



ELE 2005: Análise Estratégica de Investimentos e de Decisões com Teoria dos Jogos e Jogos de Opções Reais

Teoria dos Jogos - Parte 3 Jogos de Informação Incompleta e Assimetria de Informação

**Marco Antonio Guimarães Dias,
E-mail: marcoagd@pobox.com
Professor Adjunto, tempo parcial**

Rio de Janeiro, 2º Semestre de 2007

Jogos de Informação Incompleta

- ◆ Em muitos jogos é mais realista considerar que existe informação incompleta sobre os payoffs dos rivais.
 - Nesses jogos, cada firma só recebe informações parciais sobre os valores do jogo, representadas por *distribuições de probabilidades a priori* sobre os possíveis cenários dos payoffs.
- ◆ Um dos jogos dessa classe mais importantes é o *jogo de informação assimétrica*, em que existe uma parte informada e outra parte não (ou menos) informada.
 - Assimetria de informação já deu 5 prêmios Nobel em economia
 - Iremos ver alguns casos clássicos, como os *jogos de sinalização*.
- ◆ O método geral para resolver os jogos de informação incompleta é o *método Bayesiano* (Harsanyi, 1967-68).
 - O jogo original é transformado num *jogo equivalente de Bayes* com informação completa, embora *imperfeita*.
 - Harsanyi desenvolveu o conceito de *equilíbrio Bayesiano*.

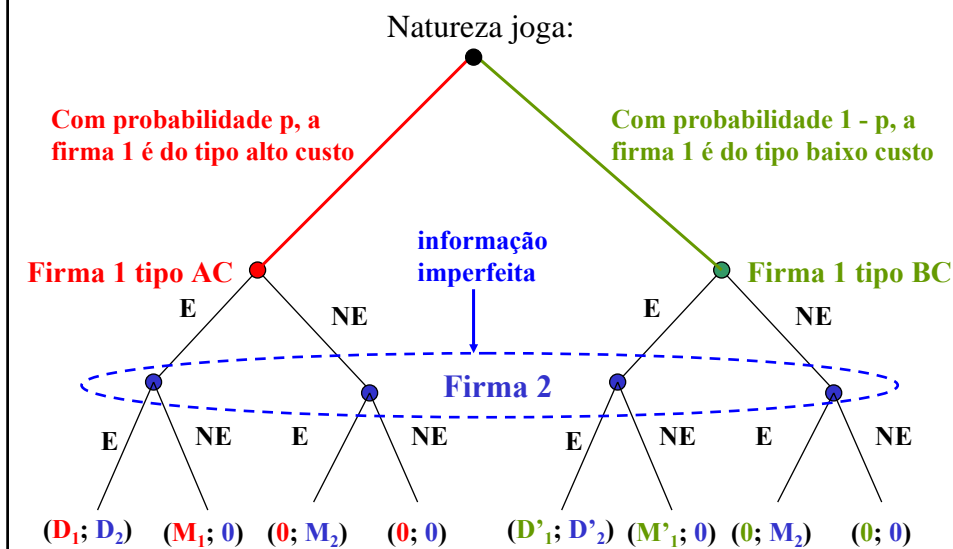
Informação Incompleta e Equilíbrio Bayesiano

- ◆ Nesse jogo de informação incompleta, a natureza faz o primeiro lance escolhendo a realização de θ_i , a variável aleatória (v.a.) sobre o valor ou “tipo” de cada jogador i .
 - Cada jogador i tem uma função valor $V_i(s_i, s_{-i}, \theta_i)$, onde $\theta_i \in \Theta_i$ é uma v.a. escolhida pela natureza, só observada pelo jogador i .
 - É assumido, como premissa, que a *distribuição conjunta* dos payoffs (valores) dos jogadores são de *conhecimento comum*.
 - Estratégia pura p/ o jogador i é a regra de decisão ou função $s_i(\theta_i)$ que dá a escolha para cada realização do seu tipo θ_i .
 - O *valor esperado condicional* do jogador i é dado por:

$$\bar{V}_i(s_1(\cdot), s_2(\cdot), \dots, s_J(\cdot)) = E[V_i(s_1(\theta_1), s_2(\theta_2), \dots, s_J(\theta_J)) \mid \theta_i]$$
- ◆ O *equilíbrio Bayesiano de Nash* (EBN) é definido de forma similar ao EN, mas para *valores esperados condicionais*.
 - Um perfil de estratégias puras $s = (s_1, s_2, \dots, s_J)$ é EBN se, para todos os J jogadores: $\bar{V}_i(s_i, s_{-i}) \geq \bar{V}_i(s_i', s_{-i})$, $\forall s_i' \in \mathcal{S}_i$

Informação Incompleta Vira Imperfeita

- ◆ Harsanyi transformou um *jogo de informação incompleta* em um *jogo de informação completa mas imperfeita*. Para isso, a natureza joga. Ex.: informação incompleta sobre a firma 1:



Ex: Cournot com Informação Incompleta

- ◆ Seja a competição em quantidades (Cournot) mas com informação incompleta e assimétrica sobre o custo:
 - Firma 1 é uma firma estabelecida no mercado e por isso tem custo marginal c conhecido pela firma 2.
 - Firma 2 é uma firma nova, que está entrando no mercado e que tem custo *conhecido por ela*, mas que a firma 1 desconhece.
 - ➔ Assim, a informação incompleta é assimétrica: a firma 2 é a *firma informada* e a firma 1 tem informação incompleta sobre a firma 2.
 - Assuma só dois cenários: a firma 2 pode ser de *alto custo* c_H , ou de *baixo custo* c_L , por ex. devido a diferenças de tecnologia.
 - ➔ No contexto Bayesiano, diz-se que a firma 1 tem um só tipo (espaço de tipos $\Theta_1 = \{c\}$) e a firma 2 tem dois tipos, $\Theta_2 = \{c_L, c_H\}$.
 - Porém, é *conhecimento comum* (firmas 1 e 2) a *distribuição de probabilidades a priori* sobre os tipos dos jogadores:
 - ➔ A firma 1 sabe que a firma 2 tem probabilidade p de ser do tipo c_H e probabilidade $1 - p$ de ser do tipo c_L .
 - ➔ Aqui os tipos são independentes $\Rightarrow \text{prob}(\theta_2 = c_L | c) = \text{prob}(\theta_2 = c_L)$.

Cournot com Informação Incompleta

- ◆ Seja a função demanda inversa linear $P(Q) = a - Q$, com $Q = q_1 + q_2$. As firmas maximizam o lucro escolhendo as quantidades, mas agora a curva de reação da firma 2 depende se ela é do tipo alto custo ou do tipo baixo custo.
 - Denote $q_2^*(c_L)$ e $q_2^*(c_H)$ as curvas de reação da firma 2 a depender de seu tipo e q_1^* a curva de reação da firma 1.
 - Se a firma 2 for do tipo baixo custo, ela escolhe $q_2^*(c_L)$ que resolve: $\max_{q_2} [(a - q_1 - q_2) - c_L] q_2$
 - Se a firma 2 for do tipo alto custo, ela escolhe $q_2^*(c_H)$ que resolve: $\max_{q_2} [(a - q_1 - q_2) - c_H] q_2$
 - A firma 1 escolhe q_1^* sabendo que existe uma probabilidade p da firma 2 ter a curva de reação $q_2^*(c_H)$ e $1 - p$ dela ser $q_2^*(c_L)$:
 $\max_{q_1} p [(a - q_1 - q_2(c_H)) - c] q_1 + (1 - p) [(a - q_1 - q_2(c_L)) - c] q_1$
 - Usando as *condições de primeira ordem* para cada um dos três problemas de maximização e como as quantidades têm de ser ≥ 0 :

Cournot com Informação Incompleta

- ◆ Usando CPOs (derivando e igualando a zero):

$$q_2^*(c_H) = \max \left\{ 0, \frac{a - q_1 - c_H}{2} \right\} \quad q_2^*(c_L) = \max \left\{ 0, \frac{a - q_1 - c_L}{2} \right\}$$

$$q_1^* = \max \left\{ 0, \frac{p [a - q_2(c_H) - c] + (1-p) [a - q_2(c_L) - c]}{2} \right\}$$

- ◆ Substituindo a curva de reação duma firma na curva de reação da outra firma se obtém os valores de quantidades em equilíbrio:

$$q_2^*(c_H) = \max \left\{ 0, \frac{a - 2c_H + c}{3} + \frac{(1-p)(c_H - c_L)}{6} \right\}$$

$$q_2^*(c_L) = \max \left\{ 0, \frac{a - 2c_L + c}{3} - \frac{p(c_H - c_L)}{6} \right\}$$

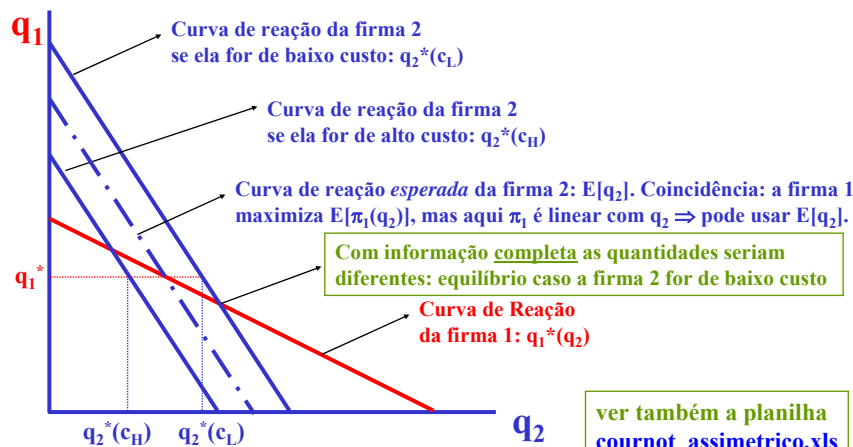
$$q_1^* = \max \left\{ 0, \frac{a - 2c + p c_H + (1-p) c_L}{3} \right\}$$

No caso + geral ocorre $E[q_2(\tilde{c})] \neq q_2(E[\tilde{c}])$

- ◆ Compare com o caso com informação completa, em que tínhamos $q_i^* = (a - 2c_i + c_j) / 3$ (se não-negativo). **Firma 1:** *linearidade* de π_1 com o custo e q_1 a fez usar o *valor esperado do custo da rival* no q_1^* . **Firma 2:** se ela for de *alto custo* ela produziria *mais* do que com *inform. completa*. Mas se for de *baixo custo*, ela produziria *menos*.

Cournot com Informação Incompleta

- ◆ Assim, uma firma de alto custo irá querer esconder o seu custo da outra firma, p/ produzir mais e lucrar mais.
 - Já uma firma de baixo custo poderá querer *sinalizar* que ela é de baixo custo, i. é, divulgar de forma crível o seu custo baixo.



Teoria da Informação Assimétrica

- ◆ A teoria de *mercados* sob informação assimétrica foi agraciada com três Prêmios Nobel em Economia (2001):
 - Seleção Adversa: George Akerlof (“mercado de limões”).
 - Sinalização: Michael Spence (mercado de trabalho).
 - *Screening*: Joseph Stiglitz (mercado de seguros).
- ◆ A teoria de *incentivos* sob informação assimétrica obteve mais dois Prêmios Nobel (1996) [ver [paper na Pasta 72](#)]:
 - James Mirrless (desenho da taxaço ótima de renda).
 - William Vickrey (desenho de leilões).
- ◆ Teoria de Agência vs. Assimetria de Informação
 - Teoria de Agência: analisa problemas devido a conflitos de *agente* e *principal*, com informação assimétrica ou não.
 - ➔ “Common Agency”: vários principais. Ex.: firma é um agente informado com vários principais: fisco, agência reguladora, etc.
 - Assimetria de Informação: o *agente* é a parte *mais informada* e o *principal* é a parte *menos informada*.

Evolução da Teoria Econômica da Informação

- ◆ Duas maneiras distintas de abordar a assimetria de informação, objetivando reduzir seus problemas:
 - Distinguir os casos *com interações de mercado* (ex.: “mercado de limões”) das aplicações *sem* esse componente de mercado (ex.: alguns casos de *screening*). Ambos os casos serão vistos.
 - Distingue os casos em função de quem é a iniciativa para reduzir o problema, se é da parte menos informada (exs.: monitoramento, *screening*) ou se é da parte mais informada (ex.: *sinalização*).
- ◆ Pesquisadores de **finanças** se interessaram pelo tema de assimetria de informação que surgiu em economia:
 - Desenvolvimento em finanças foi praticamente paralelo com os macro e micro economistas: papers da década de 70 de Ross, Leland, Jensen & Meckling; e década de 80 com Myers & Maljuf, são os mais citados.
 - Hoje vários temas da teoria de finanças (*estrutura de capital, decisões de financiamento, política de dividendos, relação com investidores, etc.*) são analisadas com essa abordagem.
 - ➔ Ver slides do anexo para uma discussão adicional aplicada a finanças.

Assimetria de Informação: Falha do Mercado

- ◆ Uma das premissas dos Teoremas Fundamentais do Bem-Estar é que (MWG, cap. 13) as características de todos os bens são observáveis p/ todos os participantes do mercado.
 - Sem isso, não é válida a premissa de *mercado completo*: teriam *bens iguais com preços diferentes e qualidades diferentes com mesmo preço*.
- ◆ Em particular, MWG estão preocupados com o papel da *assimetria da informação* como sendo *falha do mercado*.
 - Como caracterizar o equilíbrio de mercado nesse caso?
 - Existem possibilidades de intervenção/regulação no mercado visando aumento de bem-estar por parte do governo?
 - ➔ Sim, mas deve considerar as suas limitações. MWG definem o conceito de “*constrained Pareto optimal allocation*”, para alocações que não podem ser melhoradas no sentido de Pareto pelo governo.
 - ➔ Pode *desenhar incentivos* para reduzir a assimetria de informação.
 - O *mercado* pode reagir *livremente* aos problemas de assimetria de informação? Sim: sinalização, screening, etc., serão vistos.

Caso da Enron: Auditoria, Consultoria e Incentivos

- ◆ Um exemplo de falha de mercado foi a *falência da Enron* e o papel(ão) das *cias. “independentes” de auditoria*. Esse caso foi analisado por Stiglitz (*Valor Econômico*, 17/02/02):
 - Firms de auditoria de balanços existem para evitar que a *assimetria de informação* cause prejuízos ao *investidor* por *omissão* ou *falsidade*.
 - A firma de auditoria joga *jogos repetidos* com os investidores, logo teria o incentivo da *reputação* p/ *bem* informá-los sobre a Enron.
 - No entanto, quando a *mesma* empresa que *audita também presta consultoria*, aparece outro (e perverso) incentivo de *curto-prazo*: “*agradar os clientes que não gostam de relatórios desfavoráveis*”.
 - ➔ A auditora da Enron em 2001 chegou ao cúmulo de ajudar a destruir diversos documentos (supostas provas de irregularidades).
 - ➔ A. Levitt, ex-presidente da SEC, tentou no passado proibir a mistura de atividades de auditoria e consultoria pela mesma empresa.
 - Stiglitz argumenta que “*a questão central de nossa época é encontrar o equilíbrio certo entre governo e mercado*”.
 - ➔ Mesmo com essas imperfeições no mercado, Stiglitz adverte: “*precisamos resistir a tentação de ir para o extremo oposto*”.

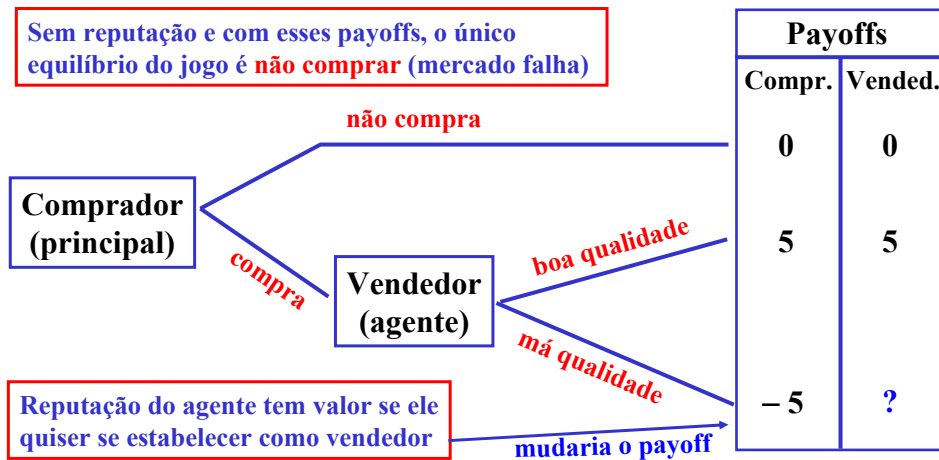
Evolução da Teoria Econômica da Informação

- ◆ A modelagem da informação é fundamental em economia. A primeira abordagem dos economistas foi modelar a informação como uma “commodity”.
 - Nesse caso as abordagens de estatística sobre o “*valor da informação*” poderia dar direções sobre como estimar a “demanda por informação”. Isso atenderia as aplicações?
 - ➔ Nessa linha houveram alguns avanços, mas uma outra abordagem se mostrou muito mais produtiva: responder como a *disponibilidade* e a *dispersão da informação* poderia afetar o mercado e a alocação de recursos na economia?
- ◆ K. Arrow (1963 e 1970), prêmio Nobel, numa análise principalmente informal, classificou a assimetria de informação em duas categorias:
 - *Ações não-observáveis* (“moral hazard” ou “*prejuízo moral*” no jargão da literatura de seguros).
 - *Informação escondida* (jargão: “*seleção adversa*”).

Prejuízo Moral e Reputação

- ◆ Um caso clássico de falha de mercado devido a informação assimétrica é o de prejuízo moral (*moral hazard*). Veremos também um antídoto, com conceito de valor de reputação.
 - Seja um comprador (principal) e um vendedor (agente):

Sem reputação e com esses payoffs, o único equilíbrio do jogo é **não comprar** (mercado falha)



Jogos Repetidos e Reputação

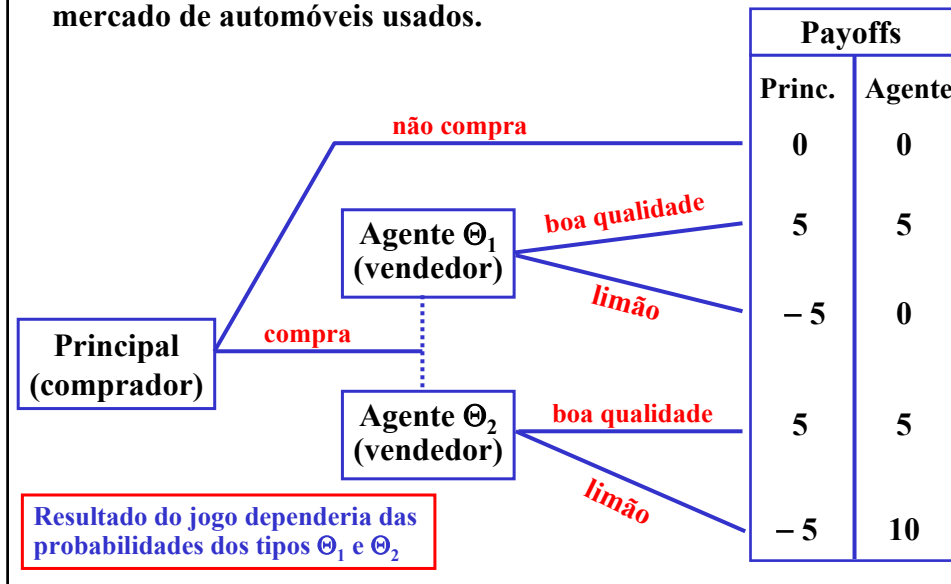
- ◆ O valor de reputação aparece em jogos repetidos.
- ◆ Se a figura anterior é apenas um *estágio de um jogo que se repete*, i. é, há *comprador freqüente* ou os *compradores* podem se comunicar, então a reputação tem valor.
 - Reputação aqui significa o sacrifício de benefício de curto prazo na expectativa de maior benefício no longo prazo.
 - Com a popularização de meios de comunicação (ex: internet), a comunicação entre compradores é cada vez mais possível.
- ◆ Assim, *construir uma reputação* (“*preços baixos e qualidade*”) pode ser vista como uma decisão de investimento, gastar hoje (ou *sacrificar ganhos de curto prazo*) visando *futuro benefício*.
- ◆ Nesse caso, a intuição e testes de laboratório (Dobson, 1993) indicam que o equilíbrio desse jogo repetido será (**Comprar, Boa Qualidade**).
 - Assim, a reputação é um candidato viável para resolver problemas de prejuízo moral, mas não para resolver os de seleção adversa.

Seleção Adversa e os Antídotos

- ◆ Akerlof, Spence e Stiglitz formularam a base teórica da teoria de mercados com informação assimétrica.
 - Mirrless e Vickrey focaram em incentivos e aplicações.
- ◆ Akerlof mostrou que a informação assimétrica cria imperfeições no mercado: Seleção Adversa.
 - Cria sérias distorções e limitações no mercado, punindo e afastando os produtos e serviços de melhor qualidade e/ou criando custos adicionais para minorar as imperfeições.
- ◆ Antídoto 1: *Jogo de Sinalização (Signaling)*
 - Spence mostrou que o problema pode ser combatido através da sinalização, em geral a um certo custo para ser crível.
- ◆ Antídoto 2: *Desenhar um mecanismo de Screening*.
 - Stiglitz mostrou que o mercado pode voltar a ser eficiente através de *auto-seleção*, oferecendo um *menu de alternativas*.
- ◆ *Desenho de mecanismo* é um ramo da teoria dos jogos.

Seleção Adversa Inviabilizando o Mercado

- ◆ Aqui o comprador (principal) sabe que existem dois tipos de vendedores (agentes), mas não consegue distingui-los. Ex.: mercado de automóveis usados.



Seleção Adversa e o Mercado de Limões

- ◆ Akerlof em seu artigo seminal de 1970 mostra que a informação assimétrica pode levar à seleção adversa em mercados e isso pode até inviabilizá-los.
- ◆ Seja o mercado de carros usados e assuma que existam apenas duas qualidades de carros:
 - Boa qualidade (proporção λ) e *limão* (proporção $1 - \lambda$).
 - Compradores não consegue distinguir a qualidade dos carros mas sabem que existem essas duas qualidades.
 - Para os compradores (principal) esses carros valem w_H e w_L , respectivamente, enquanto para os vendedores eles valem v_H e v_L , sendo $w_H > v_H$ e $w_L > v_L$
- ◆ Se não houvesse informação assimétrica se poderia distinguir H (alta qualidade) e L (limão) e assim haveria *mercado até para os limões* com preços entre v_L e w_L
 - Nesse caso o mercado funcionaria e cumpriria o seu papel.

Seleção Adversa e o Mercado de Limões

- ◆ Com assimetria de informação, não se pode distinguir as qualidades dos carros e os carros “iguais” são vendidos pelo mesmo preço. Qual?
 - Suponha que cada carro seja vendido por um preço médio da avaliação do comprador: $E[w] = \lambda w_H + (1 - \lambda) w_L$
 - A expectativa racional do comprador é que o valor de um carro desse mercado é $E[w]$ e se ele é neutro ao risco ou avesso ao risco, ele não pagaria mais do que $E[w]$.
- ◆ Suponha que o vendedor de carro de boa qualidade avalie seu carro por $v_H > E[w]$.
 - Vendedores com carros de boa qualidade não venderiam os seus carros (quanto melhor, menor a chance de ir ao mercado).
 - Restariam no mercado apenas carros de má qualidade, os limões. Ou seja, o mercado selecionaria os piores carros.
 - Desse jeito existe um incentivo a colocar os piores produtos possíveis no mercado, em vez dos melhores.

Seleção Adversa: Análise e Outros Exemplos

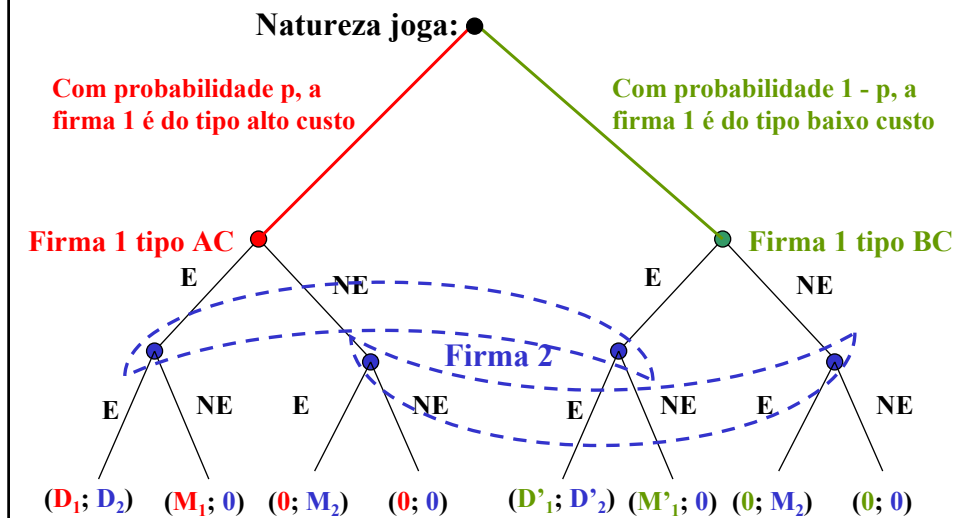
- ◆ No paper, de forma provocativa, Arkelof conclui que ficando os piores carros no mercado, o preço médio cairia ainda mais, até que ninguém mais toparia colocar o carro no mercado (*colapso do mercado*).
 - Pasta 72: Dixit & Besley (1997): “*muitos mercados sofrem do problema de seleção adversa, mas a maioria não colapsa*”.
- ◆ Outros exemplos analisados por Arkelof:
 - Segregação social no mercado de trabalho.
 - Dificuldades de pessoas idosas na compra de seguro saúde.
 - Mercado de crédito na Índia nos anos 1960s, com taxas de juros duas vezes mais altas no interior comparado com os juros cobrados em grandes cidades:
 - ➔ Tentar arbitragem pode levar a grandes perdas se a pessoa não conhecer bem o risco de crédito das pessoas do interior.
 - ➔ Explica também o caso geral de juros mais altos em países não-desenvolvidos (os sistemas de informação são mais precários).

Tipos de Equilíbrio Bayesiano

- ◆ **Jogos de sinalização** são antídotos para o problema de informação assimétrica. Vejamos alguns tipos especiais de *equilíbrio Nash-Bayesiano* usados nesses jogos:
 - Cada jogador tem (e conhece) um tipo t_i e escolhe um sinal s_i .
 - **Equilíbrio separador**: cada tipo t_i escolhe um sinal (ação) s_i *diferente*, permitindo ao principal (parte não-informada) a distinguir o tipo de cada agente. O equilíbrio é tal que os tipos são *separados* uns dos outros, *revelando os verdadeiros tipos*.
 - Veremos o exemplo clássico no mercado de trabalho (Spence).
 - **Equilíbrio agregador (pooling)**: os diferentes tipos t_i escolhem a mesma ação ou sinal s_i . Os tipos não são revelados no jogo.
- ◆ **Equilíbrio Nash Bayesiano *Perfeito* (ENBP)**: veremos ENBP para jogos de sinalização como um refinamento do ENB em jogos dinâmicos de informação incompleta.
 - Nos jogos de informação incompleta o conceito de perfeição (ENPS) é difícil aplicar, pois em muitos casos o *único subjogo é o próprio jogo* (p/ não quebrar conjuntos de informação) e o ENPS é um EN trivial.

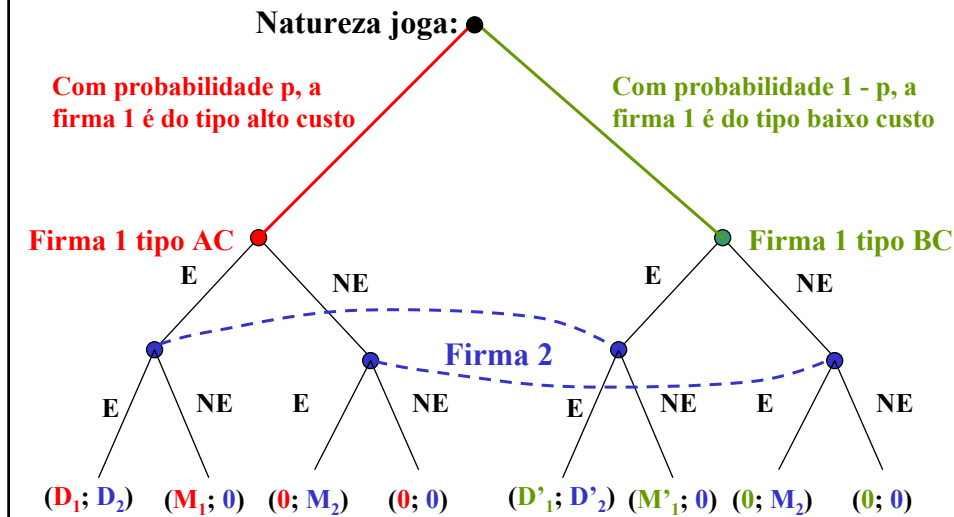
Jogos de Informação Incompleta

- ◆ Aqui a firma 2 observa se a firma 1 entrou (E) ou não-entrou (NE) no mercado, mas não sabe qual é o tipo t_2 .
 - Veja que o único subjogo desse jogo é o próprio jogo.



Jogos de Informação Incompleta

- ♦ Uma representação mais simples para mostrar que dois ou mais nós estão no mesmo conjunto de informações é usar uma *linha pontilhada simples* em vez da envoltória.



Equilíbrio Bayesiano Perfeito e Sinalização

- ♦ O conceito de ENBP (Eq. de Nash Bayesiano Perfeito) usa a idéia do ENPS no sentido de exigir que seja ótimo também o jogo subsequente a uma ação.
 - ENBP coloca as crenças (probabilidades) nos nós de decisão e facilita a análise nos conjuntos de informação com vários nós.
 - Um *sistema de crenças* é um mapa com as probabilidades de cada nó de decisão do jogo tal que a soma de probabilidades em qualquer conjunto de informação é igual a 1.
 - Em jogos de sinalização as ações são observáveis, de forma que as estratégias e_i devem conter a *lei de Bayes* para atualizar as crenças de i sobre o tipo de j após observar uma ação a_j .
 - ➔ Assume-se que os tipos são independentes, de forma que uma ação a_j permite atualizar apenas a crença sobre o jogador j .
- ♦ Uma combinação de estratégias é um **ENBP** se:
 - Em cada conjunto de informação *as crenças obedecem a lei de Bayes*; e se a ação de cada jogadora em cada conjunto de informação é ótima, dada a sua crença e dada as estratégias de todas as jogadoras no futuro (*racionalidade seqüencial*).

Jogos de Sinalização: Motivação

- ◆ A parte mais informada (agente) pode querer revelar a sua informação para a parte menos informada (principal) se isso for vantajoso para ela.
 - Mas a parte menos informada pode encarar isso de forma cética, pois a outra parte pode estar mentindo.
 - ➔ Exs.: no mercado de trabalho o postulante ao cargo pode dizer que é altamente competente; no caso de seguro, ele pode dizer que é extremamente cuidadoso com o carro.
 - ➔ O agente verdadeiramente competente (ou cuidadoso) tem de achar *ações observáveis* que os menos habilitados tenham muita dificuldade (alto custo) ou impossibilidade de imitar.
 - ➔ Essas ações observáveis são os chamados “sinais”.
 - Um *sinal é crível* somente se o custo do sinal for diferente o suficiente para diferentes tipos de emissores.
 - ➔ O sinal (uma ação ou decisão) deve impor maiores custos à firma (ou indivíduo, etc.) de um tipo (A) e menor custo p/ a de outro tipo (B).
 - ➔ Assim é mais provável que a firma de *tipo B* emita aquele sinal.

Jogos de Sinalização

- ◆ O agente emite um *sinal crível* para convencer o principal sobre o valor ou a qualidade de seu produto, de forma a reduzir o problema da seleção adversa, por ex.
 - Em vez de produto, pode ser também um serviço, uma firma, ou mesmo um indivíduo, dependendo da aplicação.
- ◆ Exemplos de sinalização:
 - Na literatura moderna de finanças, a “política de dividendos” assim como a *escolha da estrutura de capital da firma* são muitas vezes vistas e analisadas sob a ótica de sinalização.
 - Firmas com produtos de alta-qualidade sinalizam com garantias mais longas ou “*satisfação garantida ou seu dinheiro de volta*”.
 - ➔ Sinais críveis pois a imitação desses sinais seria de alto custo (ou de custo maior) para as firmas de produtos de menor qualidade.
 - Firma incubente pode deter a entrada de um concorrente com um sinal de que é uma *firma de baixo custo*, vendendo por um preço mais baixo antes da entrada do rival.
 - ➔ Se a incubente fosse de alto custo, esse sinal menos provável de ocorrer, já que ela poderia ter prejuízo ou margem demasiadamente baixa.

Spence, Sinalização e Aplicações

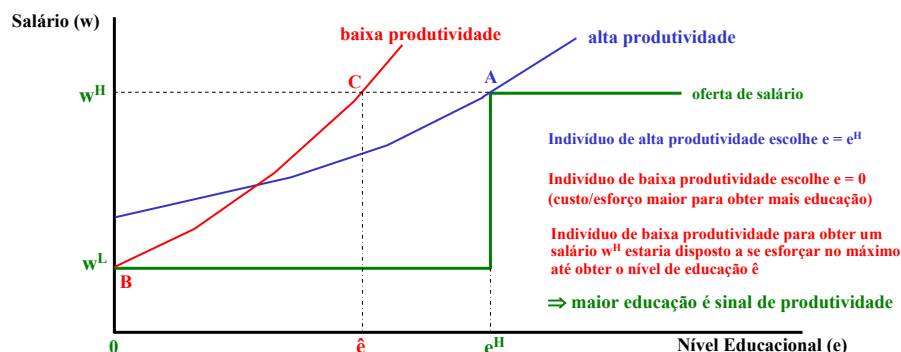
- ◆ O famoso trabalho de Spence na área de *educação como um sinal no mercado de trabalho*, motivou um grande número de diferentes aplicações em teoria dos jogos.
 - O próprio Spence desenvolveu aplicações na chamada nova teoria de organização industrial com *jogos de sinalização*.
 - ➔ Exs.: *competição monopolística* (1976) e *entrada no mercado* (1977).
- ◆ Sinalização explica porque as firmas distribuem *dividendos* mesmo tendo maior (dupla) tributação do que o ganho de capital em muitos países (clássico: Bhattacharya, 1979).
 - O mercado sabe que os gerentes tem informação assimétrica (privilegiada) sobre o futuro da empresa e analisam os sinais.
 - Política de dividendos pode atuar como um *sinal crível* de que a firma tem um bom futuro, pois esse sinal seria muito caro se emitido por uma empresa que estivesse com más perspectivas.
 - ➔ Preços das ações frequentemente sobem com anúncio de dividendos altos.
 - ➔ Somente firmas com projetos de alta qualidade podem sustentar essa política.
- ◆ Em organização industrial, existem várias aplicações sobre consumidores interpretando *propaganda* e *preços* como sinais.

Spence e o Jogo de Sinalização

- ◆ O artigo seminal de Spence (“*Job Market Signaling*”, 1973) e seu livro de 1974 (*Market Signaling*) focaram no nível educacional como um sinal no mercado de trabalho.
 - A idéia é que um trabalhador de alta produtividade tem mais facilidade (menor esforço) para alcançar um maior nível educacional do que outro que tenha menor produtividade.
 - O nível educacional pode ser observado a priori, já a produtividade não é observada a priori.
- ◆ A educação aqui é um *sinal do tipo da pessoa em termos de produtividade*, não se considera o valor intrínscio da educação:
 - ➔ Não se considera que o maior nível educacional permite melhorar a produtividade do trabalhador. Isso seria um efeito adicional.
 - ➔ Para analisar apenas o efeito de sinalização da educação, Spence isolou o mesmo de outros efeitos para entender o mecanismo de sinalização.
 - ➔ Spence derivou condições gerais, aplicáveis em outros casos, de compatibilidade com os incentivos que se deseja para reduzir o problema de seleção adversa nos mercados.

Spence e a Teoria da Sinalização

- ◆ Um indivíduo (vendedor de mão de obra) pode adquirir educação adicional antes de entrar no mercado de trabalho.
 - Seja w^L o salário para o trabalhador de baixa produtividade e w^H o salário para o trabalhador de alta produtividade.
 - A firma paga salário w^H se o nível educacional for $\geq e^H$ e paga salário w^L para os trabalhadores com nível educacional menor.
 - A figura abaixo mostra a oferta de salário (verde) e as curvas de indiferença dos indivíduos mais e menos produtivos.

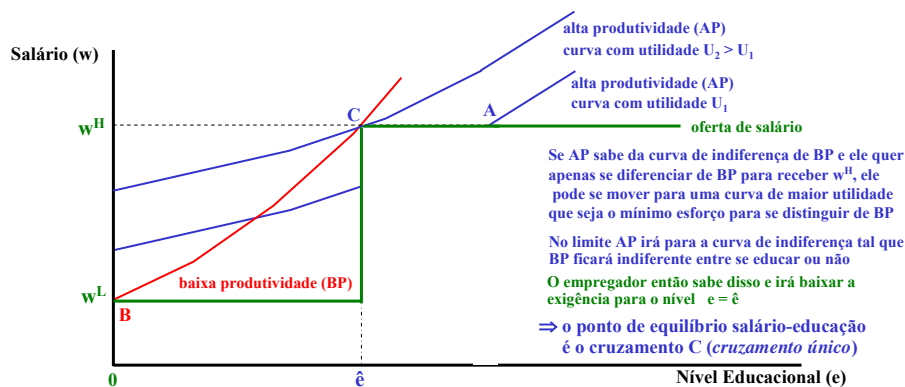


Spence, Sinalização e Equilíbrio

- ◆ Assim em vez da seleção adversa, em que apenas os indivíduos de baixa produtividade permaneceriam no mercado (os outros abririam seu próprio negócio ou iriam embora), os mais produtivos irão adquirir educação para se distinguir dos menos produtivos.
 - Logo, a sinalização reduz ou elimina a seleção adversa.
- ◆ Para existir um contínuo de níveis educacionais e seus equilíbrios, a *condição “incentivo-compatível”* é tal que:
 - A expectativa de nível educacional não seja tão alta que mesmo os indivíduos de alta produtividade prefiram não atingi-lo, e nem tão baixa que até os de baixa produtividade queiram atingi-lo.
 - O ponto A da figura sempre fica abaixo da curva de baixa produt.
 - O ponto B sempre fica abaixo da curva de alta produtividade.
 - Em equilíbrio, o trabalhador maximiza a sua utilidade se adquirir apenas o mínimo necessário de educação para se distinguir do trabalhador de menor produtividade.
 - ➔ Veremos a seguir que isso leva à *condição “single-crossing”*.

Condição *Single Crossing* e Equilíbrio

- ◆ A visão de que os mais produtivos terão menores custos para sinalizar (curva de indiferença mais suave) do que os menos produtivos (curva mais inclinada) é também relacionada ao trabalho de Mirrless (1971).
 - É conhecida por *condição de “single-crossing”* (único cruzamento das curvas) ou *condição de Mirrless-Spence*.
 - ➔ Na verdade a firma só quer saber de diferenciar produtividade, não está interessada no nível de educação por si só (e o trabalhador sabe disso).



Equilíbrio no Jogo de Sinalização

- ◆ Repare que essa solução é um *equilíbrio de Nash* (melhor resposta simultaneamente), pois não existe incentivo para nenhum dos jogadores em se desviar de suas estratégias:
 - Trabalhador de alta produtividade estaria pior se estudasse menos;
 - Já o de baixa produtividade não estaria melhor se estudasse mais; e
 - O empregador não ganharia nada exigindo mais educação para AP.
- ◆ Esse é um *equilíbrio separador* (“separating equilibrium”), mas poderiam existir outros equilíbrios de Nash (EN), o *equilíbrio agregador* (“pooling equilibrium”) e/ou o *equilíbrio híbrido*.
 - Esses conceitos são devidos a Rothschild & Stiglitz, pois são úteis também em modelos de tela de auto-seleção (screening).
- ◆ No jogo de Spence, o equilíbrio agregador seria se a firma oferecesse um *salário intermediário* w^M , onde $w^L < w^M < w^H$ para todos os trabalhadores, sem pensar na produtividade.
 - Seria EN, pois não haveriam incentivos para desvios unilaterais.
 - Mas na visão dinâmica ocorreria o problema de *seleção adversa* pois o salário atrairia trabalhadores BP e afastaria os de tipo AP.

Equilíbrio Bayesiano Perfeito e Sinalização

- ◆ Antes de focar os requisitos dum ENBP, uma definição:
 - Um conjunto de informação está *no caminho de equilíbrio* se ele é alcançado com probabilidade > 0 no caminho de equilíbrio.
- ◆ Um ENBP é um perfil de estratégias e um sistema de crenças que atendem a 4 requisitos:
 - 1) Em cada conjunto de informação o jogador com o lance tem de ter uma crença sobre qual nó foi alcançado nesse conjunto de informações \Rightarrow *distribuição de probabilidades sobre esses nós*.
 - 2) Dadas as suas crenças, as ações estratégicas dos jogadores devem ser *seqüencialmente racionais*, i. é, na escolha ótima da ação atual, todas as ‘estratégias subsequentes’ devem ser ótimas.
 - 3) Para conjuntos de informação no caminho do equilíbrio, crenças são determinadas pela *Lei de Bayes* e pelas estratégias de equilíbrio dos jogadores. Exigência é parcial \Rightarrow ENBP é “fraco”.
 - OBS: Um ENBP fraco pode não ser ENPS. Ver MWG, cap. 9.
 - 4) Para conjuntos de informação fora do caminho do equilíbrio, quando possível as crenças são determinadas pela Lei de Bayes e pelas estratégias de equilíbrio dos players.

Nota Sobre Perfeição Bayesiana

- ◆ A extensão do conceito de *perfeição* p/ jogos seqüenciais de informação incompleta com ações observáveis requer que as estratégias sejam ENB não só no *jogo todo* como também nos “jogos de continuação” que inicia em cada período t depois de cada possível história h^t :
 - Esses jogos de continuação a rigor não são subjogos, pois eles não começam num conjunto de informação com um só nó.
 - Dada uma crença de que um certo nó foi alcançado após h^t , a ação estratégica ótima em t deve considerar que todas as *ações estratégicas subsequentes* devem ser ótimas.
 - ➔ A grosso modo seria similar a uma *condição de ótimo para cada “pseudo-subjogo”*, dada uma probabilidade desse nó ser alcançado.
 - Essa é a idéia básica de *estratégia seqüencialmente racional*.
 - Além disso, as probabilidades em cada nó (crenças) devem estar consistentes com a lei de Bayes.

Equilíbrio Bayesiano Perfeito e Sinalização

- ❶ Num jogo de sinalização, depois de observar qualquer mensagem ou sinal s_j , o receptor tem crenças sobre quais tipos $\theta_i \in \Theta_i$ podem tê-lo emitido, dadas por $p(\theta_i | s_j)$:

$$\sum_{\theta_i \in \Theta_i} p(\theta_i | s_j) = 1 \quad (\text{requisito 1})$$

- ❷ Para cada possível sinal $s_j \in \mathbb{S}$, a ação do **receptor (R)** $a^*(s_j)$ deve maximizar seu valor dado as suas crenças; e o **emissor (E)** deve enviar sinal que maximize seu valor; i. é, os jogadores resolvem os *problemas de maximização*:

$$a^*(s_j) = \operatorname{argmax}_{a_k \in A} \sum_{\theta_i \in \Theta} p(\theta_i | s_j) V_R(\theta_i, s_j, a_k) \quad \Bigg| \quad s^*(\theta_i) = \operatorname{argmax}_{s_j \in \mathbb{S}} V_E(\theta_i, s_j, a^*(s_j))$$

- ❸ O receptor usa o sinal emitido s_j p/ *atualizar suas crenças* sobre o tipo θ_i do emissor após s_j usando a Lei de Bayes:

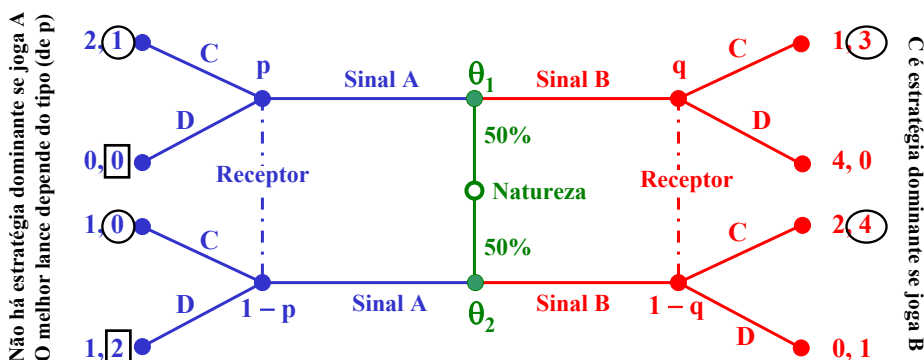
$$p(\theta_i | s_j) = \frac{p(\theta_i)}{\sum_{\theta_k \in \Theta_k} p(\theta_k)} \quad (\text{requisito 3})$$

- No equil. separador, dado s_j temos um só tipo com $p(\theta_i | s_j) = 1$ (demais com $p = 0$)

Exemplo de Jogo de Sinalização

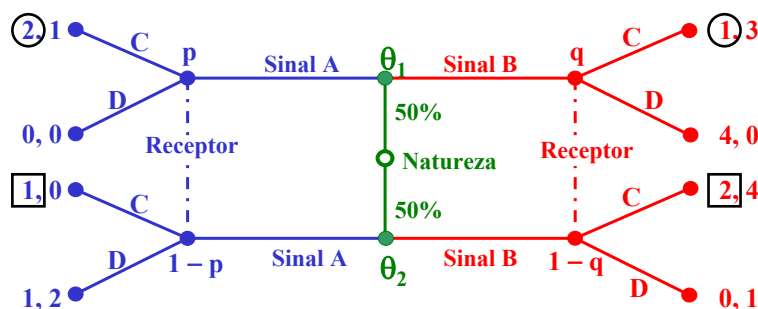
- ◆ O jogo de sinalização em geral é um *jogo dinâmico (seqüencial) de informação incompleta* entre duas classes de jogadores: emissores e receptores do sinal.

- Se quer o *equilíbrio Nash-Bayesiano perfeito em subjogos* (ENBP), onde há probabilidades que os sinais revelem os verdadeiros tipos.
- O objetivo do emissor do sinal é se diferenciar (eq. separador).
- Considere o jogo abaixo (adaptado de Gibbons, pp.188-190):



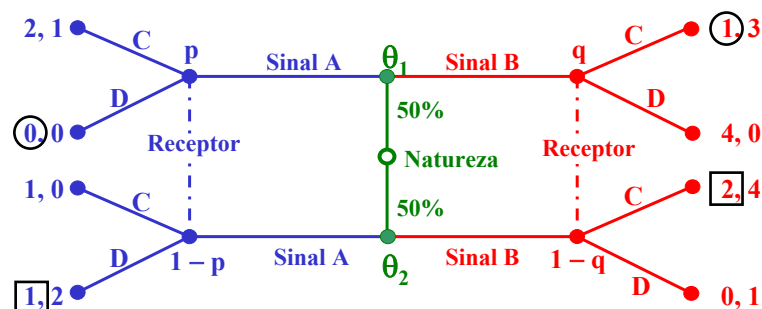
Exemplo de Jogo de Sinalização

- ◆ Nesse jogo deve-se examinar os possíveis diferentes equilíbrios.
- ◆ Examinando os 4 possíveis equilíbrios em estratégias puras (dois equilíbrios separadores e dois agregadores), Gibbons mostra que existem dois equilíbrios, um de cada tipo:
 - O equilíbrio *separador* [(A, B), (C, C), $p = 1$, $q = 0$] é um ENBP pois não há incentivo para desviar \Rightarrow sinal eficiente (diferença θ).
 - ➔ [(A, B), (C, C)] significa que o emissor joga A se é do tipo θ_1 e joga B se é do tipo θ_2 . Já o receptor joga C se recebe o sinal A e joga C se recebe o sinal B.
 - ➔ $p = 1$ e $q = 0$, qualifica de equilíbrio separador, pois o sinal revela o verdadeiro tipo \Rightarrow equilíbrio separador significa aprendizagem, sinal crível.



Exemplo de Jogo de Sinalização

- ◆ O equilíbrio *agregador* [(B, B), (D, C), $p \leq 2/3$, $q = 1/2$] também é ENBP pois não há incentivo a desviar.
 - [(B, B), (D, C)] significa que o emissor joga B tanto se é do tipo θ_1 ou se é do tipo θ_2 (por isso agregador, pois todos os tipos escolhem o mesmo sinal).
 - ➔ Já o receptor teria de jogar D se recebesse o sinal A e joga a estratégia dominante C se recebe o sinal B. Qual a crença p que faria ele ameaçar jogar D em resposta a A?
 - Indiferença ao sinal A: **payoff de jogar C = payoff de jogar D**. Logo: $(p \cdot 1) + [(1 - p) \cdot 0] = (p \cdot 0) + (1 - p) \cdot 2 \Rightarrow p = 2 \cdot (1 - p) \Rightarrow p = 2/3$
 - ➔ Para descartar esse equilíbrio teria que se acreditar que $p > 2/3$ (teria de acreditar que sinal A é mais crível), senão esse equilíbrio é possível.



Exercícios

- ◆ Note que as 4 possíveis estratégias-puras candidatas a ENBP nesse jogo de dois tipos e duas mensagens são:
 - 1) Agregação de tipos emitindo o mesmo sinal A;
 - 2) Agregação de tipos emitindo o mesmo sinal B (vimos as crenças que o fazem ser ENBP);
 - 3) O emissor sinaliza A se é do tipo θ_1 e sinaliza B se é do tipo θ_2 . Vimos que é ENBP separador com crenças $p = 1$ e $q = 0$;
 - 4) O emissor sinaliza B se é do tipo θ_1 e sinaliza A se é do tipo θ_2 .
- ◆ No jogo de sinalização anterior, mostre que os dois ENBP indicados atendem aos requisitos de ENBP.
- ◆ Mostre que não existe ENBP quando o emissor joga (A, A), i. é, estratégia agregadora em A.
- ◆ Mostre que não é ENBP o par de estratégias e crenças “separadoras” [(B, A), (D, C), $p = 0$, $q = 1$].
 - (D, C) = receptor joga D se recebe sinal A e joga C se recebe sinal B.

Sinalização em Política Monetária

- ◆ A política de *metas de inflação* é um *jogo de sinalização* jogado nas reuniões do COPOM que com a sua decisão sobre a taxa de juros emite um *sinal ao mercado* de sua visão a respeito da inflação e da atividade econômica.
- ◆ Isso foi modelado por Vickres (1986), em dois períodos:
 - A natureza escolhe o tipo de autoridade monetária (AM), que pode privilegiar a meta de inflação ou a de crescimento.
 - ➔ Tipo θ pode ser forte (S, combate inflação) ou fraco (W).
 - Empresários (ou “mercado”) formam a sua expectativa π^e_1 sobre a inflação para o primeiro período (Brasil: usa o boletim Focus).
 - A autoridade observa π^e_1 e escolhe a corrente inflação do primeiro período π_1 (sinal), através da taxa de juros.
 - ➔ Empresários observam π_1 mas não o verdadeiro tipo (S ou W).
 - Empresários formam uma crença π^e_2 para a inflação do segundo período e tomam decisões sobre investimento, estoque e preços.
 - Autoridade observa π^e_2 e escolhe π_2 , a inflação do período 2.

Stiglitz e a Teoria de Screening

- ◆ Nos modelos de screening, o principal é quem toma a iniciativa de propor contratos aos agentes de forma a reduzir o *rendimento da informação* do agente.
 - Já no modelo de sinalização a iniciativa parte do agente.
- ◆ O contrato é modelado como um *jogo de barganha*, geralmente de um período (“pegar ou largar”).
 - O contrato pode ser visto como um conjunto de regras para um segundo jogo entre o agente e o principal.
- ◆ O artigo clássico de Rothschild & Stiglitz (1976) versou sobre o equilíbrio no *mercado de seguros*.
 - Eles perguntam: o que o principal (seguradora) pode fazer para melhorar o seu resultado e evitar a seleção adversa?
 - R: A seguradora oferece um *menu de diferentes combinações de prêmios e franquias* e, sob certas condições, os agentes escolhem a combinação desejada pelo principal para o seu tipo.

Stiglitz, Screening e Mercado de Seguros

- ◆ Sejam dois agentes, um tipo *alto risco* e o outro tipo *baixo risco*. Ambos tem a mesma renda x e querem segurar uma parte de sua renda $d < x$.
 - A probabilidade de sinistro com o tipo alto risco é p^H
 - A probabilidade de sinistro com o tipo baixo risco é $p^L < p^H$
 - O contrato de seguro (a, b) especifica o prêmio a e o valor b a ser pago em caso de sinistro. Logo, $\text{franquia} = d - b$
 - Se o contrato fosse mal feito de forma que todos escolhessem a mesma combinação (a, b) , se teria um *equilíbrio agregador*.
 - ➔ Rothschild & Stiglitz mostra que *não* irá ocorrer esse equilíbrio, pois a seguradora estará melhor se oferecer contratos em que ocorra o equilíbrio separador, com contratos (a^L, b^L) e (a^H, b^H)
 - ➔ O tipo alto risco compra o contrato com $a^H > a^L$ e, por ex., com cobertura total: $b^H = d$; enquanto o tipo baixo risco paga um prêmio menor mas a cobertura é parcial: $b^L < d$
 - ➔ A unicidade de equilíbrio é típico em modelos de screening, mas há casos em que não existe nenhum equilíbrio possível.

Teoria de Screening: Mirrlees e Vickrey

- ◆ Mirrlees e Vickrey desenvolveram mecanismos de *screening por auto-seleção*, nos seus trabalhos premiados com o Prêmio Nobel.
 - Mirrlees desenvolveu aplicações de screening tanto no contexto de seleção adversa (taxação ótima) como no contexto de prejuízo moral (contrato de trabalho).
- ◆ *Screening por auto-seleção* são mecanismos desenhados pela parte menos informada de forma a prover incentivos para a parte mais informada caminhar na direção desejada.
 - ➔ Stiglitz desenvolveu o *screening por auto-seleção* especialmente em situações de mercado (mercado de seguro), enquanto Mirrlees e Vickrey em situações de política econômica e organização da firma.
- ◆ Já os *testes diretos* são chamados de “screening através de exame” (*screening by examination*).
 - ➔ Exs.: uso no mercado de trabalho de *concursos, entrevistas, período de teste*.

Mirrless: Taxação Ótima e Outras Idéias

- ◆ Dixit & Besley (1997): os principais artigos de Mirrless na *teoria de incentivos sob informação assimétrica* foram:
 - Artigo de 1971, sobre imposto de renda não-linear ótimo, o qual introduziu técnicas de *incentivos compatíveis* que evoluiu para o conceito geral de “*princípio da revelação*”.
 - ➔ Embora existam condições adicionais “incentivo-compatível”, o *princípio da revelação* permite restringir a busca de mecanismos ótimos para apenas aqueles que *revelem diretamente a verdade*.
 - ➔ Mirrless foi o primeiro a reconhecer que a propriedade de *single-crossing* tem papel fundamental em modelos de seleção adversa.
 - Artigo de 1976, sobre hierarquias e organização, com técnicas de recompensa/punição de grande importância na *teoria de desenho de incentivos* para induzir esforço.
- ◆ Mirrlees tem outras importantes contribuições em economia, por exemplo em finanças públicas:
 - “...ele ofereceu um profundo e definitivo tratamento de taxação ótima de mercadorias” Dixit & Besley (1997).

Princípio da Revelação

- ◆ A **teoria do desenho de mecanismo** combina o modelo de *principal-agente* com o conceito de *equilíbrio Nash-Bayesiano*.
 - ➔ Mecanismo é um jogo: especifica as estratégias possíveis e os payoffs.
- ◆ **Mecanismo direto** é aquele que simplesmente pergunta ao agente para revelar a sua informação privada.
 - ➔ Estratégias disponíveis são simplesmente reportar sobre o seu tipo.
- ◆ Se for **ótimo (ENB) para um jogador revelar a verdade**, tal mecanismo é chamado de **incentivo-compatível**.
- ◆ O **teorema do princípio da revelação** diz que se pode reduzir a busca do mecanismo ótimo para aqueles que sejam *diretos* (pergunta o tipo) e *incentivo-compatível* (revelador da verdade).
 - Prova-se que não há perda de payoff ao descartar os mecanismos que não atendam ao princípio da revelação.
- ◆ O link com jogos Bayesianos é devido a Myerson (1979):
 - **Princípio da Revelação II**: Qualquer equilíbrio Nash-Bayesiano (ENB) de qualquer jogo Bayesiano, pode ser representado por um mecanismo direto incentivo-compatível.

Incentivos para Gerentes em Corporações

- ◆ Considere uma grande corporação, com gerentes de UNs (Unidades de Negócios) e executivos na sede corporativa de forma que existe *assimetria de informação* entre eles, pois o gerente da UN tem mais informação sobre:
 - Qualidade da carteira de projetos da UN, que são candidatos a receber recursos pleiteados junto aos executivos da sede.
 - Capacidade da UN de atingir metas de produção e outras metas que influenciarão o valor do bônus que o gerente recebe.
- ◆ O agente (gerente da UN) tem incentivo natural de:
 - Exagerar ao reportar a qualidade dos projetos para obter maiores recursos (ele tem preferência privada por “construção de império” e/ou maior bônus e reputação por gerenciar UN maior).
 - Reportar metas de performance mais fáceis de serem superadas.
- ◆ O principal (executivo da sede) irá determinar tanto a distribuição de recursos (investimento) entre as UNs como o esquema de recompensa (bônus de performance).
 - ➔ Executivo precisa desenhar mecanismos de incentivos adequados.

Incentivos para Gerentes em Corporações

- ◆ **Bernardo & Cai & Luo (2000)** analisaram o problema da alocação de recursos de investimento dentro da firma com *informação assimétrica e prejuízo moral*, propondo:
 - Primeiro o gerente da UN reporta a Sede a qualidade da carteira de projetos e *depois* o executivo propõe um esquema de remuneração baseado no desempenho desses projetos.
 - ➔ Os objetivos são: incentivar que seja reportada a verdadeira qualidade da carteira de projetos e incentivar o esforço adequado após o investimento.
 - ➔ O mecanismo ótimo é feito através de um contrato de trabalho com compensação linear (salário fixo + participação no fluxo de caixa do projeto), onde a parte variável pesa mais para quem reporta maior qualidade.
 - Pelo **Princípio da Revelação**, a busca do mecanismo ótimo pode se restringir aos esquemas que induzem os gerentes a reportarem a verdade, pois não há perda de generalidade.
 - ➔ Eles concluem que uma remuneração mais focada em performance tem de ser dada a gerentes de projetos de maior qualidade do que de menor.
 - ➔ Isso significa que os gerentes recebem maior remuneração ligada a performance devido a gerenciar projetos de maior qualidade e não devido a que o esquema baseado em performance possa aumentar o valor da firma.

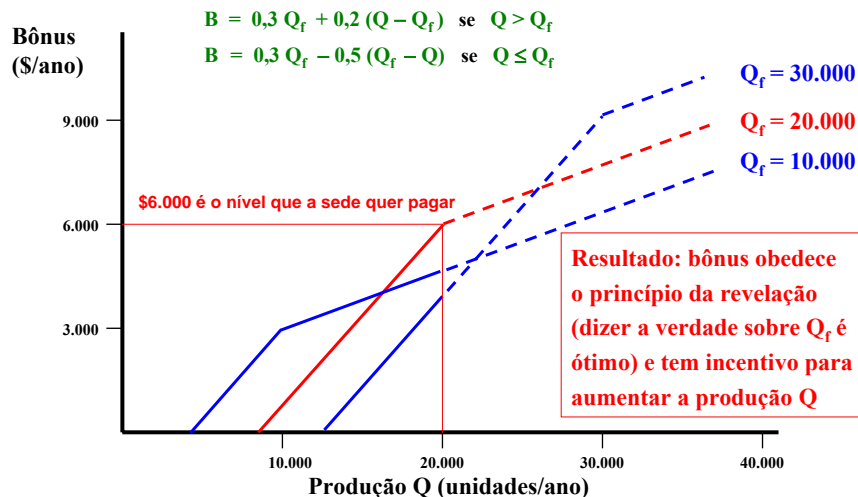
Incentivos para Gerentes em Corporações

- ◆ **Exemplo mais simples de mecanismo incentivando tanto revelar a verdade sobre a meta factível de produção (Q_f), como maior empenho dada a meta.**
 - Um bônus baseado no nível de produção Q incentiva maior empenho, mas incentiva mais os gerentes de UNs maiores e desestimula gerentes de UNs menores.
 - Também bônus baseado na diferença $Q - Q_f$ estimula os gerentes a reportarem valores baixos para Q_f .
- ◆ **Weitzman (1976) propõe o seguinte mecanismo para induzir os gerentes a reportarem a verdade sobre Q_f e ao mesmo tempo induzir esforço para aumentar Q :**
 - ➔ Bônus $B = \beta Q_f + \alpha (Q - Q_f)$ se $Q > Q_f$ e
 - ➔ $B = \beta Q_f - \gamma (Q_f - Q)$ se $Q \leq Q_f$
 - ➔ Onde: $\gamma > \beta > \alpha > 0$

Incentivos para Gerentes em Corporações

- ◆ Vejamos um exemplo numérico (Pindyck & Rubinfeld, 1995, *Microeconomics*, pp.613-616), com $\gamma = 0,5$; $\beta = 0,3$; $\alpha = 0,2$.

- Assuma que a verdadeira meta factível é $Q_f = 20.000$ unidades.



Introdução à Teoria dos Leilões

- ◆ Do ponto de vista de modelagem, a teoria dos leilões pode ser vista como uma aplicação da *teoria de desenho de mecanismos* ou de *jogos Bayesianos*.
- ◆ Leilão pode ser visto como um mecanismo de mercado para equilibrar oferta e demanda (*market clearing mec.*).
 - Outros mecanismos incluem a *venda a preço fixo* (ex.: loja comum) e *barganha* (ex.: venda de uma casa, se barganha a diferença de valor p/ o comprador e o valor p/ o vendedor).
 - ➔ Leilão é mais flexível que a venda a preço fixo e talvez consuma menos tempo que a barganha, mas não garante o maior preço.
 - Leilão: *regras de formação de preço* são explícitas e conhecidas.
 - Leilões são usados para produtos em que *não existe mercado estabelecido*. Exs.: objetos raros, privatizações, carros usados...
 - ➔ São usados porque o vendedor está incerto sobre o preço de venda.
 - O valor de um bem em leilão pode ser *valor privado* ou *valor interdependente*. No 1º caso além de só o próprio jog. conhecer seu valor, saber o valor dos outros não afeta o seu valor.

Leilões: Conceitos Básicos

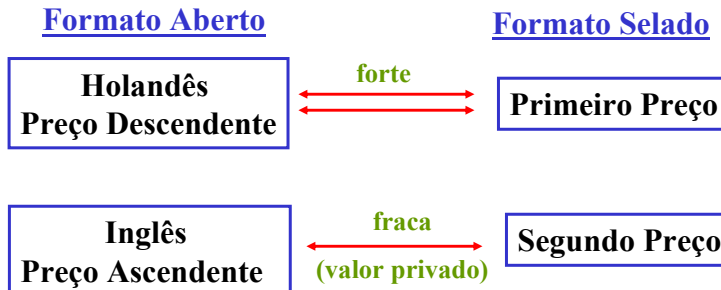
- ◆ Se o bem tem *mercado de revenda* (é como *investimento*), o modelo de *valor privado* deixa de ser razoável.
 - Nesse caso se tem um *valor interdependente*, desconhecido no bid, mas a *informação de valor de um jogador afeta a do outro*.
- ◆ *Valor comum* é um caso especial de *valor interdependente*
 - O valor pode ser desconhecido no bid, mas tem um *valor de mercado que é comum a todos* os jogadores. Modelos de valor comum são usados em leilões de direitos minerais/óleo e gás.
 - ➔ Há *firmas mais informadas* sobre o valor (ex.: *oil companies* que já detêm direitos em *áreas vizinhas* à área leiloada) do que outras.
 - Ex.: leilão de direitos de exploração de petróleo (*incertezas na existência, volume e qualidade*). O petróleo é *vendido a mercado*.
 - ➔ Mas a rigor os valores podem ser diferentes, por *diferenças nas estimativas de volumes*, por terem *diferentes custos de capital*, etc.
- ◆ *Leilões de primeiro preço* (ou 1º lance), o mais alto lance (bid) ganha o bem e **paga o seu bid**. *Leilões de 2º preço* (lance) o preço mais alto também ganha, mas só paga o 2º maior bid.

Tipos de Leilões

- ◆ Os leilões podem ser classificados de diversas maneiras.
 - Eles podem ser *abertos* (lances são públicos) ou *selados*.
 - Leilões abertos podem ser com preços ascendentes (inglês, o mais popular) ou com preços descendentes (holandês).
 - Leilões de objeto único ou de múltiplos objetos.
 - Leilões fechados (selados) de *primeiro preço* e de *segundo preço*.
- ◆ O *leilão aberto holandês* (preços descendentes), é *estrategicamente equivalente ao leilão selado de 1º preço*.
 - O fato de ser aberto *não confere informação adicional as jogadoras*. Quando uma informação é revelada, o jogo acaba.
 - ➔ Quando o preço é rebaixado ao nível que alguém aceita pagar.
 - ➔ Definição de jogos estrategicamente equivalentes: jogos que têm a mesma forma normal exceto para estratégias duplicadas.
- ◆ Quando os *valores são privados*, o *leilão aberto inglês* (preços ascend.) é *equivalente ao leilão selado de 2º lance*.
 - Mas a *informação de jogadores desistindo* após certos preços pode ser relevante se os *valores são interdependentes* (bem de mercado).

Equivalência Estratégica de Leilões

- ◆ A figura resume as equivalências forte (vale sempre) e fraca (vale só para valores privados) entre os leilões abertos e os de “envelope-selado”.



- ◆ Para comparar formatos de leilões, dois aspectos são relevantes: **receita** do leiloeiro/vendedor e **eficiência**.
 - Eficiência significa que o bem deve terminar nas mãos da jogadora que mais o valoriza ex-post.

Leilão como Jogo e Outros Conceitos

- ◆ Definição: um leilão pode ser visto como um *jogo Bayesiano* G , com potenciais jogadoras (“bidders”) $I = \{1, 2, \dots, n\}$, $X_i = [0, v^U]$ denota o conjunto de possíveis tipos da jogadora i , $i = 1, 2, \dots, n$, e v_i é o tipo recebido pelo player i .
 - Os tipos são valores para os jogadores. A dist. de prob. conjunta dos tipos é $F(\cdot): [0, v^U]^n \rightarrow [0, 1]$ e a densidade é $f(\cdot): [0, v^U]^n \rightarrow \mathbb{R}$.
- ◆ Outros leilões:
 - Leilão em que todos pagam (*all-pay auction*). Nem sempre o leiloeiro consegue a maior receita. Ver exemplo em: http://courses.temple.edu/economics/Econ_92/Game%20Hwk/Auctions/hwk11-auctions.htm
 - Leilões de guerra de atrito (com custo de permanecer jogando).
- ◆ **Maldição do vencedor** (*winners' curse*): firmas pagam mais do que vale o bem. As firmas, só ganham o leilão, se suas avaliações forem as mais altas dentre todas as jogadoras. Assim, embora *em média* as suas avaliações (e lances) não superestimem os valores dos ativos, as firmas só ganham quando as suas avaliações são as mais otimistas do leilão.

Vickrey: Leilão de Segundo Maior Lance

- ◆ Num leilão de valor privado, cada pessoa (*tipo*) avalia o bem de forma diferente (e ninguém quer pagar mais do que vale).
 - Ex.: *fã fanático* atribui valor maior do que um mero *admirador*.
- ◆ Leilão selado de *segundo* lance: ganha o envelope com o maior lance, mas só *paga* o valor do *segundo maior lance*.
- ◆ Vickrey em 1961 (logo, antes de Harsanyi em 1967/8 formular o equilíbrio Bayesiano, considerar tipos, etc.) mostrou as estratégias ótimas para esse leilão:
 - Vickrey mostrou que dar um lance igual a quanto vale o bem para cada tipo é uma *estratégia dominante e independente do tipo*.
 - ➔ Logo, todos os interessados irão *revelar* quanto realmente vale o bem para cada um (cada tipo irá dar um lance diferente) e ganha quem acreditar que o bem é mais valioso.
 - Logo, esse leilão incentiva cada tipo a dizer a verdade sobre o valor do bem e ganha quem mais está interessado no bem.
 - ➔ Com *muitos tipos* participando do leilão, no limite, o leiloeiro conseguiria vender o bem pelo valor máximo (menos δ) do tipo com maior avaliação

Vickrey: Leilão de Segundo Maior Lance

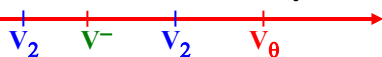
- ◆ Vamos mostrar que é ótimo para cada pessoa (tipo) dar o lance exatamente igual a quanto vale para ela.
 - Suponha que o objeto valha V_θ para o tipo θ .
 - ➔ Será que existe algum incentivo para dar um lance maior ou menor?
 - Se o tipo θ der um lance $V^+ > V_\theta$ então se ele ganhar o objeto (isto é, se $V^+ > V_2$ onde V_2 é o *segundo maior lance*) podem ocorrer dois cenários:



Se $V_2 < V_\theta$ então ele obtém a mesma utilidade $V_\theta - V_2$ tanto com lance V^+ como V_θ

Se $V^+ > V_2 > V_\theta$ então ele obtém utilidade negativa $V_\theta - V_2$ com o lance V^+ e assim ele estaria pior se desviando de V_θ . Logo ele não tem incentivo para desviar e jogar V^+

- Se o tipo θ der um lance $V^- < V_\theta$ então podem ocorrer dois cenários:



Se $V_2 < V^-$ então ele obtém a mesma utilidade $V_\theta - V_2$ tanto com lance V^- como V_θ

Se $V^- < V_2 < V_\theta$ então ele não ganharia o objeto e estaria pior jogando V^- pois ele poderia ganhar com V_θ e obter utilidade positiva. Logo não há incentivo para jogar V^-

- ➔ Logo, jogar o seu valor V_θ é *equilíbrio separador dominante* (Nash-Bayesiano).

Leilão Ótimo para o Leiloeiro

- ◆ Com um número reduzido de pretendentes ao bem em leilão, o leiloeiro poderia obter um valor muito abaixo de V_θ .
 - Ele pode até ter um *preço de reserva* abaixo do qual ele não vende o bem pois teria utilidade negativa.
 - ➔ Qual o *leilão ótimo*, o de segundo lance ou o de primeiro lance?
 - ➔ Surpresa: em geral ambos dão a mesma receita esperada ao leiloeiro!
 - ➔ Isso é referido como sendo a *equivalência de receita* entre os dois leilões.
 - ➔ Demonstração usa o princípio da revelação para restringir a busca.
 - Dutta (1999, cap.23) analisa o caso extremo com apenas dois compradores. No *leilão de primeiro lance* ele obtém um ENB:
 - ➔ O tipo de menor valoração μ oferta o seu próprio valor e o tipo de maior valor θ joga uma *estratégia mista* atribuindo uma distribuição de probabilidades a todos os lances entre μ e $(\theta + \mu)/2$ (equilíbrio único).
 - ➔ No caso analisado, cada jogador tem 50% de chance de ser de cada tipo, e logo pode ocorrer que ambos os dois jogadores sejam do tipo θ (ou μ).
 - ➔ Aqui tem de calcular a probabilidade de cada jogador ganhar, etc.
 - ➔ Ele chega a conclusão que ambos os leilões dão *a mesma receita esperada*

Equivalência de Receita e Outros Conceitos

- ◆ Um *resultado clássico* da teoria de leilões é a *equivalência de receita* (*revenue equivalence*) entre diversos formatos.
 - Se os *bidders* têm valores privados independentes e são neutros ao risco, assim como o vendedor, então *todos* os formatos de leilão razoáveis (1º lance, 2º lance, inglês, holandês) levam a mesma receita esperada para o vendedor!
 - Esse resultado clássico não vale em situações tais como o de leilão de bem de valor comum; com jogadores avessos ao risco; em mercados de múltiplos itens (exceto vendas individuais), etc
 - Corolário: A *receita esperada do vendedor aumenta com o nº de compradores* nos 4 formatos mencionados.
- ◆ *Leilão duplo* (*double auction*): mecanismo mais geral, com lances de ambos os lados do mercado (comprador e vendedor) usado em instituições como bolsa de valores.
 - Comprador demanda produto através da oferta (“*price bids*”);
 - Vendedor oferta produto e pede um preço (“*price asks*”).
 - ➔ Geralmente tem alguma regra para dividir: $\text{máx.}[\text{bid} - \text{ask}, 0]$.

Leilões Que Todos Pagam (*All-Pay Auctions*)

- ◆ *Leilões que todos pagam* é um tipo de *disputa* (“*contest*”).
 - Embora pareça estranho o *perdedor pagar seu bid*, isso é *muito mais comum do que se pensa* (mais que leilões tradicionais!):
 - ➔ **Disputas políticas**: candidatos a governador gastam muito de seu próprio dinheiro, muito do seu tempo e esforço, mas *só um ganha*.
 - ➔ **Disputas esportivas**: candidatos à medalha de ouro na próxima olimpíada durante 4 anos gastarão a maior parte do seu tempo se preparando. Os perdedores não terão reembolso dos seus gastos.
 - ➔ **Outros**: *lobbying* no congresso; *corridas de P&D* (*R&D races*), etc.
- ◆ Qual a estratégia ótima em um leilão que todos pagam?
- ◆ Considere o leilão selado (estágio único) de um bem de *valor comum* para todos os **n** jogadores que o disputam.
 - Seja uma nota de **R\$ 1** o objeto de valor comum leiloado.
 - A estratégia dum jogador é um lance (“*bid*”) que é uma variável aleatória contínua **x** no intervalo $[0, 1]$.
 - ➔ Como ele paga **x** de qualquer modo, o lucro esperado é **R\$ 1** vezes a probabilidade dele ganhar, menos **x** com probabilidade 1.

Leilões Que Todos Pagam (*All-Pay Auctions*)

- ◆ Nesse jogo *simétrico* procuraremos *estratégias simétricas*.
 - Note que se todos os jogadores jogarem com probabilidade 1 a estratégia de bid **x = 0** (payoff certo = 0), existe o *incentivo de desvio unilateral* (jogador *i* joga $1 > x_i > 0$) e assim não é EN.
 - O equilíbrio do jogo é simétrico em *estratégias mistas*, com os jogadores atribuindo *probabilidades* $P(x)$ aos lances $x \in [0, 1]$.
 - ➔ $P(x)$ é a probabilidade que seu *bid* tenha um valor menor que **x**, i. é, $P(x)$ é a função distribuição acumulada de probabilidade de **x**.
 - ➔ O jogador *i* ganha se *todos* os demais $n - 1$ jogadores jogarem um *valor menor que x*. Para um jogador *i* essa probabilidade é $P(x)$.
 - ➔ Dada a *independência entre os lances*, a probabilidade do jogador *i* ganhar é $[P(x)]^{n-1}$. Logo, com probab. $[P(x)]^{n-1}$ ele ganha R\$ 1.
 - ➔ Logo, jogando **x** o payoff esperado do jogador *i* é $[P(x)]^{n-1} - x$.
 - ➔ Como visto antes, no *equilíbrio em estratégias mistas cada jogador fica indiferente* entre jogar \forall estratégia pura **x** (inclusive $x = 0$).
 - ➔ Ficar indiferente de jogar $x = 0$ significa que $[P(x)]^{n-1} - x = 0$. Logo, o equilíbrio em estratégias mista é jogar **$P(x) = x^{1/(n-1)}$** .

Leilões Que Todos Pagam (*All-Pay Auctions*)

- ◆ Alguns casos particulares do equilíbrio $P(x) = x^{1/(n-1)}$:
 - Com só dois “bidders”, $n = 2 \Rightarrow P(x) = x \Rightarrow x \sim \text{Uniforme}[0, 1]$.
 - Com $n = 3 \Rightarrow P(x) = x^{1/2}$ e a estratégia de equilíbrio é atribuir mais chances p/ bids + baixos; ex., a mediana $P(x) = 1/2$ ocorre para $x = 1/4$ (50% de chances de jogar menos que o bid $x = 1/4$)
 - Quanto maior n , menor o bid esperado $E[x]$ em equilíbrio.
- ◆ Para calcular o bid x esperado de equilíbrio $E[x]$, iremos precisar da densidade de probabilidade em equilíb. $p(x)$:

$$p(x) = P'(x) = [1/(n-1)] x^{(2-n)/(n-1)}$$
 - O valor esperado do bid x jogando o EN em est. mistas $P(x)$ é:

$$E[x] = \int_0^1 x p(x) dx = \int_0^1 x \frac{1}{n-1} x^{\frac{2-n}{n-1}} dx = \frac{1}{n}$$
- ➔ Como o **leiloeiro** ganha a **soma dos n bids x_i** , cada um com $E[x_i] = 1/n$, o valor esperado do leiloeiro é 1 e seu **ganho esperado é zero!**
 - Estratégias ótimas de equilíbrio na *teoria* previnem o “overbidding”.
 - Na *prática*, Dixit ganha dinheiro dos alunos leiloando US\$ 10!

Leilão Selado de Primeiro Lance

- ◆ No leilão selado de primeiro lance, o maior bid b^1 é o vencedor do leilão, recebe o bem e paga seu bid b^1 .
- ◆ Para o jogador i , com valor privado x , seu payoff π_i é:
 - $\pi_i = x - b_i$ se $b_i > \max_{j \neq i} b_j$; ou $\pi_i = 0$ se $b_i < \max_{j \neq i} b_j$
- ◆ As **estratégias** dos jogadores são os valores de **bid** que são **funções dos tipos**, $b_i(\theta)$.
- ◆ **Estratégias simétricas de equilíbrio** são quando todos os jogadores jogam a mesma função, $b_i(\theta) = b_j(\theta) = b(\theta)$, embora cada um possa ter um tipo diferente.
- ◆ **Proposição:** As estratégias simétricas de equilíbrio num leilão de primeiro lance são dadas por:

$$b^1(x) = E[V_1 | V_1 < x]$$
 - Onde V_1 é o maior valor dos $N - 1$ valores independentes possíveis.
 - Ex.: Valores x com *distribuição uniforme* $[0, 1]$ tem a solução para o bid vencedor: $b^1(x) = [(N - 1)/N] x$. Note que se $N \rightarrow \infty \Rightarrow b^1(x) \rightarrow x$

MATERIAL ANEXO

Os anexos nos materiais do curso contém slides que reforçam os conceitos teóricos e/ou apresentam exemplos adicionais que não serão discutidos em sala de aula, mas que podem ser úteis para um melhor entendimento de conceitos apresentados.

Sinalização com Estratégias Mistas & Bayes

- ◆ Num jogo de sinalização pode-se considerar *estratégias mistas* σ , onde o emissor joga estratégias puras (sinais) aleatoriamente, usando probabilidades ótimas.
- ◆ Os requerimentos para o ENBP são os mesmos de antes, mas a *regra de Bayes*, que atualiza e dá consistência as crenças após a emissão dum sinal, é mais geral:

$$p(\theta_i | s_j) = \frac{p(\theta_i) \sigma(s_j | \theta_i)}{\sum_{\theta_k \in \Theta_k} p(\theta_k) \sigma(s_j | \theta_k)}$$

- Onde o numerador acima pode ser visto como a probabilidade que o emissor é do tipo θ_i e envia a mensagem (sinal) s_j .
- Já o denominador acima pode ser interpretado como sendo a probabilidade que o sinal s_j foi enviado (lembrar que um sinal pode ser enviado por mais de um tipo).
- Comparando com o caso mostrado antes (sinalização com estratégias puras), os valores de $\sigma(\cdot)$ podem ser um, se o tipo θ_i for emissor de sinal, ou zero $p/$ os tipos não emissores de sinal.

Abordagens para Estrutura do Capital

- ◆ Após a abordagem seminal de Modigliani & Miller, a pesquisa sobre a escolha de estrutura de capital se concentrou nas imperfeições do mercado que pudessem fazer relevante essa escolha, especialmente os impostos.
 - Essa abordagem foi se mostrando insuficiente e complicada.
- ◆ Novas abordagens sobre a escolha da estrutura (ótima) de capital incluindo aspectos realistas importantes surgiram nos anos 70's e 80's:
 - Custos de agência, devido à diferença de interesses entre os agentes (novos e velhos acionistas, credores, gerentes).
 - Estrutura ótima aqui é a razão D/E que minimiza esses custos.
 - Custos devido à assimetria de informação, pois gerentes e/ou insiders tem informação privada sobre as oportunidades de investimento da firma.
 - Gerentes podem minimizar o problema emitindo *sinais* ao mercado nas decisões de financiamento ou *reduzindo a assimetria* com D/E.

Abordagens para Estrutura do Capital

- ◆ Myers (2001) observa que não existe uma teoria universal de estrutura de capital. As melhores teorias são:
 - Teoria de Modigliani & Miller: irrelevância em mercados perfeitos.
 - Teoria do “tradeoff”: firmas pesam as vantagens da dívida em termos de impostos versus os custos de falência para alto D/E.
 - Teoria “pecking order”: considera assimetria de informação.
 - Teoria do “free cash flow”: reduzir conflito através de D/E.
- ◆ As duas últimas consideram os custos de conflitos de agência.
- ◆ Jensen & Meckling (1976) quantificam os custos de agência como sendo a soma de três parcelas:
 - Gastos de monitoramento incorridos pelo principal.
 - Custos do agente (incentivos).
 - Perda residual (mesmo com incentivos e monitoramento o principal ainda tem perdas relacionadas ao conflito).
- ◆ Embora inevitáveis, esses custos podem ser reduzidos.

Custos de Agência e Financiamento

- ◆ Custos de agência são custos relacionados ao conflito de interesse entre os agentes envolvidos na decisão de financiamento. Chegar a uma solução é custosa:
 - É muito difícil alcançar a melhor solução (*first-best*) para qualquer dos agentes envolvidos.
 - São necessárias concessões para se alcançar pelo menos uma boa solução (*second-best solution*).
- ◆ Intuitivamente podemos definir custos de agência quantitativamente como sendo a *diferença entre o valor da firma numa situação ideal sem conflitos e aquela que é possível alcançar na negociação*.
 - Nesse contexto a decisão ótima do nível de endividamento D/E é aquela que minimiza os custos de agência.
- ◆ Os artigos seminais nessa área são os de Ross (1973) e Jensen & Meckling (1976).

Análise dos Custos de Agência

- ◆ Os dois principais tipos de conflitos se dão entre:
 - Gerentes/Executivos versus Acionistas.
 - Acionistas versus Credores.
- ◆ Primeiro considere o caso Gerentes x Acionistas:
 - Qualquer esforço dos gerentes para aumentar a lucratividade da firma beneficia os acionistas mas não necessariamente beneficia o gerente.
 - ➔ Gerentes a princípio não tem incentivos para trabalhar no interesse do acionista que é aumentar o valor do equity.
 - ➔ Gerentes tem metas diferentes das metas do acionista e isso pode gerar o custo do monitoramento dos gerentes.
 - ➔ Esse custo extra pode então reduzir o valor da firma.
 - A primeira solução do problema de monitoramento foi dada por Ross (1973) através do cronograma ótimo de bônus (*optimal fee schedule*).

Conflitos Acionistas x Gerentes

- ◆ Os tipos de conflitos de agência aqui são (Byrd et. al, 1998):
 - **Esforço:** gerentes podem ter incentivos para se esforçar menos.
 - **Horizonte:** gerentes tendem a ter horizontes mais curtos para os resultados de investimentos do que os acionistas.
 - **Diferentes preferências em relação ao risco:** gerentes são mais avessos ao risco do que os acionistas diversificados, por terem sua riqueza advinda basicamente dos resultados daquela firma.
 - **Uso de ativos:** gerentes podem ter incentivos para usar mal os bens corporativos ou consumir excessivos recursos por não compartilhar todo o custo de tais ações (jatinhos, carros, clubes, etc.)
- ◆ Os mecanismos para mitigar os problemas de agência são:
 - **Gerentes com ações da firma:** alinhar com os interesses dos acionistas.
 - **Compensação:** opções de compra, bônus de performance, etc.
 - **Conselho de Administração:** monitoramento maior dos acionistas.
 - **Mercado de trabalho de gerentes:** reputação de alinhamento tem valor.
 - **Mercado de controle corporativo:** ameaça de takeover para má gestão.
 - **Acionistas ativos (detentores de blocos de ação):** mais monitoramento.
 - **Dívida e dividendos:** redução do “free cash flow” (“saia justa”).

Conflitos Típicos no Endividamento

- ◆ O que pode ocorrer em termos de conflitos em caso de elevado endividamento (D/E) de uma firma?
 - Os acionistas podem preferir um elevado D/E pois obriga os gerentes a não desperdiçar o “free cash-flow” (caixa acima do requerido para financiar projetos de $VPL > 0$) já que tem uma série de pagamentos a serem feitos.
 - ➔ Isso é conhecido como *free cash-flow hypothesis* (Jensen, 1986).
 - ➔ Esse é um mecanismo para reduzir o custo de monitoramento.
 - Já os credores preferem um baixo D/E devido ao conflito de transferência de risco (*risk-shifting*) que ocorre entre acionistas e credores, conforme Jensen & Meckling (1976).
 - ➔ Com elevado D/E os acionistas preferem fazer projetos muito arriscados (mesmos com VPL negativo) pois os credores tem maior risco de perda do que os acionistas.
 - ➔ Em caso de ótimas notícias (com baixa probabilidade) os acionistas pagam a dívida e aumentam o valor do E, mas no caso mais provável de perdas, os credores não recebem D.

Conflitos Típicos e Endividamento (2)

- ◆ O problema anterior de elevado D/E incentivar os acionistas a quererem projetos de elevado risco (mesmo VPL negativo) implica em *over-investimento*
- ◆ Outro custo de agência é devido ao fato que o elevado D/E faz com que os atuais acionistas não queiram colocar *dinheiro novo* (aumento de capital) na firma (Myers, 1977)
 - Mesmo sabendo da existência de projetos de VPL positivo os acionistas irão preferir não investir pois o projeto iria melhorar preferencialmente os credores (reduzindo o risco de falência e/ou elevando a recuperação esperada de D)
 - ➔ Quando a dívida é muito alta, é provável que os acionistas nada recebam e o investimento irá melhorar a situação dos credores que aumentarão a expectativa de receberem a totalidade de D
 - Isso é conhecido como um problema de *sub-investimento*
 - Myers & Majluf (1984) generaliza esse conflito no contexto de assimetria de informação com o modelo de “*pecking-order*”
 - ➔ Os investidores sabem que os gerentes tem informações privadas sobre a firma.

Hipótese *Pecking-Order* de Myers & Majluf

- ◆ O problema da assimetria de informação se manifesta quando a firma quer lançar títulos no mercado.
- ◆ Financiamento tem um problema de seleção adversa:
 - Se uma firma tem um projeto de VPL positivo e precisa de emitir ações, se o gerente acha que as ações estão *sub-avaliadas* ele tende a *não emitir ações* (e deixa de fazer um bom projeto)
 - Se uma firma emite ações, então os investidores interpretam como um *signal* de que as ações estão super-avaliadas e os gerentes querem se aproveitar dos preços excessivos das ações
 - Assim anúncios de emissão de novas ações são acompanhadas de um declínio nos preços dessas ações
 - ➔ Vários artigos empíricos tem confirmados essa predição de Myers & Majluf
 - Extensões ao artigo vem sendo feitas no sentido de desenhar *sinais* para reduzir esse problema durante a emissão de ações
- ◆ Vários artigos procuraram testar as diversas implicações dessa teoria, algumas são hoje geralmente aceitas, outras não
 - É muito difícil testar modelos de assimetria de informação

Hipótese *Pecking-Order* de Myers & Majluf

- ◆ Gerentes que maximizam o valor da firma irão evitar ir ao mercado se eles tem mais informações que os investidores
- ◆ Essa hipótese estabelece uma ordem de atratividade quando uma firma precisa financiar um projeto:
 - Firms preferem financiamento interno (fluxo de caixa) do que externo (relevância da assimetria de informação é externa à firma)
 - Dividendos são “sagrados”, de forma que em geral o gerente não se corta dividendos para financiar os projetos
 - Precisando capital externo, as firmas irão emitir na seguinte ordem:
 - ➔ Papel menos arriscado primeiro (dívida senior)
 - ➔ Dívida mais arriscada (dívida junior ou *subordinated-debt*)
 - ➔ Dívida conversível e ações preferenciais
 - ➔ Ações ordinárias
 - Em adição, se o excesso de fluxo de caixa interno for maior que o requerido para financiar o projeto, a firma irá reduzir a dívida antes de recomprar ações ou distribuir dividendos adicionais
 - ➔ Redução do D/E facilita acesso ao mercado de dívida quando precisar
 - Essa teoria não estabelece um nível D/E ótimo

Sinalização e Financiamento

- ◆ Ross (1977) mostrou que a escolha de um esquema de remuneração (incentivos) ao gerente e a escolha da estrutura de capital da firma são sinais emitidos ao mercado revelando informações privadas sobre a firma
 - Cronograma de compensação de gerentes é informado ao mercado
 - O valor da dívida D é também um sinal do tipo de firma
 - ➔ Firma A de tipo mais valiosa que tipo B; seja D^* o nível crítico tal que os investidores identificam o sinal: se $D > D^*$, a firma é tipo A
 - ➔ Existe uma penalização de falência se a firma não for tipo A que os gerentes querem evitar (perde remuneração) e assim D é sinal mais custoso para as firmas do tipo B do que tipo A
- ◆ Artigo clássico de Leland & Pyle (1977) sobre sinalização:
 - Gerentes detém uma parcela das ações emitidas: sinalização clara
 - Eles analisaram o problema da transferência de informações no mercado com informação assimétrica e ressaltaram o papel dos intermediários financeiros na redução do problema
 - Empreendedores buscando bons projetos para botar seu dinheiro e *detendo parte das ações desse projeto*, são sinais ao mercado

Sinalização na Emissão de Ações: Crítica

- ◆ Artigo de Daniel & Titman (1995) sobre sinalização para reduzir os problemas reportados em Myers & Majluf
- ◆ Analiza a eficiência dos sinais com o conceito de sinais do tipo “queima de dinheiro” (*money burning signals*)
 - Um sinal é chamado “queima de dinheiro” se vale as condições:
 - ➔ O sinal não deve trazer benefícios diretos para a firma que emite o sinal
 - ➔ A ação de sinalização deve ser igualmente custosa para todos os tipos de firma (logo sinal ineficiente em revelar o tipo)
 - A idéia é usar como referência para comparar a eficiência do sinal
- ◆ Comenta o caso quando a firma tem a *opção de espera* em relação a um projeto, a firma tipo valiosa pode adiar o investimento, enquanto a firma tipo baixo valor irá fazer logo o projeto, pois tem incentivo de emitir ações
 - Assim a espera seria um sinal de firma mais valiosa, mas o sinal teria um custo se o projeto estiver *deep-in-the-money* e o sinal pode até ser “queima de dinheiro” em alguns casos
- ◆ Posição crítica em vários casos de sinalização em finanças
 - Mas reconhece o papel da sinalização quando o *custo de falência é alto*

Contrato e Conflito Acionista x Gerente

- ◆ O dono da firma ou os acionistas (principal) fornece capital, cria uma firma e contrata um administrador (agente) para gerenciar a firma.
 - O contrato tem uma *parcela fixa* (salário) e outra *variável* (bônus proporcional ao valor da firma ao final do contrato)
- ◆ Na formatação do contrato existem dois aspectos:
 - Desenho de mecanismos de incentivos ao agente
 - Problema de compartilhamento de risco
 - ➔ O valor da firma no dia final do contrato é incerto
- ◆ Se o contrato é exclusivamente por salário fixo, o risco é todo do principal. Se a remuneração é apenas por bônus, o risco é majoritariamente do agente.
 - Encontrar o ponto ótimo de partilha de risco é o desafio.
- ◆ Contratos que resolvam totalmente os problemas de incentivos e de partilha de risco são *contratos first best*
 - ➔ Assimetria de informação é eliminada no contrato first-best.

Principal x Agente e Teoria dos Contratos

- ◆ Na *literatura de contratos incompletos* é assumido que o principal observa a ação do agente, mas não pode usar isto num tribunal para justificar um pleito
 - Tribunais em geral podem verificar somente:
 - ➔ Propriedade dos ativos ou do projeto
 - ➔ Pagamentos entre as partes
 - ➔ Cláusulas contratuais (“*binding statements*”) tais como a oferta, a aceitação ou o exercício de opções.
- ◆ Existe a possibilidade de obter um contrato *first-best* com renegociação e embutindo opções no contrato
 - Edlin & Hermalin (2000) mostra o caso do contrato entre a Disney e a Pixar no filme de animação “Toy Story”
 - Existem dois efeitos opostos na renegociação, *holdup* (que beneficia o principal na renegociação) e o efeito de *ponto de ameaça* (*threat-point*, que beneficia a barganha do agente)
 - ➔ Se o efeito de ponto de ameaça domina o efeito de holdup então os autores mostram que se consegue formatar um contrato first-best

Contratos First Best, Opções e Renegociação

- ◆ Seja o caso dum agente (Pixar) investir num projeto que vale mais na mão do principal (Disney)
 - Pixar tinha tecnologia de animação 3D, e a Disney tem a idéia, a rede de distribuição e o marketing de animações
 - ➔ Disney tem poder de monopólio no mercado de animações
 - Qualidade do filme é difícil de especificar em contrato ou de demonstrar num tribunal de forma não ambígua
 - Se a Disney fosse obrigada a comprar por preço fixo, a Pixar não teria incentivo para trabalhar duro no projeto
- ◆ Seja o caso do contrato que se estabelece um preço fixo mas a Disney tem a *opção* de não comprar o filme
 - Se a Pixar não fizer um bom filme a Disney não compra
 - Mas nesse caso aparece o *efeito de holdup* que desestimula a Pixar a investir no filme: a Disney tem incentivo a deixar expirar a opção (ou atrasar o seu exercício) para que a Pixar aceite renegociar e reduzir o preço de exercício

Contratos First Best, Opções e Renegociação

- ◆ O efeito de *holdup* antecipado pelo agente o desestimula a trabalhar duro no projeto
- ◆ Porém se o agente tem a propriedade inicial do projeto existe um *segundo efeito* que incentiva o agente:
 - O esforço do agente irá fortalecer seu poder de barganha na renegociação pois o projeto valerá mais
 - Se o principal não exercer a opção, o agente tem a ameaça de não renegociar e o principal perderia um valioso projeto
 - ➔ Nesse caso o papel da opção é de se resguardar de um over-investimento por parte do agente (devido ao preço de exercício fixo)
 - O agente pode querer renegociar mas por um preço maior
 - Se esse *efeito de ponto de ameaça* domina o *efeito de holdup* se obtém os incentivos e a divisão de risco *first-best*
 - ➔ Disney triplicou os preços dos trabalhos posteriores da Pixar com medo que a Pixar não aceitasse o contrato e a tecnologia, agora provada, fosse parar nas mãos de concorrentes tais como a Warner Brothers ou outro estúdio (*New York Times*, 27/02/97)

Modelo Intertemporal sob Incerteza de Incentivos

- ◆ Rustichini (1998) mostra que diversos problemas em economia podem ser modelados como um problema de *programação dinâmica* (PD) com uma *restrição adicional*: a *restrição “incentivo compatível”*, afetando o *controle ótimo*
 - A restrição *incentivo compatível* tem de valer ao longo de todo o tempo e possíveis realizações do processo estocástico
- ◆ É um problema mais complexo do que os casos clássicos, de pesquisa recente e usando técnicas mais sofisticadas
 - Rustichini (1998) analisa o caso de *horizonte infinito*, e nesse caso a técnica de *multiplicador de Lagrange* foi mais simples, pois não tinha um termo de aditividade finita do caso finito
 - ➔ Reduzindo o problema para um caso padrão de programação dinâmica em que a *função objetivo* tem um *ponto fixo* (equilíbrio), ele obtém o *second best*
 - Barucci & Gozzi & Swiech (2000) analisam também o caso de PD, horizonte infinito, para obter o contrato *second best*, mas aplicado a produção conjunta de um recurso comum (ex.: reserva de óleo)
 - ➔ Eles usam técnicas de “solução viscosa” da equação diferencial estocástica de Hamilton-Jacobi-Bellman, para resolver o problema

Bonds Conversíveis e Redução de Custo de Agência

- ◆ O uso de bonds conversíveis reduz o custo de agência
 - Brealey & Myers (2000, p.660) chegam a seguinte conclusão:
 - ➔ “Os pacotes de conversíveis e de bond com warrants dá a você a chance de participar tanto nos sucessos da firma como nos seus fracassos. Eles diminuem os possíveis conflitos de interesse entre os detentores de bonds (credores) e os acionistas”
 - Grinblatt & Titman (1998, p.569) argumentam:
 - ➔ “alguns pesquisadores tem sugerido que é possível desenhar um bond conversível de forma a ficar insensível a mudanças de volatilidade da firma” e assim uma firma financiada dessa maneira “não tem incentivo para selecionar projetos de alto risco, pois ela não ganharia nada dos detentores de bonds, a não ser que os projetos tenham VPLs positivos”
 - ➔ Citando Mikkelson (1981), os autores observam que as firmas emissoras de conversíveis são firmas com opções de crescimento sofrendo dos problemas de incentivos no mercado de dívida:
 - ➔ “em adição essas firmas são prováveis a ter a maior flexibilidade sobre futuros investimento”

Preço de Reserva

- ◆ Preço de reserva r_i : é o maior payoff que o jogador i pode garantir, *não importa o que os outros fizerem.*
- ◆ Sabe-se que o payoff de reserva $r_i \leq e_i$ (onde e_i é o payoff do jogador i no EN). No dilema dos prisioneiros $r_i = e_i$, mas em Cournot $r_i < e_i$.