5174		
Número de Observações	400		320	
R <sup>2</sup>	0,88		0,82	
R <sup>2</sup> Ajustado	0,87		0,81	

Com estes resultados optamos por realizar um teste de robustez, aplicando um teste F para os coeficientes das variáveis dummy de cada indivíduo, interagindo com a variável Valoração, no caso do Leilão de primeiro preço, e com a variável Custo, no caso da licitação. A hipótese nula para o teste de robustez foi de que todos os coeficientes das dummies de indivíduos são estatisticamente iguais a zero conjuntamente, o que significaria que essas variáveis são dispensáveis ao modelo.

Tabela 6: Teste de robustez sobre o modelo

MQO - Variável Dependente: Lance		Leilão Selado de 1° Preço		Licitação	
Bloco 1	Variáveis Independentes	Coef.	Std. Err.	Coef.	Std. Err.
	Custo			0,59***	0,0199
	Valoração	0,72***	0,0158		
Bloco 2	Variáveis Independentes	Coef.	Std. Err.	Coef.	Std. Err.
	Custo			0,56***	0,0486
	Valoração	0,83***	0,0580		
	Dummy Participante 1	(omitido)		(omitido)	
	Dummy Participante 2	2,77	1,7393	1,39*	0,7402
	Dummy Participante 3	-1,00	2,1947	-1,45*	0,7718
	Dummy Participante 4	0,98	1,8055	-3,68***	0,7889
	Dummy Participante 5	-2,47	1,7994	-4,02***	0,7662
	Dummy Participante 6	0,98*	1,8768	-8,08***	0,7663
	Dummy Participante 7	1,88	1,8461	-6,07***	0,8051
	Dummy Participante 8	0,22	1,8534	0,46	0,7689
	Dummy Participante 9	1,55	1,9469	1,08	0,7841
	Dummy Participante 10	-2,61	1,7304	1,91**	0,7793
	Dummy Participante 11	2,59	1,7099	1,22	0,7839
	Dummy Participante 12	4,28**	1,8528	2,67***	0,7851
	Dummy Participante 13	0,72	1,9206	1,07	0,8544
	Dummy Participante 14	0,58	2,0249	2,34***	0,7441
	Dummy Participante 15	-4,00**	1,9738	-1,35	0,8531
	Dummy Participante 16	-0,48	1,7755	0,56	0,7930
	Dummy Participante 17	1,82	1,8847		
	Dummy Participante 18	2,99	1,8869		
	Dummy Participante 19	1,08	1,8749		
	Dummy Participante 20	3,45*	1,9980		
	Interação Dummy Participante 1	(omitido)		(omitido)	
	Interação Dummy Participante 2	-0,27***	0,0817	-0,02	0,0697
	Interação Dummy Participante 3	-0,03	0,1017	0,08	0,0659
	Interação Dummy Participante 4	-0,10	0,0845	0,21	0,0700
	Interação Dummy Participante 5	0,10	0,0838	0,25	0,0676
	Interação Dummy Participante 6	-0,13	0,0889	0,48	0,0665
	Interação Dummy Participante 7	-0,17*	0,0912	0,35	0,0692
	Interação Dummy Participante 8	-0,05	0,0875	-0,12	0,0712
	Interação Dummy Participante 9	-0,16*	0,0886	-0,11	0,0711
	Interação Dummy Participante 10	0,08	0,0835	-0,06	0,0706
	Interação Dummy Participante 11	-0,26***	0,0824	-0,05	0,0669
	Interação Dummy Participante 12	-0,40***	0,0895	-0,24	0,0709
	Interação Dummy Participante 13	-0,09	0,0892	-0,07	0,0776
	Interação Dummy Participante 14	-0,06	0,0922	-0,17	0,0665
	Interação Dummy Participante 15	0,12	0,0869	0,04	0,0739
	Interação Dummy Participante 16	-0,06	0,0867	-0,08	0,0712
	Interação Dummy Participante 17	-0,20**	0,0855		
	Interação Dummy Participante 18	-0,25***	0,0889		
	Interação Dummy Participante 19	-0,17*	0,0913		
	Interação Dummy Participante 20	-0,25***	0,0922		
	Número de Observações	400		320	
	R <sup>2</sup>	0,89		0,76	
	R <sup>2</sup> Ajustado	0,88		0,75	
	Teste sobre Bloco 2	F = 5,10		F = 17,86	



## Conclusão

Os resultados descritos na sessão anterior corroboram a hipótese de que existe heterogeneidade entre os indivíduos, uma vez que evidenciam parâmetros diferentes para cada jogador. Observam-se indivíduos que revelam um padrão de forte aversão ao risco ao longo de todas as vinte rodadas, em contraposição a indivíduos que optam por variar entre jogadas mais ou menos arriscadas. Para ambos os tipos de leilão é possível perceber forte dispersão entre os parâmetros de aversão ao risco, seja entre os indivíduos ou até para um mesmo indivíduo, mostrando que os indivíduos não só não são estritamente avessos ao risco, como podem variar como quiserem suas preferências por risco, sem apresentar o mesmo padrão de preferência por risco a todo instante.

Através da análise do resultado do teste de comparação de média entre as primeiras rodadas do leilão e as últimas, foi possível concluir que há uma diferença significativa entre os lances jogados no início e no final para o leilão de primeiro preço, mas o mesmo não se repete para a licitação. Podem-se levantar duas hipóteses distintas para explicar a diferença de resultados: no caso da licitação, como o jogo é pouco familiar aos participantes, eles se esforçam mais para entender o jogo no início, e, portanto não há diferenças significativas entre os lances do início e do final, pois não houve aprendizado significativo durante esse intervalo; a outra hipótese diria o contrário, que as pessoas que não entenderam o jogo no início teriam mais dificuldade em aprendê-lo de qualquer forma, e que 23 rodadas não seriam suficientes para melhorarem seus lances de forma a aumentar seus lucros.

A partir da análise comparativa dos resultados dos dois tipos de leilão (1º Preço e Licitação), é possível dizer que o formato de leilão selado de 1º preço leva os jogadores a realizar lances menos arriscados, fazendo com que os jogadores pareçam ser quase majoritariamente avessos ao risco. No entanto, por algum motivo ainda a ser explorado, o leilão do tipo licitação, que nada mais é do que um espelho do primeiro, não aparenta ter esse efeito tão forte ao nível individual, mesmo que no conjunto pareça prevalecer o viés de aversão ao risco.

## Referências Bibliográficas

Armantier, O., & Treich, N. (2005). Overbidding in independent private-values auctions and misperception of probabilities. Université Montréal, mimeo.

Cox, J. C., Roberson, B., & Smith, V. L. (1982). Theory and behavior of single object auctions. In V. L. Smith (Ed.), *Research in experimental economics* (Vol. 2). Greenwich: Jai.

Guarino, I. G. A., (2008): Identificando as causas do Fenômeno de Overbidding em Leilões de Primeiro Preço: Uma Análise Experimental. Pontifícia Universidade Católica - Rio.

Kagel, J. H. (1995). Auctions: a survey of experimental research. In J. H. Kagel & A. E. Roth (Eds.), *Handbook of experimental economics*. Princeton: Princeton University Press.

Kagel, J. H., & Levin, D. (1993). Independent private value auctions: bidder behavior in first-, second-, and third-price auctions with varying numbers of bidders. *Economic Journal*, 103, 868–879.

Kagel, J. H. & Levin, D. (2008). *Auctions: A survey of experimental research, 1995–2008*.

Rezende, L. (2006): Identifying the Source of Misbehavior in First-Price Auctions with Bounds on Overbidding. University of Illinois.

Rezende, L. (2009): Playing like an Econometrician: Rational Choice Based on Estimates Leads to Overbidding in First-price Auctions. PUC-Rio and University of Illinois.