

PAUL MILGROM

**TEORIA
DOS
LEILÕES**

**DO PIONEIRO DO
DESENHO DE
LEILÕES DE
ESPECTRO**



ALTA BOOKS

GRUPO EDITORIAL

Rio de Janeiro, 2023

Sumário

<i>Prefácio</i>	<i>ix</i>
<i>Prólogo</i>	<i>xiii</i>
1 Começando a Trabalhar	1
1.1 A Política Prepara o Terreno	3
1.2 Desenho para Metas Múltiplas	3
1.2.1 Substitutos e Complementos	6
1.2.2 O Leilão de Direitos da Nova Zelândia	8
1.2.3 Desenhos de Leilão Melhores	12
1.2.4 O Desenho da FCC e Sua Progenie	12
1.3 Comparando Receitas de Vendedores	15
1.4 A Crítica dos Acadêmicos	18
1.4.1 Revenda e Teorema de Coase	18
1.4.2 Teoria do Desenho de Mecanismos	20
1.4.3 Teoria e Experimento	24
1.4.4 Preocupações de Ordem Prática	24
1.5 O Plano para Este Livro	29
PARTE 1 A ABORDAGEM DO DESENHO DE MECANISMOS	
2 Mecanismos Vickrey-Clarke-Groves	43
2.1 Formulação	43
2.2 Estratégias Sempre Ótimas e Fracamente Dominantes	48
2.3 Equilibrando o Orçamento	51
2.4 Especificidade	54
2.5 Desvantagens do Leilão Vickrey	55
2.5.1 Desvantagens Práticas	55
2.5.2 Problemas de Monotonicidade	56
2.5.3 A Desvantagem da Fusão-Investimento	58
2.6 Conclusão	60

3	O Teorema do Envelope e da Equivalência de Payoff	63
3.1	O Lema de Hotelling	64
3.2	O Teorema do Envelope na Forma Integral	66
3.3	Payoffs Quase Lineares	69
3.3.1	O Lema de Holmstrom	70
3.3.2	O Teorema de Green–Laffont–Holmstrom	71
3.3.3	O Lema de Myerson	73
3.3.4	Teoremas de Equivalência de Receita	75
3.3.5	O Teorema de Myerson–Satterthwaite	77
3.3.5.1	Aplicação: Leilões Versus Sorteios	79
3.3.6	Os Teoremas da Impossibilidade de Jehiel–Moldovanu	80
3.3.7	Leilões de Maximização de Receita de Myerson e Riley–Samuelson	84
3.3.8	O Teorema dos Cartéis Fracos de McAfee–McMillan	87
3.3.9	Leilões Sequenciais e o Teorema de Weber Martingale	90
3.3.10	Teorema de Matthews: Equivalência de Payoff e Aversão ao Risco	92
3.4	Conclusão	95
4	Equilíbrio de Lances e Diferenças de Receita	99
4.1	As Condições de Cruzamento Único	100
4.1.1	O Teorema de Seleção Monótona	103
4.1.2	O Teorema de Suficiência	104
4.1.3	Teorema da Simplificação da Restrição	107
4.1.4	O Teorema da Representação Mirrlees–Spence	107
4.2	Derivando e Verificando Estratégias de Equilíbrio	112
4.2.1	O Leilão de Segundo Preço com Preço de Reserva	113
4.2.2	O Leilão Selado, ou de Primeiro Preço	114
4.2.3	O Leilão da Guerra do Desgaste	119
4.2.4	O Leilão Pago (All-pay Auction)	121
4.3	Comparações de Receita no Modelo de Referência	122
4.3.1	Equivalência de Payoff sem Equivalência de Receita	123
4.3.2	Restrições de Orçamento	135
4.3.3	Quantidades Endógenas	138
4.3.4	Tipos Correlacionados	140
4.4	Leilões com Maximização de Receita Esperada	143
4.4.1	Teorema de Myerson	148
4.4.2	Teorema de Bulow–Klemperer	151
4.4.3	O Caso Irregular	152
4.5	Leilões com Licitantes Fracos e Fortes	153
4.6	Conclusão	158
5	Interdependência de Tipos e Valores	161
5.1	Que Modelos e Suposições são “Úteis”?	162
5.1.1	Payoffs Dependem Só de Lances e Tipos	162
5.1.2	Tipos São Unidimensionais e Valores São Privados	164

7.2.3	Incentivos Estratégicos em Leilões de Preço Uniforme	292
7.2.3.1	O Modelo Básico de Leilão Klok	293
7.2.3.2	O Leilão Klok com Movimento Alternante	296
7.2.3.3	Incentivos Estratégicos com Oferta Elástica	298
7.3	Conclusão	301
8	Leilões em Pacote e Licitação Combinatória	305
8.1	Leilões Vickrey e o Problema da Monotonicidade	311
8.1.1	Os Payoffs de Vickrey Limitam Seus Payoffs de Núcleo	314
8.1.2	Leilões Vickrey e o Enigma da Entrada	315
8.1.3	Quando os Resultados Vickrey Estão no Núcleo?	316
8.1.4	Substitua Bens e Resultados de Núcleo	317
8.1.5	Bens Substitutos e Resultados de Vickrey	321
8.2	Leilões de Pacote de Primeiro Preço Bernheim-Whinston	325
8.2.1	Formulação	325
8.2.2	Estratégias com Metas de Lucros	327
8.2.3	Equilíbrio e o Núcleo	329
8.3	Leilões Ascendentes com Lances de Ausentes [Proxy]	
Ausubel-Milgrom		334
8.3.1	O Leilão Proxy com Orçamentos Ilimitados	335
8.3.1.1	Resultados do Proxy São Resultados do Núcleo	336
8.3.1.2	Estratégias com Meta de Lucro e Equilíbrio	337
8.3.1.3	O Leilão Proxy Quando os Bens São Substitutos	340
8.3.2	O Leilão Proxy com Utilidade Não Transferível	341
8.4	Conclusão	343
	<i>Referências</i>	349
	<i>Índice</i>	359

Começando a Trabalhar

A era de aplicar a teoria de leilões começou em 1993–1994, com o desenho e operação dos leilões do espectro de radiofrequência nos Estados Unidos. Embora a teoria econômica dos leilões tivesse se iniciado nos anos de 1960, as primeiras pesquisas exerceram pouca influência na prática. Desde 1994, os teóricos de leilões projetaram vendas de espectro para países de seis continentes, de energia elétrica nos Estados Unidos e na Europa, de créditos de carbono, de madeira e de vários ativos. Em 1996, a teoria dos leilões tinha se tornado tão influente que seu fundador, William Vickrey, recebeu o Prêmio Nobel de Ciências Econômicas. Em 2000, a comemoração do 50º aniversário da Fundação Nacional da Ciência dos EUA incluiu o sucesso dos leilões de espectro dos EUA para justificar seu apoio a pesquisas fundamentais em temas como a teoria dos jogos. No final de 2001, apenas anos após o primeiro dos grandes leilões modernos, os desenhos dos teóricos tinham impulsionado vendas no mundo todo em um total superior a US\$100 bilhões. Os primeiros leilões de espectro nos EUA atingiram um padrão mundial com suas características mais importantes expressas em todos os novos desenhos.

Em 1993, esses avanços pareciam improváveis. Ainda hoje, a teoria dos jogos na economia é tema de debates acalorados. A teoria dos leilões, que gerava suas principais previsões como se fossem de jogos, herdou a controvérsia. No Congresso Mundial da Sociedade de Econometria, em 1985, o debate surgiu entre pesquisadores que estudavam barganhas, que eram céticos de que a teoria dos jogos explicaria grande parte delas ou seria útil para melhorar seus protocolos, e os que investigavam leilões e organização industrial que acreditavam que a teoria dos jogos esclarecia seus estudos. Embora a teoria dos jogos ganhasse proeminência nos anos de 1980 e tivesse

2 Aplicando a Teoria dos Leilões

começado a influenciar as principais referências de pós-graduação no início dos anos de 1990, não havia consenso sobre sua relevância em 1994, quando a Comissão Federal de Comunicações realizou o primeiro dos novos leilões de espectro.

Os fundamentos tradicionais da teoria dos jogos incorporam suposições rigorosas sobre a racionalidade dos participantes e a precisão de suas expectativas, que não são práticas. No entanto, com base em dados de campo e de laboratório, é difícil contestar as contribuições da teoria dos leilões. Suas previsões qualitativas foram bem-sucedidas para explicar padrões de licitações de petróleo e gás¹ e também se saíram bem em outros estudos empíricos. Testes de economia em laboratório da teoria dos leilões revelaram muitas quebras das teorias mais detalhadas, mas várias tendências essenciais previstas pela teoria encontram um significativo apoio experimental.² Tomadas como um todo, essas descobertas indicam que, apesar de as teorias existentes precisarem de aprimoramento, captam características das licitações atuais. Para os criadores de desenhos de leilões, a lição é que a teoria é útil, mas precisa ser complementada por experimentos para testar a aplicabilidade das principais proposições, e por avaliações práticas e corroboradas pela experiência.

Quaisquer que fossem as dúvidas na academia sobre as imperfeições da teoria dos jogos, o histórico de casos extraordinários dos novos leilões chamou a atenção do público. Um artigo do *New York Times*, de 1995, saudou um dos primeiros leilões de espectro dos EUA³ como “O Maior Leilão de Todos os Tempos”.⁴ O leilão de espectro britânico de 2000, que arrecadou cerca de US\$34 bilhões, rendeu a um de seus criadores de desenhos acadêmicos⁵ uma condecoração da Rainha e a “Ordem do Império Britânico”. No mesmo período, teóricos de jogos também usaram seus conhecimentos em outra aplicação importante. O Programa Nacional de Correspondência de Residentes, pelo qual 20 mil médicos dos EUA encontram programas de residência hospitalar todos os anos, implementou um novo desenho em 1998 com a ajuda do economista teórico Alvin Roth. Em meados dos anos 1990, 35 anos de pesquisas econômicas teóricas sobre pormenores do desenho do mercado finalmente produziram frutos práticos.

¹ Veja Hendricks, Porter e Wilson (1994).

² Veja Kagel (1995).

³ O desenho se baseou em sugestões de Preston McAfee, Paul Milgrom e Robert Wilson.

⁴ William Safire, “The Greatest Auction Ever”, *New York Times*, 16 de março de 1995, pág. A17, comentando o leilão nº 4 da FCC.

⁵ Os principais criadores de desenhos foram os professores Ken Binmore e Paul Klemperer. Eles relatam o leilão em Binmore e Klemperer (2002). Foi Binmore quem a Rainha da Inglaterra condecorou com um título.

1.1 A Política Prepara o Terreno

Para a maioria dos estudiosos do setor de telecomunicações, a principal contribuição dos leilões de espectro nos EUA foi o uso de um mecanismo de mercado. Direitos de espectro (licenças) nos Estados Unidos e em muitos outros países há tempos eram atribuídos em *audiências comparativas*, nas quais os reguladores comparavam propostas para decidir qual candidato usaria o espectro da melhor forma. O processo estava longe de ser objetivo: envolvia advogados e lobistas que argumentavam que seus planos e clientes eram mais merecedores de uma licença do governo valiosa, mas livre.⁶ Com seus procedimentos e recursos formais, uma audiência comparativa levava anos para ser concluída. Em 1982, a necessidade de alocar muitas licenças para telefones celulares no mercado dos EUA sobrecarregou o aparato regulatório, de modo que o Congresso concordou em permitir que licenças fossem atribuídas ao acaso entre os requerentes por sorteio.

O sorteio acelerou o processo de aprovação de licenças, mas criou uma série de problemas. Os vencedores estavam livres para revender suas licenças, estimulando milhares de novos requerentes a se candidatar a licenças e recompensando muitos com prêmios de milhões de dólares ao acaso. Os vencedores eram simples especuladores sem experiência no setor de telefonia e sem intenção de atuar nele. Recursos econômicos foram desperdiçados em grande escala, no processamento de milhares de requisições e na consequente necessidade das operadoras de redes sem fio negociarem e comprarem licenças desses especuladores. Os sorteios de pequenas licenças contribuíram para a fragmentação geográfica do setor de celulares, retardando a introdução de serviços de telefonia móvel nos Estados Unidos.

Era necessário um processo melhor, e, em 1993, o Congresso autorizou os leilões como resposta. A organização do mercado de leilões para o espectro de radiodifusão foi deixada para a Comissão Federal de Comunicações (FCC).

1.2 Desenho para Metas Múltiplas

O Congresso forneceu instruções para a FCC conduzir os novos leilões de espectro. Uma delas foi a de que os primeiros leilões deveriam começar até julho de 1994. Uma segunda exigia que ela promovesse uma ampla participação do novo setor. No início, a FCC respondeu à segunda instrução concedendo créditos de leilão e prazos de financiamento favoráveis para pequenas empresas e negócios controlados por mulheres e outras minorias, para

⁶ O processo já foi caracterizado por um encarregado FCC como “O equivalente da Ordália na FCC” (conforme citado por Kwerel e Felker — 1985).

4 Aplicando a Teoria dos Leilões

reduzir o custo de quaisquer licenças adquiridas por eles. O estatuto também especificou que o processo do leilão deveria promover o “uso eficiente e intensivo” do espectro de radiodifusão, em contraste com o uso fragmentado promovido pelo sistema de sorteio. O significado da palavra “eficiente” foi tema de debate, mas acabou por ser encarado em termos econômicos. Nas palavras do vice-presidente Albert Gore, significava “colocar licenças nas mãos de quem mais as valorizam”.⁷

Há uma forte tradição em economia que alega que indivíduos e empresas, deixados por conta própria e atuando em uma conjuntura legal saudável, tendem a implementar alocações eficientes. Afirma-se que, quando os recursos são alocados de modo ineficiente, é possível que as partes envolvidas no processo se associem para que todos se saiam melhor. Assim, agindo de acordo com o interesse de todos, as partes tendem a eliminar ineficiências sempre que possível. Esse argumento tradicional mostra mais força quando as partes sabem o que é necessário e não têm problemas para negociar como dividir os ganhos criados pelo acordo. No espectro de radiofrequência, com milhares de licenças e centenas de participantes envolvidos, computar apenas uma alocação já é um problema muito difícil, e conseguir que os participantes revelem as informações necessárias sobre seus valores para fazer esse cálculo, impossível. Comparado ao desenvolvimento de um padrão universal (GSM) para telefones celulares na Europa, o sistema fragmentado que surgiu nos Estados Unidos mostra que o sistema de sorteio não levou a alocações de espectro eficientes. Com tantas partes e interesses envolvidos, o mercado levou muitos anos para se recuperar da fragmentação inicial da propriedade do espectro. Durante esses anos, houve uma desaceleração nos investimentos e degradação dos serviços ao consumidor. Acertar na alocação na primeira vez é importante. Conseguir isso com um sistema de leilão exigia uma abordagem diferente e inovadora.

A FCC, a quem a lei encarregara do desenho e da gestão de leilões de espectro, não tinha experiência na atividade. Dentro da FCC, a tarefa do desenho foi designada a um grupo liderado pelo Dr. Evan Kwerel, economista e antigo defensor do uso de leilões para alocar licenças de espectro.⁸

Como qualquer outra decisão importante na FCC, a referente ao desenho de leilões deveria se basear em um registro público adequado — uma exigência que a obrigaria a percorrer uma longa série de etapas. Ela precisaria redigir e publicar a regra proposta, aguardar um período para Comentários e outro para Resposta a Comentários, reunir-se com as partes interessadas para discutir e esclarecer pontos divergentes, resolvê-los, publicar uma

⁷ Citado no discurso do vice-presidente Gore no início do leilão n° 4 da FCC.

⁸ A defesa inicial de Kwerel é explicada em Kwerel e Felker (1985).

norma, considerar recursos e, finalmente, realizar o leilão. Organizar etapas desse modo tende a reprimir as inovações, mas não foi o que ocorreu. Sem orientação política sobre que tipo de leilão fazer, sem especialistas internos fazendo lobby de suas próprias soluções e sem nenhuma base tradicional sobre como um leilão deveria ser realizado, o Dr. Kwerel teve uma liberdade incomum para avaliar uma ampla série de alternativas.

Kwerel redigiu um aviso preliminar propondo uma norma de leilão complexa. Os participantes do setor, espantados com a proposta inédita e com pouca experiência e conhecimento, procuraram orientação com consultores acadêmicos. Esses consultores geraram inúmeras sugestões, e a FCC contratou seu próprio especialista acadêmico, John McMillan, para ajudá-la a avaliar os desenhos propostos. No final, Kwerel preferiu um tipo de leilão ascendente simultâneo, baseado, em grande parte, em uma proposta minha e de Robert Wilson, e em uma proposta semelhante de Preston McAfee. As normas Milgrom-Wilson-McAfee exigiam um leilão ascendente de rodadas múltiplas simultâneas.⁹ Esse tipo de leilão visa itens múltiplos, para os quais os lances ocorrem em uma série de rodadas. Em cada rodada, os licitantes fazem lances fechados para tantas licenças de espectro quantas queiram comprar. No final de cada rodada, o *lance alto permanente* para cada licença é postado com os lances mínimos para a próxima rodada, que são computados adicionando-se um incremento predeterminado, como 5% ou 10%, aos lances altos permanentes. Esses lances altos permanentes continuam em vigor até serem ultrapassados ou retirados.¹⁰ Uma *regra de atividade* limita a capacidade de o licitante aumentar sua atividade no final do leilão, sendo um incentivo para ele dar lances no início do leilão. Por exemplo, um licitante que participou ativamente de dez licenças não pode começar a oferecer onze no final do leilão.

A teoria dos leilões ascendentes simultâneos funciona melhor quando as licenças vendidas são substitutas. Ao longo do leilão, à medida que os preços sobem, os licitantes que são ultrapassados podem trocar seus lances para licenças mais baratas, o que possibilita uma arbitragem eficiente das licenças substitutas. Uma das características práticas mais óbvias desses leilões —

⁹ A principal diferença foi que o desenho Milgrom-Wilson propôs que as características vigentes das licitações de todas as licenças ficariam abertas até o final do leilão, com o progresso garantido pela regra de atividade de Milgrom. O desenho de McAfee não tinha regra de atividade e garantia o progresso do leilão no lance de fechamento de cada licença em separado após um período sem novos lances nessa licença.

¹⁰ Um licitante que retira o lance paga uma multa igual à diferença, se positiva, entre o preço final de venda da licença e o valor do lance retirado. Se o preço final exceder seu lance, nenhuma multa será paga.

que não é partilhada por desenhos mais antigos — é que as licenças que são substitutas próximas são vendidas por preços também próximos.

A recepção inicial à recomendação de Kwerel foi de ceticismo. O leilão proposto era inesperadamente complicado, e Reed Hundt, presidente da FCC, buscou orientação com outros profissionais da Comissão: se vocês pudessem escolher qualquer desenho, qual seria? Ele perguntou aos que o executariam: Isso pode mesmo funcionar? Mesmo no curto tempo disponível para prepará-lo? Com o aval de sua equipe, o presidente Hundt decidiu assumir o risco de adotar um novo desenho de leilão.

1.2.1 Substitutos e Complementos

Leilões são processos para alocar bens entre os licitantes, então o desafio do desenho de um leilão só pode ser entendido ao se estudarem as demandas dos participantes. No leilão inicial da PCS, havia três grupos de licitantes. O primeiro incluía empresas de serviços de longa distância sem atuação no segmento wireless. Essas empresas, incluindo a MCI e a Sprint, planejavam entrar no segmento em escala nacional. Cada uma desejava adquirir uma licença, ou licenças, que cobrisse todos os Estados Unidos, o que lhes possibilitaria combinar o serviço wireless com o de longa distância em um pacote atraente e lucrativo para os consumidores, e oferecê-lo em todos os lugares.

Um segundo grupo abrangia empresas de serviço wireless, incluindo a AT&T, algumas filiais regionais da Bell e outras. As empresas desse grupo já possuíam ou controlavam licenças que lhes permitiam oferecer serviços a partes do país. Seu objetivo no leilão era adquirir licenças que cobrissem as várias lacunas em sua cobertura e se expandir para novas regiões ou talvez todo o país. Essas empresas representavam um desafio regulatório para a FCC, que queria permitir que elas atendessem a suas necessidades legítimas de negócios sem obter controle de um espectro suficiente para manipular os preços do mercado. Para evitar isso, a FCC impôs limites sobre o espectro que as empresas poderiam controlar em determinada área geográfica. As operadoras de serviço wireless ativas seriam inelegíveis para lances da licença nacional da PCS do tipo que era concedida em países europeus. Do ponto de vista da MCI, isso significava que uma licença nacional poderia ser comprada por um preço menor no leilão, então, ela tentou influenciar a FCC a estruturar as novas licenças dessa forma.

O último grupo consistia principalmente de novos participantes sem negócios no setor wireless. Alguns, como a Pacific Bell, da Califórnia, eram

bem grandes. Essas companhias procuravam licenças ou pacotes que cobrissem amplos mercados regionais, mas não todo o país.

Uma das primeiras lições a serem aprendidas desse excerto é que o jogo do leilão começa muito antes do leilão em si. O escopo e os termos das licenças do espectro podem até ser mais importantes do que as regras para determinar a alocação, porque uma licença pode atender diretamente às necessidades de alguns licitantes, ao mesmo tempo em que são inúteis para outros. Para os leilões atuais da PCS, a licença oferece ao dono o direito de transmitir e receber sinais de rádio adequados para serviços de telefonia celular em uma determinada banda de radiofrequência e área geográfica. Essas especificações de licença limitavam possíveis alocações de espectro. Por exemplo, suponha que três licenças que cubram as áreas A, B e C estejam à venda. Se um licitante quisesse a licença com cobertura da área A e metade da B, enquanto outro, a licença com cobertura da área C e da outra metade da B, as especificações da licença evitavam que cada licitante adquirisse a melhor alocação dela. Uma tarefa do desenvolvedor do desenho de leilões é promover a melhor alocação possível (mais “eficiente”), sujeita a tais limitações.

Atingir eficiência envolve várias complicações sutis. Uma determinada licença pode ser útil para um licitante por excluir entradas e aumentar o poder de monopólio, mas para outro porque o comprador a usaria para criar serviços importantes. Ao comparar a eficiência das alocações, somente o segundo tipo de valor conta, mas licitantes não respeitam essa diferença quando apresentam os lances. O valor de uma licença para um licitante depende não só da licença em si, mas também das identidades dos outros licenciados e das tecnologias que usam. Por exemplo, as identidades dos licenciados podem afetar seus “arranjos de roaming” — o que permite aos clientes usar os serviços de outra empresa quando entram na área de sua licença. Uma terceira complicação é que os licitantes podem precisar reunir informações mesmo para determinar seus prováveis lucros a partir de vários arranjos, por exemplo, porque os licitantes têm diferentes informações sobre a tecnologia disponível ou demanda prevista.

Mas a barreira fundamental à eficiência mais discutida entre os desenvolvedores de desenho de leilão da FCC se referia ao *problema dos pacotes*. O valor de uma licença não é fixo; ele geralmente depende das outras licenças que o licitante recebe. Por exemplo, um licitante poder estar disposto a pagar muito mais por licença em um pacote de, digamos, cinco ou seis licenças

do que por um menor ou maior.¹¹ Até que o licitante saiba quais são todas as licenças que terá, não poderá dizer quanto qualquer uma delas vale.

Pense na situação em que há duas licenças. Se adquirir uma delas faz o licitante se dispor a pagar menos pela segunda, as licenças são *substitutadas*. Se adquirir uma o faz se dispor a pagar mais pela segunda, elas são *complementares*. Com mais de duas licenças, há outras possibilidades importantes, e isso aumenta em muito a complexidade do verdadeiro problema do leilão. Por exemplo, se há três licenças — digamos, A, B e C —, e um determinado licitante antecipa precisar de exatamente duas delas para estabelecer seu negócio, então A e B são complementares se o licitante não adquiriu C, mas substitutas se já a adquiriu. No entanto, a maioria das discussões econômicas do desenho de leilões é organizada enfatizando-se os dois casos puros.

Leilões recentes concebidos por teóricos da economia diferem dos de seus predecessores pela forma com que lidam com os problemas de substitutos e complementos. Nossas análises posteriores mostrarão que alguns dos novos desenhos lidam efetivamente com casos em que os itens a serem comercializados são substitutos, mas que todos os leilões mostram um desempenho muito inferior quando as licenças podem ser substitutas ou complementares. O desempenho deficiente tem vários problemas, incluindo perda de eficiência dos resultados, receitas baixas não competitivas, vulnerabilidade a conluios, complexidade para os licitantes e demora para o encerramento.

Para ilustrar como interdependências de valor afetam o desenho adequado, veremos um estudo de caso no qual a questão recebeu pouca atenção.

1.2.2 O Leilão de Direitos da Nova Zelândia

A Nova Zelândia realizou seus primeiros leilões de direitos de uso do espectro de rádio em 1990. Alguns assumiram a forma tradicional de direitos de *licença de uso* do espectro a fim de oferecer um serviço específico, como o direito de transmissão de sinais de televisão usando a frequência. Outros consistiam em *direitos de gestão*, segundo os quais o comprador pode decidir como usar o espectro, escolhendo, por exemplo, transmissões de televisão, telefonia wireless, *paging* ou algum outro serviço. Em teoria, quando os direitos de gestão são vendidos, interesses privados têm um incentivo de alocar espectros aos usos mais lucrativos, mas o problema de coordenar usos entre licenciados também pode se tornar mais complexo.

¹¹ Um exemplo ocorreu no leilão de espectro nos Países Baixos, em 1998, quando a maioria das licenças era para pequenas quantidades de largura de banda. Esperava-se que novos participantes precisassem de cinco ou seis dessas licenças para atingir uma escala eficiente e fazer a entrada valer a pena.

Orientado por uma empresa de consultoria — NERA —, o governo da Nova Zelândia adotou um *leilão selado de segundo preço* para suas quatro primeiras vendas de leilão. Como descritas originalmente por Vickrey (1961), as regras de leilão de segundo preço são estas: Cada licitante apresenta um lance selado. Então, a licença é concedida ao licitante com oferta mais alta para um preço igual ao segundo lance mais alto, ou o preço de reserva se apenas um lance elegível for feito. O leilão tem esse nome porque o segundo lance mais alto determina o preço.

A ideia do leilão selado de segundo preço parece estranha a muitas pessoas quando ouvem falar dele pela primeira vez, mas uma análise mais atenta mostra que ele não é nada estranho. Na verdade, ele implementa uma versão do leilão ascendente (inglês)¹² semelhante ao usado na Amazon.¹³

Em um leilão ascendente, se o licitante tem certeza sobre o valor do item, planeja até onde seu lance pode chegar — uma quantia que chamamos de *valor de reserva*. Em sites como eBay e Amazon, o licitante pode usar o *proxy bidding* [algo como uma programação automática para dar lances — lance por procuração] para executar a *estratégia de reserva de valor*. O *proxy* continua a superar o lance mais alto atual a favor do licitante enquanto ele for menor que o valor de reserva especificado. Se todos fizerem lances dessa forma, o resultado será a conclusão da concorrência quando o preço chegar ao segundo valor de reserva mais alto, ou perto dele (com diferenças devidas ao incremento mínimo do lance). Se todos adotarem essa estratégia de reserva de valor, o leilão ascendente será quase o mesmo que um leilão de segundo preço.

É fácil tecer considerações estratégicas sobre um leilão de segundo preço: cada licitante deve definir seu valor de reserva correspondente ao que o objeto vale para ele. Se o lance mais alto dos outros licitantes for maior do que esse valor, ele só pode apresentar seu valor de reserva, porque não há lance que ele faça que venceria o leilão com lucro. Se, em vez disso, o lance concorrente mais alto for menor que seu valor, definir seu valor de reserva dessa forma o faz vencer e fixa o preço no lance do concorrente, que é o melhor resultado que qualquer lance poderia atingir. Assim, independentemente dos lances feitos pelos outros, definir um valor de reserva igual

¹² O tipo mais comum de leilão ascendente (inglês) é aquele em que o leiloeiro anuncia lances cada vez maiores e os licitantes saem quando não estão mais dispostos a pagar acima de determinado preço. O leilão termina quando resta apenas um licitante. Como o vencedor deve pagar o preço de fechamento, é ideal que cada licitante permaneça no leilão apenas até que o preço atual seja igual a seu valor (“valor de reserva”) para o item, e não superior.

¹³ O eBay também realiza um leilão parecido, mas seu fechamento fixo envolve questões de jogo adicionais, como descrito por Roth e Ockenfels (2000).

ao do valor atual do licitante sempre o faz ganhar, pelo menos tanto quanto qualquer outra oferta.

O leilão selado de segundo preço apresenta duas vantagens em relação aos demais desenhos. Primeiro, ele duplica o resultado de um leilão ascendente com pequenos incrementos nos lances, mas sem exigir que os licitantes se reúnam ou contratem agentes para representá-los em sua ausência. Segundo, apresenta a cada licitante um problema simples de lance estratégico: cada um precisa apenas determinar seu valor de reserva e apresentá-lo. Isso também significa que não é necessário que qualquer licitante faça estimativas sobre a quantidade de outros licitantes ou seus valores, pois eles não têm relação com o lance ideal para um licitante analítico.

O leilão de segundo preço tem uma extensão simples para vendas de itens múltiplos idênticos e, também, por levar em conta um tipo de leilão ascendente específico. Por exemplo, suponha que haja uma regra de leilão com sete itens idênticos à venda para serem concedidos aos sete lances maiores em um leilão ascendente a viva voz. Novamente, os licitantes devem adotar estratégias de reserva de valor com sensatez, fazendo lances apenas suficientes para ficar entre os sete maiores e saindo quando o lance exigido ultrapassar o seu valor. Uma análise semelhante à anterior leva à conclusão de que os itens serão destinados aos sete licitantes com os valores mais altos para preços aproximadamente iguais ao oitavo valor mais alto. Para reproduzir isso em um leilão de lance selado, a regra é conceder itens com um preço uniforme igual ao maior lance rejeitado. Nesse leilão, a orientação para os licitantes é simples: “Ofereça o maior lance que puder pagar.” Uma regra semelhante de preço uniforme é às vezes usada na venda de Títulos do Tesouro dos EUA.¹⁴

Na Nova Zelândia, o governo estava vendendo licenças essencialmente idênticas para transmissão de sinal de televisão. Por orientação de seus consultores, ele não adotou essa regra do maior lance rejeitado, mas escolheu realizar leilões selados de segundo preço para cada licença. As regras de segundo preço da Nova Zelândia funcionariam bem apenas em um caso: quando os valores dos itens fossem independentes — nem substitutos, nem complementares. No leilão real da Nova Zelândia, teria sido difícil dar uma boa orientação aos licitantes. Um licitante deveria fazer um lance para apenas uma licença? Nesse caso, para qual? Se todos os demais decidissem fazer lances apenas para uma licença e as escolhessem ao acaso, talvez houvesse licenças que não atrairiam nenhum lance. Fazer lances menores para cada licença é uma boa estratégia. Por outro lado, se muitos espalham pequenos lances dessa forma, fazer um lance moderado para uma única licença tem

¹⁴ A regra do Tesouro define um preço uniforme igual ao menor lance aceito.

uma grande chance de sucesso. Com licenças que são substitutas ou complementares, leilões independentes inevitavelmente envolvem suposições por parte dos licitantes que interferem em uma alocação eficiente.

O resultado do primeiro leilão da Nova Zelândia é mostrado na Tabela 1. Observe que um licitante, a Sky Network TV, consistentemente fez ofertas e pagou muito mais por suas licenças que outros participantes. O Totalisator Agency Board [organizações totalizadoras de monopólio na Austrália e na Nova Zelândia], que fez a oferta de NZ\$401mil para cada uma das seis licenças, adquiriu apenas uma, ao preço de NZ\$100 mil, enquanto a BCL, que ofereceu NZ\$255 mil por apenas uma licença, pagou NZ\$200 mil por ela. Sem saber os valores exatos das várias licenças para os licitantes, é impossível ter certeza de que a concessão da licença resultante seria ineficiente, mas o resultado certamente confirma que os licitantes não podem adivinhar os comportamentos uns dos outros. Se a Sky Network, BCL ou a United Christian tivessem adivinhado o padrão de preços, teriam mudado as licenças para as quais fizeram oferta. Os dados de lances mostram pouca conexão entre as demandas expressas pelos licitantes, a quantidade de licenças que adquiriram e os preços que acabaram pagando, sugerindo que o resultado foi ineficiente.

Tabela 1. Licitantes Vencedores para os Lotes Nacionais de UHF: Direitos de Licença 8MHz

Lote	Licitante Vencedor	Melhor Lance (NZ\$)	Segundo Lance(NZ\$)
1	Sky Network TV	2.371.000	401 mil
2	Sky Network TV	2.273.000	401 mil
3	Sky Network TV	2.273.000	401 mil
4	BCL	255.124	200 mil
5	Sky Network TV	1.121.000	401 mil
6	Totalisator Agency Board	401 mil	100 mil
7	United Christian Broadcast	685.200	401 mil

Fonte: Hazlett (1998).

Um segundo problema foi até mais constrangedor para as autoridades do governo da Nova Zelândia.¹⁵ McMillan (1994) descreveu-o como segue: “Em um caso extremo, uma empresa que ofereceu NZ\$100 mil pagou o segundo lance mais alto, de NZ\$6. Em outro, o lance mais alto foi de NZ\$7 milhões e o segundo, NZ\$5 mil.” A receita total, que seria de NZ250 milhões segundo

¹⁵ Para maiores detalhes, veja Mueller (1993).

previsão dos consultores, foi de apenas NZ\$36 milhões. As regras do segundo preço permitiram a observadores públicos obter uma boa estimativa dos lucros do licitante vencedor, que eram muitas vezes mais altos que o preço. Para evitar mais constrangimentos, o governo passou do formato de lance selado de segundo preço para o selado de *primeiro preço*, mais padronizado, no qual o licitante com oferta maior paga o valor do próprio lance. Como veremos neste livro, isso não garantiu preços mais altos. Contudo, ocultou os lucros dos licitantes da curiosidade do público.

A mudança no formato do leilão ainda falhou em tratar de problemas de desenho mais graves. Leilões separados com várias licenças à venda que podem ser substitutas ou complementares obrigam uma escolha entre os riscos de adquirir muitas licenças e de adquirir poucas, deixando um jogo de adivinhação para os licitantes e um grande peso para a sorte. Alocações são desnecessariamente aleatórias, fazendo as licenças serem raramente designadas aos licitantes que mais as valorizam.

1.2.3 Desenhos de Leilão Melhores

No caso da Nova Zelândia, desenhos de leilão alternativos teriam tido um resultado melhor. O governo poderia ter copiado o desenho holandês dos leilões de flores. O vencedor da primeira rodada teria adquirido tantos lotes quanto desejasse ao preço vencedor. Depois, o direito de escolher seria vendido para a próxima rodada do leilão, e assim por diante. Nenhum licitante seria obrigado a adivinhar para quais licenças fazer ofertas. Cada licitante teria a certeza de que, se vencesse, receberia a quantidade de lotes ou licenças previstas por seu plano de negócios ao preço do lance escolhido.

Também há outros desenhos que limitam a adivinhação enfrentada pelos licitantes. Um leilão online comum nos EUA permite que os licitantes especifiquem o preço e a quantidade desejada. Os lances mais altos (ou, no caso de empate, os primeiros) conseguem adquirir todos os itens, enquanto só o último lance vencedor corre o risco de ter que se contentar com parte dos itens. Como no caso do leilão holandês, a eficiência aumenta, porque não é necessário avaliar em que licenças fazer ofertas, e as regras reduzem o risco de *exposição* que o licitante enfrenta ao adquirir licenças com prejuízo porque comprou poucas para construir um sistema com uma escala suficiente.

1.2.4 O Desenho da FCC e Sua Progênie

Nas circunstâncias do grande leilão da PCA na FCC, era óbvio que algumas licenças seriam substitutas. Por exemplo, haveria duas licenças disponíveis para fornecer serviços da PCS na área de São Francisco. Como as duas licenças tinham características técnicas quase idênticas e, por motivos antitruste, nenhum licitante poderia adquirir ambas, as licenças eram

necessariamente substitutas. O argumento de que algumas licenças eram complementos surgiu, mas sua força foi reduzida pelo grande escopo geográficos delas.¹⁶

Como no caso da Nova Zelândia, o principal problema do desenho era minimizar a adivinhação, permitindo aos licitantes escolherem licenças substitutas com base em seus preços. Quando bens substitutos são vendidos em sequência, em lances selados ou em um leilão ascendente, a empresa que apresenta um lance pelo primeiro item precisa estimar o preço que terá que pagar depois se esperar para comprar o segundo, terceiro ou quarto. Estimativas incorretas permitem a licitantes com valores pequenos vencer os primeiros itens, levando a uma alocação ineficiente. Com esse problema em mente, as regras finais determinaram que as licenças seriam todas vendidas de uma vez, em um único leilão ascendente aberto, durante o qual os licitantes poderiam fazer ofertas em qualquer licença e monitorar os lances em todas elas. A abertura do processo eliminaria as suposições, permitindo aos licitantes trocar substitutos e promover preços iguais para licenças substitutas perfeitas.

Para que o leilão funcione dessa forma, os lances em todas as licenças precisam permanecer abertos até que nenhum novo lance seja recebido, mas isso gera uma nova questão. Na pior das hipóteses, o leilão se arrasta interminavelmente enquanto cada licitante faz o lance apenas para uma licença por vez, mesmo quando estava interessado em comprar, talvez, cem licenças. Para reduzir esse risco, a FCC adotou minha *regra de atividade*. A aplicação geral de uma regra de atividade envolve dois conceitos básicos: elegibilidade e atividade. A atividade de um licitante em qualquer rodada é a *quantidade* de licenças para as quais apresentou novos lances na rodada ou fez o lance mais alto no início dela. No exemplo citado, a quantidade é só o número de licenças para as quais é feito um lance, mas outras medidas de quantidade, incluindo a largura de banda total das licenças com propostas ou a largura de banda multiplicada pela população coberta, também tem sido usada. A regra específica que a atividade total em uma rodada nunca pode exceder sua elegibilidade. A elegibilidade inicial do licitante, aplicável à primeira rodada do leilão, é estabelecida ao se preencher um formulário e pagar um depósito antes de a licitação começar. Sua elegibilidade em

¹⁶ O Dr. Mark Bykowsky, da Administração Nacional de Telecomunicações e Informações (NTIA), foi um veemente defensor da opinião de que as licenças poderiam ser complementares e propôs um desenho de leilão de pacote complexo para acomodar essa possibilidade. Seu argumento de que a complementaridade era importante é mais convincente para os leilões posteriores, nos quais licenças menores seriam vendidas. Mesmo assim, o curto tempo disponível para realizar o primeiro leilão gerou um quase-consenso de que a proposta do leilão de pacote envolvia detalhes não especificados e incertezas não resolvidas em excesso para ser avaliado e adotado de imediato.

rodadas posteriores depende da atividade de licitação recente. Uma forma simples da regra especifica que a elegibilidade do licitante em qualquer rodada após a primeira é igual à sua atividade na anterior. Assim, licitantes inativos no início do leilão perdem elegibilidade para fazer ofertas depois. Essa regra acelera o leilão e os ajuda a fazerem inferências confiáveis sobre a demanda restante a preços atuais.

As regras da FCC evoluíram desde o desenho original, de 1994, mas mudanças maiores adaptam o leilão ascendente simultâneo a outras aplicações. Uma variação surge quando há muitas unidades de cada tipo de item, como leilões envolvendo a venda de contratos de eletricidade. Nesses leilões, para cada item, cada licitante oferece sua quantidade demandada ao preço atual indicado em um *relógio* visível a todos os participantes. O relógio começa a um preço baixo e continua aumentando em qualquer ponto no qual a demanda total atual de todos os licitantes exceda a oferta. Quando a demanda se iguala à oferta em todos os itens, o leilão termina. Uma série desses relógios registra os preços atuais de vários bens, e o ritmo de seu movimento define o andamento do leilão. Um leilão clock semelhante foi usado em março de 2002 pelo governo britânico para comprar 4 milhões de toneladas métricas de redução de emissão de carbono, proposto por empresas inglesas.

Leilões clock compartilham características básicas com seu antecessor da FCC. A licitação em todos os itens ocorre simultaneamente, de modo que os licitantes podem responder à mudança de preços relativos. Os preços sobem de forma homogênea, assegurando que o leilão avance de modo ordenado e previsível. Todos os lances são sérios e representam compromissos reais. A regra de atividade evita que o comprador aumente sua demanda geral em todos os itens à medida que o preço aumente. E a licitação termina simultaneamente em todos os lotes, de modo que as oportunidades de substituição só desaparecem durante o leilão quando todos os preços finais são definidos.

Variações baseadas nos mesmos princípios continuam a ser criadas para solucionar uma ampla série de problemas econômicos. A Electricité de France (EDF) usou uma especialmente interessante em 2001 na venda de contratos de energia elétrica. A venda envolveu contratos de energia de diferente duração, variando de três meses a dois anos, mas todos começando ao mesmo tempo — janeiro de 2002 para a primeira venda. Como diferentes compradores queriam diferentes combinações de duração de contrato e como todos cobriam o primeiro trimestre de 2002, a EDF considerou os diferentes tipos de contratos como substitutos.

Lawrence Ausubel e Peter Cramton conceberam o desenho do leilão. O primeiro passo foi auxiliar a EDF no desenvolvimento de um padrão para “pontuar” lances em contratos de diferente duração. Os lances expressa-

vam o preço por megawatt por mês que o comprador pagaria pelo direito de adquirir energia. Para o leilão inicial, a EDF especificou que o preço para um contrato de três meses para energia de carga de base seria sempre €2139 mais alto que o preço correspondente para um de seis meses. De forma semelhante, diferenças de preço foram especificadas entre o contrato de três meses e os de 10, 12, 24 e 36 meses. Durante o leilão em si, os relógios de preço eram controlados para manter essas relações; por exemplo, o preço de um contrato de três meses era €2139 mais alto que o de um contrato de seis. Os preços para contratos de todas as durações continuaram a aumentar até que a demanda total restante esgotasse a energia total disponível para o período inicial de três meses.¹⁷ Esse tipo de leilão cria concorrência entre os licitantes para contratos de diferente duração, aumentando a eficiência e a receita de vendas comparadas a desenhos de leilão mais tradicionais. Recentemente, o leilão da EDF foi ainda mais modificado para incluir uma “curva de oferta” para que a quantidade total de energia vendida dependa do nível de preço.

1.3 Comparando Receitas de Vendedores

A pergunta feita com mais frequência por desenvolvedores de desenho de leilões é: Que tipo de leilão gera os preços mais altos para o vendedor? Naturalmente, a resposta depende de circunstâncias especiais, mas, mesmo a sua essência, surpreende muitas pessoas: não há vantagem sistemática em um lance selado em comparação a um aberto, ou vice-versa.

Uma declaração formal específica sobre essa conclusão é conhecida como *teorema de equivalência de receitas*. Ela afirma que, para uma importante classe de leilões e ambientes, as receitas e pagamentos médios dos licitantes são exatamente os mesmos em cada leilão nela. Para ilustrar a lógica da ideia, suponha que você esteja vendendo um item que vale R\$10 para o licitante A e R\$15 para o B. Se você vender o item usando um leilão de lances ascendentes com a participação dos dois licitantes, o licitante A parará as ofertas a um preço de fechamento de R\$10 e B adquirirá o item por esse preço. Se usar lances selados e vender o item pelo lance mais alto, o resultado dependerá do que os licitantes sabem ao apresentar a oferta. Se eles conhecerem todos os valores, B oferecerá um lance com valor apenas suficiente para garantir que vença — por volta de R\$10 ou R\$10,01 — e A provavelmente fará uma oferta perto de R\$10. Se eles se comportarem dessa forma, o preço será o mesmo de um leilão ascendente.

¹⁷ Na venda de energia no início de janeiro de 2002, quando a demanda total excedeu a energia disponível pelo primeiro trimestre do ano, o leilão terminou. Qualquer energia restante não vendida para, digamos, o segundo trimestre de 2002 foi concluída em vendas subsequentes.

O argumento dessa forma simples foi apresentado pela primeira vez por Joseph Bertrand (1883). Cerca de um século depois, William Vickrey observou que uma conclusão similar se aplica em média a uma classe muito mais ampla de regras de leilão e a um conjunto muito mais realista de situações do que a descrita aqui. Para prever uma receita média, é irrelevante o tipo de leilão usado dentro de uma certa classe de desenhos de leilão padrão.

Leiloeiros experientes contestam essa conclusão de irrelevância. Os que defendem leilões ascendentes argumentam que eles geram mais empolgação e mais concorrência do que os selados. Afinal, alegam eles, nenhum licitante está disposto a oferecer lances próximos ao valor a menos que impelidos a fazê-lo pela concorrência aberta do desenho de um leilão ascendente. Os que defendem leilões selados rebatem argumentando que os leilões ascendentes nunca resultam em pagamentos mais altos do que o necessário para vencer a licitação; não “sobra dinheiro na mesa”. Leilões selados resultam em lotes de dinheiro deixados na mesa. No leilão de dezembro de 1997 para licenças para serviços de telefonia wireless no Brasil, um consórcio internacional incluindo Bellsouth e Splice do Brasil ofereceu R\$2,45 bilhões para vencer a licença que cobriria a concessão de São Paulo. O lance foi 60% maior do que o segundo mais alto, de modo que 40%, ou cerca de R\$1 bilhão, não foi aproveitado.¹⁸

Argumentos parecidos entre participantes surgem com frequência, às vezes com variações. Nos EUA, os funcionários do Departamento do Tesouro debatem os méritos relativos de dois esquemas alternativos de leilões para a venda de títulos. Em um, cada licitante paga o valor de seu lance para cada título que compra; em outro, todos pagam o mesmo *preço de equilíbrio de mercado*, identificado pelo menor lance aceito. Defensores do primeiro esquema (“cada um paga o próprio lance”) dizem que o governo obtém mais dinheiro do leilão porque os licitantes vencedores, por definição, apresentaram lances maiores que o menor lance aceitável. Defensores do segundo esquema (“preço uniforme”) alegam que os licitantes que sabem que precisam pagar seu próprio lance quando ganham farão ofertas menores, reduzindo o preço de equilíbrio de mercado e levando a menores receitas.

Argumentos informais como esses mostram que o tema é delicado, mas não resolvem a questão. Uma análise formal baseada no *teorema de equivalência de receitas*, discutido no Capítulo 3, ajuda a esclarecer a confusão. Sob determinadas condições idealizadas, se a alocação de lotes entre os

¹⁸ Embora uma proposta 60% mais alta seja atípica, a quantia não aproveitada ainda é impressionante. Na privatização da banda A no Brasil, o *overbid* médio foi de 27%. Ou seja, para metade das licenças, os licitantes vencedores ofereceram, *pelo menos*, 27% mais que o segundo lance mais alto.

licitantes é a mesma para dois desenhos diferentes, então as receitas médias para todas as partes, incluindo os preços médios obtidos pelo vendedor, também precisam ser exatamente as mesmas. Não é possível realizar uma análise significativa de preços médios sem também estudar como os desenhos afetam a distribuição dos lotes entre os licitantes vencedores.

Os usos práticos do teorema de equivalência de receitas são semelhantes aos usos dos teoremas Modigliani–Miller em economia financeira, ao teorema Coase na teoria dos contratos e aos teoremas de neutralidade monetária em macroeconomia. Todos esses teoremas afirmam que, em condições idealizadas, certos efeitos não resultam de causas identificadas.¹⁹ Segundo os teoremas Modigliani–Miller, se decisões sobre a relação dívida/patrimônio líquido e políticas de dividendos meramente dividem as receitas totais dos donos da empresa sem afetar suas operações, elas não afetam o valor total de mercado da empresa. Hoje, economistas financeiros explicam decisões financeiras concentrando-se em como afetam as operações da empresa — seus impostos, custos de falência e incentivos gerenciais. De forma semelhante, segundo o teorema de Coase, se não há custos ou barreiras às transações, a propriedade padrão de um ativo estabelecido pelo sistema legal não afeta o valor. Hoje, teóricos da economia explicam as características da organização em termos de custo e barreiras a transações, incluindo informações e contratos incompletos. O teorema de equivalência de receitas é semelhante: os termos de pagamento de um leilão não afetam a receita total do vendedor, a menos que estejam associadas a uma mudança na alocação dos bens. Hoje, os analistas focam mais atenção em como as hipóteses do teorema são transgredidas e as consequências disso, ou, para reguladores do governo, sobre os *trade-offs* entre sua alocação e objetivos de receita.

O planejamento da venda de energia elétrica no Texas em 2002 ilustra como o teorema de equivalência de receitas foi aplicado. Segundo o desenho de leilão planejado, o leiloeiro aumentaria gradativamente os preços para quaisquer produtos com excesso de demanda e aceitaria demandas de quantidades por parte dos licitantes, de forma parecida com o que Léon Walras descreveu. O leiloeiro não revelaria aos licitantes as quantidades

¹⁹ Segundo os teoremas de Modigliani–Miller, de acordo com suas condições de mercado idealizadas sem atritos, a estrutura financeira e política de dividendos não pode afetar seu valor de mercado. Segundo o teorema de Coase, sob outras condições idealizadas, a alocação inicial de direitos de propriedade não pode alterar a eficiência da alocação final. Teoremas de neutralidade monetária afirmam que, sob ainda outras condições idealizadas, a política monetária não pode mudar resultados reais na economia. O teorema de equivalência de receitas defende que, sob suas condições idealizadas, mudar regras de pagamento não pode afetar o pagamento final dos participantes.

demandadas pelos demais. As regras exigiam que o leiloeiro parasse de elevar o preço de um produto quando sua demanda total caísse ao nível da oferta disponível. Os contribuintes do Texas se beneficiariam das receitas dessa venda de energia, e seus defensores argumentaram que o leiloeiro deveria continuar a elevar os preços até que a demanda fosse *menor que* a oferta, e então os reduzir em um incremento. A ideia era vender energia pelo preço de equilíbrio de mercado *mais alto*, e não pelo mais baixo. Essa regra era problemática devido a uma série de razões relativas aos detalhes do leilão, e a equipe de desenho citou o teorema de equivalência de receitas alegando que havia poucos motivos para esperar que a mudança proposta levaria a um aumento na média dos preços, porque os licitantes fariam ofertas de modo diferente se as regras de pagamento mudassem. Um licitante que sabe que pode adquirir energia a um preço mais baixo se retirar a demanda no início fica mais inclinado a fazê-lo do que um que sabe que não pode provocar uma redução de preço. É difícil prever o efeito final sobre as receitas, porque ele depende de como a nova regra proposta muda a alocação. Por fim, o defensor do contribuinte concordou em não se opor ao desenho do leilão.

1.4 A Crítica dos Acadêmicos

Economistas que praticam a teoria dos leilões encontram uma incrível gama de questões, de ideológicas a teóricas e práticas. Ao reconhecer a complexidade dos problemas e os prazos curtos para resolvê-los, estruturar leilões às vezes envolve suposições e julgamentos que não são fundamentados em uma análise econômica completa. Desenvolvedores de desenho de leilões geram ideias usando teoria, testam-nas quando podem e as implementam com a consciência de suas limitações, complementando a análise econômica com análises da pior situação possível e de outros exercícios semelhantes.

A ideia de que os teóricos da economia agregam valor a essa combinação da teoria dos leilões e do julgamento prático foi atacada por alguns profissionais da área. Alguns dos ataques mais frequentes e minhas respostas a eles são apresentados a seguir.

1.4.1 Revenda e Teorema de Coase

Uma das críticas mais frequentes e improcedentes ao moderno desenho de leilões é a alegação de que ele não tem nenhuma importância. Afinal, dizem os críticos, assim que as licenças são concedidas, as partes compram, vendem ou as trocam para corrigir quaisquer ineficiências na alocação inicial. Independentemente de como os direitos de licença são distribuídos inicialmente, a alocação final dos direitos acaba por se resolver. Algumas críticas foram até mais longe, argumentando que o único objetivo adequado do

governo é arrecadar o máximo de dinheiro possível na venda, porque não deve nem pode controlar a alocação final.

Para justificar esse argumento, os críticos contam com o teorema de Coase, que defende que, se não há custos de transação depois do leilão, a alocação final de direitos de propriedade não afeta a alocação final, o que necessariamente é eficiente. Coase justificou que, enquanto a alocação permanece ineficiente, as partes continuam a considerar interessante comprar, vender ou trocar quando necessário para eliminar a ineficiência.²⁰

A hipótese do “custo de transação zero” em que se baseia o argumento coaseano, porém, não é o que Coase defendeu como uma descrição da realidade. Em vez disso, ela foi desenvolvida como parte de um exercício intelectual para enfatizar a importância de entender os custos reais de transação. Supondo que os custos reais de transação sejam iguais a zero quando não o são faz com que se chegue a conclusões com erros graves. A história dos serviços de telefonia móvel dos EUA oferece evidências diretas de que a distribuição inicial ineficiente de direitos não é rapidamente corrigível pelas transações de mercado. Apesar das demandas dos consumidores para redes nacionais e dos sucessos demonstrados por redes semelhantemente amplas na Europa, essas redes se desenvolveram lentamente nos Estados Unidos.

Como argumentei durante as deliberações na FCC, a conclusão de que alocações iniciais são importantes segue ao justapor duas proposições bem conhecidas da teoria econômica.²¹ A primeira é que, como explicado no Capítulo 2, existem mecanismos de leilão que atingem alocações de licença eficientes para qualquer quantidade de licenças disponíveis, desde que o governo use o leilão desde o início. Com apenas um bem à venda, o leilão inglês é esse mecanismo. O leilão generalizado Vickrey, que funciona mesmo em caso de bens múltiplos, é apresentado no Capítulo 2. A segunda proposição é que, mesmo no caso mais simples, com uma única licença à venda, *não* existe mecanismo que desenrede confiavelmente uma alocação errada inicial. Intuitivamente, em qualquer negociação bilateral entre comprador e vendedor, o vendedor tem o incentivo de exagerar seu valor, e o comprador,

²⁰ O teorema de Coase inclui uma variedade de hipóteses que podem falhar nessa aplicação, como a de que os valores das partes refletem valor social, não poder de mercado; a hipótese de que as partes têm orçamentos ilimitados, de modo que gastar em direitos de espectro não afeta a capacidade de investir em infraestrutura; e a hipótese de que direitos não têm *externalidades*, ou seja, que os licitantes não se importam com que concorrentes obtenham os direitos de licenças. A importância da última hipótese é analisada por Jehiel e Moldovanu (1999).

²¹ A teoria descrita aqui se aplica a modelos de *valores privados* nos quais a disposição máxima do licitante de pagar por qualquer bem ou pacote de bens independe do que outros licitantes sabem sobre esse bem.

de fingir que seu valor é menor. Essas distorções podem retardar ou apressar uma transação. Segundo um famoso resultado da teoria de desenho de mecanismos — o teorema Myerson-Satterthwaite —, não há como desenhar um protocolo de barganha que evite esse problema: atrasos ou falhas são inevitáveis em barganhas privadas se o bem começa em mãos erradas.

1.4.2 Teoria do Desenho de Mecanismos

Uma segunda linha de crítica surge de uma parte da teoria dos jogos chamada *teoria do desenho de mecanismos*. Essencialmente, um *mecanismo* é um conjunto de regras para controlar as interações das partes. Por exemplo, ele pode especificar as regras de um leilão. Os lances devem ser selados ou ascendentes? Em caso de selados, como serão determinados o vencedor e o preço? E assim por diante.

Quando as regras do mecanismo e o objetivo do desenvolvedor do desenho são especificados, ele aplica um critério ou *conceito de solução* para prever o resultado e o avaliar em relação ao objetivo. Na forma mais pura e elegante da teoria, a meta é identificar o mecanismo que maximiza o desempenho segundo o objetivo especificado. Por exemplo, pode-se tentar descobrir o leilão que maximize o preço de venda esperado ou a eficiência esperada do resultado. Trataremos disso em detalhes mais adiante no livro.

A teoria do desenho de mecanismos apresenta um desafio ao desenho prático de leilões: como incorporar o uso da teoria sem, ao mesmo tempo, aplicar a abordagem do desenho de mecanismo? Se você acha que a teoria descreve com exatidão o comportamento dos participantes, deve usá-la para otimizar o desempenho do mecanismo.

Há uma piada antiga sobre a teoria de arbitragem em economia financeira que também se aplica à teoria do desenho de mecanismos. Duas pessoas caminham pela rua quando uma vê uma nota de R\$100 no chão. “Pegue-a”, diz a primeira. “Por quê?”, rebate a outra. “Se fosse verdadeira, alguém já a teria apanhado!”

Como a teoria de arbitragem, a análise de equilíbrio da teoria dos jogos é uma abstração baseada em uma ideia coerente. Assim como a primeira pressupõe que as pessoas não deixam notas de R\$100 no chão, a segunda diz que participantes de um jogo não ignoram formas de aumentar seus lucros. Ambas usam idealizações úteis — não motivos para deixar notas de R\$100 jogadas no chão. Teorias como essas, baseadas em uma consciência generalizada e cálculos totalmente racionais, obviamente são modelos inexatos de comportamento real, e é preciso ser especialmente cuidadoso em sua aplicação em escolhas complexas e sutis, mesmo quando os participantes são

sofisticados e experientes. Em leilões reais, nos quais alguns participantes são pouco sofisticados e inexperientes, e nos quais não há tempo nem outros recursos para dar apoio efetivo à tomada de decisões, a teoria de equilíbrio é ainda menos confiável.

Apesar das desvantagens, modelos de equilíbrio podem ser muito valiosos a desenvolvedores de desenho de mecanismos em condições reais. Assim como um engenheiro mecânico cujo modelo matemático pressupõe uma superfície livre de atrito trata esses cálculos como inexatos, um desenvolvedor econômico cujo modelo pressupõe que os participantes adotam estratégias de equilíbrio trata as previsões como aproximações. Assim como o engenheiro mecânico presta atenção a fatores que aumentam o atrito e insere margens de redundância e segurança na vida real, o desenvolvedor de desenho de mecanismos do mundo físico fica atento ao *timing* e a interfaces do licitante para facilitar a tomada de decisões racionais e planeja acomodar cenários desfavoráveis, no caso de licitantes cometerem erros ou simplesmente se comportarem de forma contrária às expectativas.

No cenário avançado atual, a teoria de desenho de mecanismos conta com hipóteses rigorosas e exageradas para chegar a conclusões teóricas que, às vezes, são frágeis. Entre elas, estão as hipóteses de (i) que as crenças dos licitantes são bem formadas e descritíveis em termos de probabilidades, (ii) que quaisquer diferenças nas crenças dos licitantes refletem diferenças em suas informações, (iii) que licitantes não só maximizam, mas também se atêm com confiança à crença de que todos os outros licitantes também o fazem. Essas hipóteses são extremas e tipicamente compostas, na prática, pelo uso de hipóteses simplificadoras adicionais. Mecanismos otimizados para desempenhar bem quando as hipóteses são verdadeiras ainda podem falhar terrivelmente nos muito frequentes casos em que elas são falsas. Mecanismos da vida real devem ser sólidos. Os muito frágeis devem ser descartados, enquanto um mecanismo sólido pode, às vezes, ser adotado com confiança mesmo se, no modelo de desenho de mecanismo correspondente, não for comprovadamente ótimo.²²

Além das hipóteses comportamentais rigorosas e desafiadoras que caracterizam a abordagem da teoria do desenho de mecanismo, os modelos formais existentes dela captam e analisam só um pequeno subconjunto das

²² A opinião mostrada aqui é uma variação da *doutrina de Wilson*, que defende que mecanismos práticos devem ser simples e projetados sem pressupor que o desenvolvedor do desenho tem conhecimentos precisos sobre o ambiente econômico em que operará. Aqui, também enfatizamos que, mesmo considerando uma descrição muito completa do ambiente econômico, o comportamento dos licitantes não pode ser considerado como perfeitamente previsível.

questões que um leiloeiro real enfrenta. Algumas das questões importantes normalmente omitidas nos modelos de desenho de mecanismo são listadas a seguir. Embora, a princípio, nenhuma delas seja incompatível com a teoria do desenho de mecanismo, contabilizar todas em um único modelo de otimização está muito além do alcance da prática atual.

- *O que vender?* Se um fazendeiro morre, toda a fazenda deve ser vendida como uma unidade? Ou alguns campos devem ser vendidos aos vizinhos? A casa e o celeiro como uma casa de férias e de campo? Como a FCC deve separar o espectro de rádio? Deve-se exigir que os fornecedores de energia combinem serviços regulados ou precificá-los separadamente?
- *Para quem e quando?* Promover uma venda geralmente é o principal fator de seu sucesso. Os licitantes precisam estudar a oportunidade e alinhar parceiros, financiamento, aprovações regulatórias etc. As condições mudam: o financiamento pode estar mais facilmente disponível em um momento e não em outro; incertezas sobre tecnologia ou demanda podem ser resolvidas em parte etc. Os licitantes podem desencorajar outros a fazer lances, esperando conseguir um melhor preço.²³ Leiloeiros procuram selecionar os licitantes para estimular a participação dos mais qualificados ou podem subsidiar alguns participantes para aumentar a concorrência.
- *Como?* Se o negócio é complicado e precisa ser adaptado para cada licitante, o vendedor pode preferir utilizar uma sequência de negociações a fim de economizar custos. Se for utilizado um leilão, o tipo certo pode depender, como já vimos, de os itens serem substitutos ou complementares.
- *Interações?* Decisões sobre o que vender, para quem, quando e como não são independentes. O que vender depende do que o comprador quer, que depende de quem está fazendo a licitação, que pode depender de como e quando o leilão for conduzido.
- *Fusões e Colusão?* Os leilões de espectro na Europa em 2000, com altos riscos, ofereceram alguns exemplos interessantes das ações anteriores ao leilão em si para reduzir a concorrência. Na Suíça, fusões de último minuto entre licitantes em potencial resultaram

²³ Na véspera do leilão de espectro nº 4 da FCC PCS, o autor apareceu na televisão em nome da Pacific Bell, anunciando o compromisso de vencer a licença de telefonia em Los Angeles e, com sucesso, desestimular a maioria dos potenciais concorrentes de até mesmo tentar fazer uma oferta para essa licença.