

**EQUIPE DE PROFESSORES
DA USP**
Organizações:
Diva Benevides Pinho
Marco Antonio Sandoval
de Vasconcellos

Copyright © de Amaury Patrick Gremaud, André Franco Montoro Filho, Antonio Evaristo Teixeira Lanzana, Carlos Antonio Luque, Carlos Marques Pinho, Denisard Crêio de Oliveira Alves, Diva Benevides Pinho, Francisco Anuáti Neto, Gilson de Lima Garófalo, Heron Carlos Esvael do Carmo, João Sayad, José Paulo Zeetano Chahad, José Tiacci Kirsten, Juarez Alexandre Baldini Rizzieri, Julio Manuel Pires, Luiz Carlos Pereira de Carvalho, Manuel Enriquez Garcia, Marcio Bobik Braga, Marco Antonio Sandoval de Vasconcellos, Marcos Giannetti da Fonseca, Maria Cristina Cacciamali, Moacyr Roberto de Pinho Spínola, Paulo César Milone, Paulo Furquim de Azevedo, Roberto Guena de Oliveira, Roberto Luis Troster e Simão Davi Silber.

MANUAL DE ECONOMIA

Amaury Patrick Gremaud
André Franco Montoro Filho
Antonio Evaristo Teixeira Lanzana
Carlos Antonio Luque
Carlos Marques Pinho
Denisard Crêio de Oliveira Alves
Diva Benevides Pinho
Francisco Anuáti Neto
Gilson de Lima Garófalo
Heron Carlos Esvael do Carmo
João Sayad
José Paulo Zeetano Chahad
José Tiacci Kirsten
Juarez Alexandre Baldini Rizzieri

Julio Manuel Pires
Luiz Carlos Pereira de Carvalho
Manuel Enriquez Garcia
Marcio Bobik Braga
Marco Antonio Sandoval de Vasconcellos
Marcos Giannetti da Fonseca
Maria Cristina Cacciamali
Moacyr Roberto de Pinho Spínola
Paulo César Milone
Paulo Furquim de Azevedo
Roberto Guena de Oliveira
Roberto Luis Troster
Simão Davi Silber

3ª edição, 1998
1ª tiragem, 1998
2ª tiragem, 1998
3ª tiragem, 1999
4ª tiragem, 1999
5ª tiragem, 1999

**MANUAL
DE ECONOMIA**

Diretor Editorial: Henrique Farinha
Supervisão Editorial: Flavia Helena Dantle Alves
Assistente Editorial: Karina Maria Ramos Guimarães
Assistente de Produção Editorial: Giselle do Silva Guerra
Supervisão de Revisão: Livio M. Giorgio
Gerente de Arte: Edilson Felix Monteiro
Foto de capa: Agência Kaystone
Arte e Produção: Setup – Bureau Edit. Eletr. S/C Ltda.
Capa: Christof Gunkel

Direitos de edição reservados por Saraiva S.A. — Livrinhos Editores. Proibida a reprodução total ou parcial, sob qualquer forma ou meio.

Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida por qualquer meio ou forma sem a prévia autorização da Editora Saraiva.

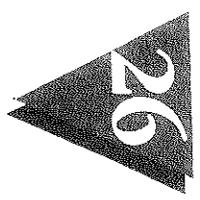
A violação dos direitos autorais é crime estabelecido na Lei n. 9.610/98 e punido pelo artigo 184 do Código Penal.

Organizadores
Diva Benevides Pinho
Marco Antonio Sandoval de Vasconcellos

Professores do Departamento de Economia da
Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade
da Universidade de São Paulo



ECONOMIA DO MEIO AMBIENTE



Roberto Guena de Oliveira

Professor do Departamento de Economia da FEA/USP (Campus de Ribeirão Preto) — economista e doutor pela USP.

A história recente da humanidade é marcada por avanços jamais vistos no domínio das técnicas e dos processos de produção de bens materiais. Hoje não só somos capazes de produzir em quantidades maiores e com melhor qualidade tudo o que nossos antepassados produziam, como também temos acesso a produtos que há vinte anos atrás não seriam sequer imagináveis. Todo esse avanço, todavia, não terá o seu preço?

Em 1968, um grupo de estudiosos publicou um estudo intitulado *Limites do Crescimento*, onde sugerem uma resposta a essa pergunta: o ritmo de crescimento da economia mundial só se sustenta graças a uma exploração crescente e insustentável dos recursos naturais e ao comprometimento das condições do meio ambiente humano. Esse estudo teve grande repercussão e gerou uma série de previsões catastróficas quanto ao futuro da Terra. Dizia-se, por exemplo, que até o ano 2000 seriam praticamente esgotadas as nossas reservas de combustíveis fósseis (petróleo e carvão), o que tornaria insustentável a continuidade das economias modernas.

Passados quase trinta anos da publicação do *Limites do Crescimento*, o pessimismo se mostra hoje bem menor. Todavia, ainda há questões e problemas que não podemos ignorar. O crescimento econômico, principalmente nos países de terceiro mundo, foi acompanhado de sérios problemas de poluição da água e do ar. Diversas espécies animais e vegetais que podem ser úteis para a humanidade num futuro próximo estão ameaçadas de extinção. Isso seria indício de que estamos fazendo algo errado? E, se sim, como poderemos modificar nossa maneira de agir?

A teoria econômica pode nos ajudar a obter respostas a essas perguntas. O campo da economia que aplica a teoria a questões ligadas ao manejo e preservação do meio ambiente é chamado economia ambiental. Neste capítulo, discutiremos alguns dos princípios dessa disciplina.

1. Colocação do problema

A Figura 26.1. ilustra como se pode conceber as relações entre as atividades econômicas de consumo e de produção em relação ao nosso ambiente natural. Este exerce basicamente três funções: a prestação de serviços diretos ao consumo (o ar que respiramos, o suporte da terra para nossos corpos, recreação etc.), o fornecimento de insumos para a produção (combustíveis, matérias-primas, suporte físico etc.), e a recepção de resíduos provenientes tanto do consumo quanto da produção. Essas funções não são independentes entre si — elas podem entrar em conflito. Assim, por exemplo, quando empregamos o ar como meio para a recepção dos resíduos dos escapamentos de automóveis nas grandes cidades, estamos tornando esse ar menos adequado para ser “consumido” no processo de respiração. Da mesma maneira o uso da água de um rio para a irrigação de uma fazenda faz com que menos água esteja disponível para o consumo pessoal.

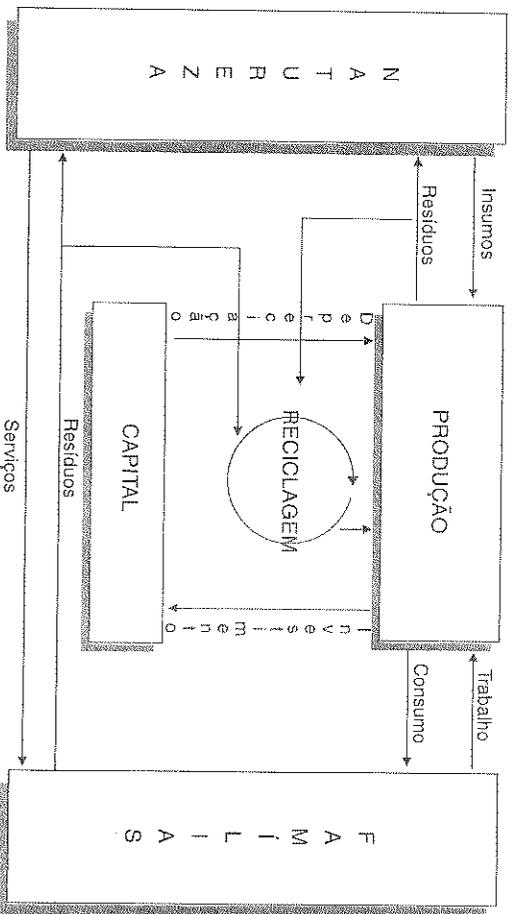


Figura 26.1.

Em outras palavras, podemos dizer que os recursos naturais são, em sua maioria, *escassos e têm usos alternativos*. Como empregar esses recursos é, portanto, um problema tipicamente econômico. Veremos a seguir, para alguns casos, que condições devem ser satisfeitas para que esses recursos sejam bem empregados e por que, por vezes, essas condições podem não estar sendo satisfeitas. O critério que empregaremos para julgar se o emprego de um recurso natural é “bom” ou não é o critério de eficiência de Pareto que já foi visto neste livro e que pode ser enunciado da seguinte maneira:

Um estado da economia é eficiente no sentido de Pareto quando não há nenhuma possibilidade de se melhorar a posição de pelo menos um agente dessa economia sem que com isso a posição de um outro agente seja piorada.

2. Poluição

Talvez o problema ambiental mais importante seja o problema da poluição, notadamente do ar e da água. Esse problema vem ganhando dimensões globais na medida em que se associa o aquecimento global ao aumento da concentração de CO₂ na atmosfera ou a destruição da camada de ozônio da estratosfera às emissões do gás CFC. Os problemas locais ligados à poluição também são extremamente sérios: a contaminação dos recursos hídricos tem comprometido a pesca e a agricultura e aumentando o custo de tratamento da água para consumo humano; a poluição do ar nas grandes cidades pode provocar significativos aumentos na incidência de doenças respiratórias assim como uma série de desconfortos, tais como irritação dos olhos e da garganta, aumento das necessidades de limpeza de prédios etc.

A poluição pode ser entendida do ponto de vista da economia como uma externalidade negativa. Como uma primeira aproximação podemos dizer que *há uma externalidade negativa quando a atividade de um agente econômico afeta negativamente o bem-estar ou o lucro de outro agente e não há nenhum mecanismo de mercado que faça com que este último seja compensado por isso*. Assim, por exemplo, a fumaça que sai do escapamento de um automóvel afeta o bem-estar dos pedestres mas o motorista não tem de pagar nada por isso a menos que um dispositivo legal o obrigue a tal; uma firma que polui um rio pode afetar a produtividade de um pescador que trabalha no mesmo rio etc. A poluição provocada pelo automóvel assim como a provocada pela firma são, portanto, externalidades negativas.

Uma boa maneira de se compreender o que está envolvido no conceito de externalidades é considerar um exemplo muito simples. Suponha que, em um lago, operem duas companhias: uma química, que usa o lago como receptor de seus resíduos, e uma pesqueira que usa o lago como fonte de pesca. Quanto mais resíduos a companhia química lança ao lago, menor será o número de peixes, o que deve aumentar os custos da pesqueira e, portanto, reduzir o seu lucro. Ocorre que, se a companhia química quiser reduzir suas emissões de poluentes, terá ou que incorrer em custos para o tratamento de seus resíduos ou reduzir sua produção, as duas alternativas implicando redução de lucro. Temos, portanto, interesses conflitantes: a companhia pesqueira gostaria que a companhia química reduzisse a emissão de poluentes para poder com isso obter um lucro maior; a companhia química, por sua vez, não teria interesse algum em reduzir suas emissões porque isso implicaria redução em seus lucros. Como esses dois interesses conflitantes deveriam ser conciliados?

A Tabela 26.1 dá um exemplo numérico do que estaria ocorrendo para cada nível de emissão de poluição por parte da companhia química, descreve quais devem ser os lucros de cada uma das duas companhias.

Tabela 26.1.

Emissão	Lucro Cia. química (π_q)	Lucro Cia. pesqueira (π_p)	$\Delta\pi_q$ (benefício marginal)	$-\Delta\pi_p$ (custo marginal)	$\pi_q + \pi_p$ (lucro total)
0	1160	3000	—	—	4160
1	1440	2990	280	10	4430
2	1650	2980	210	30	4610
3	1800	2900	150	60	4700
4	1900	2800	100	100	4700
5	1960	2650	60	150	4610
6	1990	2440	30	210	4430
7	2000	2160	10	280	4160
8	2000	1800	0	360	3800
9	1990	1350	-10	450	3340

Evidentemente, caso não haja nenhum estímulo para que a companhia química leve em consideração o prejuízo causado à pesqueira pela poluição, esta deverá emitir poluição até o ponto em que um aumento não gere aumento em seus lucros, isto é, ela deverá emitir 8 (ou 7) unidades, obtendo um lucro igual a \$ 2.000,00. Será esse resultado, contudo, eficiente? Para responder essa pergunta, basta ver-se, com alguma mudança no nível de poluição, as duas companhias podem ficar melhores. De fato, isso pode ocorrer. Suponha, por exemplo, que o nível de emissão de poluentes seja reduzido de 8 para 7 unidades. Nesse caso, o lucro da companhia química não seria reduzido. O lucro da companhia pesqueira, por sua vez, cresceria de \$ 1.800,00 para \$ 2.160,00, isto é, sofreria um aumento de \$ 360,00. Assim, se a companhia pesqueira transferisse para a química um valor positivo menor que \$ 360,00, ambas as companhias teriam um crescimento em seu lucro com a redução no nível de emissão. Uma redução no nível de emissão de 7 para 6 unidades também poderia, mediante um sistema de compensação, aumentar o lucro das duas companhias, uma vez que o ganho da companhia pesqueira (\$ 280,00) seria mais que suficiente para compensar a redução no lucro da companhia química (\$ 10,00), isto é, qualquer transferência de lucro da companhia pesqueira para a companhia química, menor que \$ 280,00 e superior a \$ 10,00, tornaria vantajosa para ambas uma redução no nível de emissão de poluição de 7 para 6 unidades. Essas possibilidades de ganhos conjuntos só se esgotam quando o lucro conjunto das duas companhias (última coluna da Tabela 26.1.) atinge o seu máximo, isto é, quando são emitidas 4 (ou 3) unidades de poluição. Esse é o nível ótimo de poluição.

Esse resultado também pode ser visto de outra maneira. A emissão de poluição traz, do ponto de vista social (no nosso caso a sociedade só é composta pelas duas companhias), custos e benefícios. O custo associado à poluição é a redução no lucro da companhia

pesqueira. O benefício é o aumento no lucro da companhia química. O nível eficiente de emissão seria atingido quando a diferença entre o benefício total e o custo total fosse máxima.

Chamaremos, como era de se esperar, o benefício de uma unidade adicional de poluição, isto é, o aumento no lucro da companhia química decorrente da emissão dessa unidade adicional, de *benefício marginal* da poluição. Já o custo associado à emissão dessa unidade adicional, ou seja, a redução no lucro da companhia pesqueira associada à emissão dessa unidade adicional, será chamado *custo marginal* da poluição. As colunas quatro e cinco da Tabela 26.1. mostram como se comportam o custo e o benefício marginais da poluição no nosso exemplo.

Enquanto o benefício marginal da poluição for superior a seu custo marginal, a emissão de uma unidade adicional estará aumentando a diferença entre o benefício e o custo total da poluição. Desse modo, a emissão de poluição atingirá seu nível eficiente quando o benefício marginal igualar-se ao custo marginal, o que se dá, em nosso exemplo, quando são emitidas 4 unidades de poluição.

O teorema de Coase

Todavia, a companhia química não está diretamente preocupada com questões de eficiência. O que ela busca é lucro máximo, e, com esse objetivo, deverá emitir 8 (ou 7) unidades de poluição, obtendo um lucro igual a \$ 2.000,00. O que poderíamos fazer para garantir que essa companhia reduza suas emissões para o nível ótimo (4 unidades)?

Em um artigo consagrado, o prêmio Nobel de economia, Ronald Coase¹ sugeria que a companhia química seria levada a emitir o nível ótimo de poluição desde que fosse claramente determinado se é a companhia química que tem direito a poluir quanto quiser ou se é a companhia pesqueira que tem o direito à água limpa do lago.

Explicamos. Suponha que seja definido legalmente que ninguém pode poluir o lago sem a autorização expressa da companhia pesqueira. Nesse caso, a companhia pesqueira só permitiria que a companhia química emitisse poluição se ela fosse compensada na perda de seus lucros. Até quando a companhia química estaria disposta a pagar essas compensações? Voltamos à Tabela 26.1. A primeira unidade de poluição emitida provocaria um aumento no lucro da companhia química de \$ 280,00 e uma redução no lucro da companhia pesqueira de \$ 10,00. Assim, se a companhia química compensasse a pesqueira com um valor entre \$ 10,00 e \$ 280,00, ela poderia convencer esta última a aceitar a emissão de uma unidade adicional de poluição tendo, ainda assim, um aumento em seu lucro. O interesse da companhia química em "comprar" a permissão para emitir uma unidade adicional de poluição deve perdurar enquanto o aumento no lucro obtido ao emitir essa unidade adicional for superior à redução no lucro da companhia pesqueira causada por essa mesma unidade, ou seja, enquanto o benefício marginal da poluição for superior a seu custo marginal. Assim, é de se esperar que a companhia química tenha interesse em "comprar" o direito de emitir as três (ou quatro) primeiras unidades de poluição, o que a levará a um nível eficiente de poluição.

1. R. H. Coase, "The problem of social cost," *Journal of Law and Economics*, III, out. 1960, p. 1-44.

Suponha agora, pelo contrário, que se defina legalmente que a companhia química tem o direito de emitir quanta poluição quiser. Nesse caso, é a companhia pesqueira que terá interesse em pagar para a companhia química para que esta reduza o nível de poluição. Quantas unidades abaratas ela estará disposta a comprar? Uma vez que a companhia química só reduzirá uma unidade de poluição caso ela seja compensada na perda de seus lucros, só há possibilidade de compra dessa redução por parte da companhia pesqueira enquanto o lucro perdido pela companhia química for inferior ao lucro ganho pela pesqueira, isto é, enquanto o benefício marginal da poluição for inferior a seu custo marginal. Desse modo, a companhia pesqueira estará disposta a pagar para que a companhia química não emita as oitava, sétima, sexta e quinta unidades, o que fará com que o nível de emissão seja ótimo.

Assim, a definição de quem tem o direito sobre a poluição possibilitaria que as negociações entre as duas partes levassem ao nível ótimo de emissão de poluição. Esse resultado ficou sendo conhecido como *Teorema de Coase*. Em uma formulação mais geral, o teorema de Coase é:

Teorema de Coase: desde que os direitos de emissão de externalidades (poluição, no nosso caso) sejam adequadamente definidos e que não haja custos de transação entre as partes, a livre negociação entre as mesmas deve levar ao nível ótimo de emissão dessas externalidades.²

Poluição como bem público

O teorema de Coase parece sugerir que os problemas envolvendo poluição podem ser facilmente resolvidos desde que seja claramente definido a quem pertence o direito sobre a emissão de poluição. Na maioria dos casos envolvendo poluição, todavia, a aplicação desse princípio é praticamente impossível. Isso se dá porque a poluição costuma ter um caráter de bem público, ou, melhor dizendo, de *mal público*. Como já vimos em outra parte deste livro, um bem público pode ser caracterizado pelo fato de que o consumo do mesmo por parte de uma pessoa não reduz a quantidade disponível para os outros. Um bom exemplo de um bem público é um pôr-do-sol. Se eu estou contemplando esse pôr-do-sol, isso não afeta de modo algum a possibilidade que você tem de contemplá-lo. Sabemos que o fornecimento de bens públicos não costuma ser ótimo quando emerge de condições de livre negociação entre os agentes.

Para ver por que o caráter de bem público da poluição pode tornar inválida a prescrição do teorema de Coase, modificaremos um pouco o exemplo que exploramos na seção anterior. Suponha agora que, ao invés de uma única companhia pesqueira, existam dez. Todas têm o mesmo tamanho, que é um décimo da companhia do exemplo anterior. A Tabela 26.2 mostra como a emissão de poluição afeta o lucro dessas firmas individualmente e em seu conjunto (o lucro da indústria).

2 Essa é conhecida como a versão fraca do Teorema de Coase. A versão forte, que é uma interpretação possível do artigo já citado, diz que o nível ótimo de emissão não depende da definição legal dos direitos sobre a mesma. Embora a versão forte do Teorema de Coase seja válida sempre que os agentes envolvidos sejam empresas, ela só é válida para casos especiais quando um dos agentes envolvidos é um consumidor. Nesse último caso, não é possível garantir que a emissão ótima de poluição não dependa da definição dos direitos de propriedade. Para uma demonstração, ver, por exemplo, Varian (1993), cap. 31.

O nível eficiente de poluição continua sendo 4 unidades, pois é nesse nível que o benefício marginal da poluição se iguala ao seu custo marginal social, ou seja, à soma dos custos marginais individuais de cada companhia pesqueira. Todavia, suponha que seja dado à companhia química o direito legal de poluir quanto quiser. Essa companhia pode vender reduções em sua poluição para as companhias pesqueiras. Qual será o tamanho da redução obtida?

Tabela 26.2.

Emissão	Lucro da Cia. química (π_q)	Lucro da Cia. pesqueira (π_p)	Lucro da Indústria pesqueira ($10\pi_p$)	$\Delta\pi_q$ (benefício marginal)	$-\Delta\pi_p$ (custo marginal por Cia. pesqueira)	$10\Delta\pi_p$ (custo marginal da Indústria pesqueira)
0	1160	300	3000	---	---	---
1	1440	299	2990	280	1	10
2	1650	296	2960	210	3	30
3	1800	290	2900	150	6	60
4	1900	280	2800	100	10	100
5	1960	265	2650	60	15	150
6	1990	244	2440	30	21	210
7	2000	216	2160	10	28	280
8	2000	180	1800	0	36	360
9	1990	135	1350	-10	45	450

Se a companhia química está inicialmente emitindo 8 unidades de poluição, então cada companhia pesqueira estará disposta a pagar até \$ 36,00 para que essa emissão se reduza de uma unidade. Como a redução na emissão de poluição de 8 para 7 unidades não aumenta os custos da companhia química, a oitava unidade não deverá ser emitida. Com a sétima unidade de poluição acontecerá a mesma coisa: cada companhia pesqueira perde com essa unidade \$ 28,00. Para reduzir a sua emissão de 7 para 6 unidades, a companhia química tem uma queda de lucro igual a \$ 10,00. Assim, haverá uma companhia pesqueira disposta a compensar a companhia química para que essa reduza sua emissão de 7 para 6 unidades. Todavia, não haverá redução de 6 para 5 unidades, pois o ganho no lucro de cada companhia pesqueira individual não será superior à redução no lucro da companhia química. Portanto, a livre negociação entre as partes não levou a um nível ótimo de poluição: serão emitidas 6 unidades e o nível ótimo seria de 4 unidades. Evidentemente, quanto maior o número e menor o tamanho das companhias pesqueiras, menor a possibilidade de que algumas delas "compretem" reduções de poluição por parte da companhia química e, portanto, mais distante do nível eficiente de poluição estaremos.

Cooperação e o problema do free-rider

O resultado que acabamos de obter depende crucialmente da hipótese de que as companhias pesqueiras não agem coletivamente, isto é, não cooperam entre si. Se houvesse cooperação entre as companhias pesqueiras, elas poderiam ratear entre si o custo de cada unidade de poluição abatida.

Assim, suponha, por exemplo, que tenha sido feito um acordo entre as companhias pesqueiras e a companhia química, no qual as primeiras se comprometem a pagar \$ 60,00 por unidade de poluição não emitida abaixo de 8 unidades. Nesse caso, a companhia química iria emitir até a quarta unidade, uma vez que todas as unidades até 4 geram um aumento no lucro dessa companhia (benefício marginal superior à indenização que as companhias pesqueiras estariam dispostas a pagar e que qualquer unidade emitida acima de 4 tem um benefício marginal inferior ou igual à indenização oferecida pelas pesqueiras para que essa unidade não seja emitida. Então seriam abatidas quatro unidades de poluição: a oitava, a sétima, a sexta e a quinta. Se a indenização oferecida pelas pesqueiras fosse riteada igualmente entre elas, então cada uma estaria pagando \$ 6,00 por unidade não emitida abaixo de 8. Observe que a oitava, a sétima, a sexta e a quinta unidades geram para cada companhia pesqueira uma redução de lucro superior ou igual a \$ 6,00. Desse modo, as companhias pesqueiras estariam dispostas a pagar esses \$ 6,00 cada uma (\$ 60,00 no total) por unidade de poluição abatida. Assim, cada uma pagaria, pela redução da poluição em quatro unidades, \$ 24,00, aumentando o seu lucro de \$ 180,00 para (280 - 24 =) \$ 256,00. Portanto, mediante cooperação entre as companhias pesqueiras, o nível ótimo de emissão de poluição poderia, novamente, ser obtido.

Señ, todavia, essa cooperação provável? Infelizmente, a resposta é não. Para ver o porquê, imagine que uma das companhias pesqueiras deixe de colaborar. Nesse caso, as outras teriam de aumentar a contribuição individual de \$ 6,00 para (60 + 9 =) \$ 6,67 cada uma para poderem comprar o abatimento de quatro unidades. Isso ainda valeria a pena, posto que cada uma está disposta a pagar até \$ 15,00 para que esse abatimento se realize. Todavia, a companhia que deixou de colaborar, nesse caso, teve um aumento em seu lucro igual ao que ela deixou de pagar para a companhia química, isto é, \$ 24,00. As outras companhias, por sua vez, tiveram uma redução de lucro, visto que estão tendo que pagar mais por unidade de poluição abatida. Assim, enquanto a saída de uma unidade da cooperação não afetar a quantidade de poluição emitida pela companhia química, haverá um forte estímulo (o aumento no lucro) para que essa saída se dê.

Então, não devemos esperar que haja mais do que quatro companhias pesqueiras cooperando na compra de redução da poluição. Quando esse número for atingido, cada uma das quatro estará contribuindo exatamente com o máximo que ela está disposta a pagar pelo abatimento de quatro unidades e, portanto, se uma delas desistir de cooperar, as restantes só estarão dispostas a pagar por uma redução de três unidades de poluição. Mesmo assim, continua sendo interessante para cada companhia individual deixar de cooperar pois, se apenas ela deixar de cooperar, deixará de pagar \$ 60,00 (= 4 × 15) e terá seu lucro bruto reduzido de \$ 21,00 em virtude do fato de que as outras agora só estarão dispostas a comprar três unidades de abatimento de poluição. O seu ganho líquido, portanto, será igual a (60 - 21 =) \$ 39,00.

Logo, se toda companhia individual está preocupada exclusivamente com o seu lucro, a cooperação pode nunca existir ou não ser suficientemente forte e abrangente para eliminar ineficiências geradas pela poluição. O comportamento das companhias que deixam de colaborar é conhecido como comportamento *free-rider* (carona) e pode levar à inviabilização da cooperação ou, ao menos, à impossibilidade de que essa cooperação leve a empresa química a emitir apenas a quantidade ótima de poluentes.

Regulamentação direta e taxas pigouvianas

Quando a livre negociação entre as partes não é capaz de garantir que o nível de emissão de poluentes seja eficiente, algumas políticas públicas podem ser justificáveis. As duas formas mais tradicionais de políticas públicas contra a poluição são a regulamentação direta e o estabelecimento de uma taxa sobre a emissão de poluentes, taxa essa conhecida como *taxa pigouviana*.

A regulamentação direta consiste simplesmente em determinar para a firma poluidora quanto ela deve emitir. Assim, no nosso exemplo, o governo poderia simplesmente estabelecer que a companhia química não poderia emitir uma quantidade superior a 4 unidades de poluentes.

A taxa pigouviana, nome dado em homenagem ao economista A. Pigou que primeiro sugeriu essa taxa, é um imposto sobre unidade de poluição emitida que deve igualar-se ao custo marginal social dessa poluição no nível ótimo de emissão. No nosso exemplo, a taxa pigouviana seria igual a \$ 100,00 por unidade emitida. A companhia química, ao defrontar-se com essa taxa, emitiria apenas aquelas unidades de poluição que gerassem um aumento em seu lucro (benefício marginal) superior a essa taxa. Assim, ela emitiria apenas até a quarta unidade, uma vez que a quinta unidade gera um aumento em seu lucro de apenas \$ 60,00, o que não é suficiente para cobrir a taxa.

Teoricamente, tanto a restrição direta à emissão de poluentes quanto a taxa pigouviana podem gerar um nível eficiente de poluição, se tivermos um conhecimento preciso das condições de custo e de benefícios de uma redução na poluição. Infelizmente, esse conhecimento é bastante improvável. Nesse caso podemos ora preferir restrições diretas, ora preferir taxas pigouvianas.

A regulamentação direta dos níveis de poluição é preferível quando nosso objetivo é garantir que um padrão mínimo de qualidade ambiental seja atingido. Se desconhecemos a estrutura dos custos de redução de poluição, não podemos saber qual seria a taxa pigouviana adequada para que esse padrão seja obtido. Todavia, se controlamos diretamente a emissão, teremos certeza dessa obtenção.

A taxa pigouviana pode ser adequada quando houver mais de um poluidor e quando estivermos preocupados em garantir que a redução na poluição seja feita a um custo mínimo. Suponha, por exemplo, dois poluidores. Um deles pode reduzir sua poluição a um custo relativamente pequeno. O outro tem de arcar com pesadas reduções em seus lucros para cada unidade de poluição emitida a menos. Nesse caso, seria mais interessante impor uma redução maior de poluição àquele poluidor que pode fazê-lo a baixo custo. Isto é automaticamente conseguido com o mecanismo da taxa pigouviana. Aquela firma que tiver alto custo para reduzir sua emissão de poluentes preferirá reduzir pouco essa

emissão e arcar com o pagamento da taxa pigouviana para a quase totalidade de sua poluição original. Já uma firma que pode reduzir a poluição a baixo custo preferirá realizar grandes reduções em seus volumes de emissão. Assim, a taxa pigouviana minimiza o custo social da redução na poluição.

Quito ponto que pode ser levantado em favor da taxa pigouviana é o estímulo que esta gera para que as firmas busquem desenvolver tecnologias menos poluidoras. Isso ocorre porque, com a taxa pigouviana, a emissão de poluição passa a ter um custo e, evidentemente, toda firma gostaria de possuir tecnologias que reduzissem seu custos.

Permissões negociáveis

Um instrumento de política econômica que começa a ser aplicado no controle da poluição são as chamadas *permissões negociáveis para poluir*. Esse instrumento parece combinar propriedades interessantes tanto do sistema de regulamentação direta da poluição quanto do sistema de taxas pigouvianas. Esse sistema é implementado da seguinte maneira: o governo estabelece um limite máximo para a emissão de poluição e divide esse limite entre as firmas poluidoras através de "permissões para poluir". As firmas só podem emitir poluição na quantidade especificada por suas permissões. Porém, se uma firma estiver emitindo abaixo de suas permissões, ela pode vender parte dessas a uma firma que gostaria de emitir mais do que suas permissões possibilitam, isto é, as permissões são negociáveis.

Esse sistema, por um lado, garante que as metas de poluição total serão certamente atingidas; uma vez que o total de poluição é determinado pelo governo, e, por outro lado, garante que os custos sociais da obtenção dessas metas sejam mínimos, visto que aquelas firmas que podem reduzir suas emissões de poluição a um baixo custo procuram fazê-lo, e ainda vender as permissões de poluição não utilizadas para aquelas firmas para as quais a redução no volume de emissão é muito custosa.

3. O problema dos bens comuns

Os custos de eficiência gerados pela poluição decorrem, em última instância, do fato de que há um recurso natural (um lago, no exemplo que empregamos, ou ainda o ar atmosférico no caso da poluição do ar, ou o mar etc.) ao qual todos têm livre acesso, isto é, por cujo uso ninguém paga. No caso da poluição, além de livre acesso, há conflito entre diferentes tipos de usos para o mesmo recurso: a água do lago pode ser empregada como veículo para a dispersão de resíduos industriais ou como fonte de criação de peixe; mas o primeiro uso compromete o segundo. Pode haver, todavia, situações em que, apesar de não haver usos conflitantes para um recurso natural ao qual se tem livre acesso, esse recurso seja explorado de maneira ineficiente. Isso ocorre muitas vezes com os recursos pesqueiros naturais. Por isso, trabalharemos com um exemplo sobre a pesca. Todavia, nossos resultados são bem mais gerais e podem ser estendidos a todas as situações onde há livre acesso a um recurso produtivo.

Suponha, portanto, um determinado parque pesqueiro (um rio, uma região do mar ou um lago). Suponha também que qualquer pessoa pode colocar um barco de pesca nesse parque e pescar o que bem entender. O custo diário de cada barco de pesca é, digamos, \$ 100,00, incluindo-se nesse custo a remuneração do capital, isto é, o lucro normal, e o preço do peixe, que é de \$ 10,00 por unidade. A quantidade que cada barco pode pescar por dia depende do número de barcos existentes. Quanto maior o número de barcos presentes na região, menor a quantidade pescada por cada barco pois um maior esforço de pesca deve reduzir a quantidade existente de peixes, fazendo com que seja mais difícil encontrar e pescar os cardumes. A Tabela 26.3. dá um exemplo dessa relação e também mostra quais seriam a receita e o lucro obtidos por cada barco, assim como a receita e o lucro obtidos pelo conjunto dos barcos.

Tabela 26.3.

(1) Número de barcos	(2) Peixes por barco	(3) Receita por barco = (2) x \$ 10	(4) Lucro por barco = (3) - 100	(5) Receita de todos os barcos = (1) x (3)	(6) Lucro de todos os barcos = (1) x (4)	(7) Contribuição do último barco à receita total
1	100	1000	900	1000	900	1000
2	90	900	800	1800	1600	800
3	80	800	700	2400	2100	600
4	70	700	600	2800	2400	400
5	60	600	500	3000	2500	200
6	50	500	400	3000	2400	0
7	40	400	300	2800	2100	-200
8	30	300	200	2400	1800	-400
9	20	200	100	1800	900	-600
10	10	100	0	1000	0	-800
11	0	0	-100	0	-1000	-1000

Sob condição de livre acesso, haverá entrada de novos barcos nessa região enquando essa entrada for lucrativa. Assim, o número de barcos deve estabilizar-se em dez. Entretanto, esse não é, evidentemente, um número eficiente — com dez barcos pescar-se a mesma quantidade de peixes que seria pescada caso houvesse apenas um barco. A quantidade eficiente de barcos seria aquela que gerasse o maior lucro possível para o conjunto dos barcos, isto é, cinco barcos. Uma forma de ver que cinco barcos é o número eficiente sem olhar para a sexta coluna da Tabela 26.3. é observar que, do ponto de vista do conjunto dos barcos, até o quinto barco, a receita adicional trazida pelo último barco é superior ou igual ao custo desse barco (\$ 100,00). Do sexto barco para

a frente, a receita adicional (do ponto de vista do conjunto dos barcos) de cada barco é inferior ao custo do mesmo e, portanto, não é socialmente desejável empregar esse barco.

Assim, sob condições de livre acesso, o número de barcos empregados será bem superior ao número ótimo de barcos e a renda, isto é, o valor que excede o custo da atividade pesqueira será reduzida a zero. O que pode ser feito para se evitar esse resultado?

Uma possível resposta seria estabelecer um direito privado de propriedade sobre o parque pesqueiro. Se este pertencesse a um único indivíduo, ele procuraria extrair o máximo de renda, e, para tal, manteria o número eficiente de barcos. Embora essa solução seja teoricamente perfeita, há alguns problemas. O primeiro deles é um problema distributivo: a renda da atividade pesqueira seria apropriada por uma única pessoa e seriam excluídos todos (ou todos menos um) os pescadores que historicamente viviam dessa atividade. Um segundo problema é ainda mais complicado: estabelecer o direito de propriedade é uma coisa; outra coisa é fazer valer esse direito, isto é, realmente impedir o acesso à zona pesqueira de todos aqueles que não tiverem expressa autorização de seu dono. Isso custa dinheiro e, no caso de pesca marinha, pode custar mais do que a máxima renda auferida pela atividade pesqueira. Nesse caso, não valeria a pena para o proprietário da zona pesqueira fazer valer o seu direito de propriedade e este será letra morta. Por exemplo, suponha que, para garantir que o parque pesqueiro de nosso exemplo não seja explorado por pescadores não autorizados, o proprietário tenha que contratar um serviço de patrulha que custa \$ 2.600,00. Nesse caso, ele terá que pagar mais do que a renda que essa patrulha lhe garantirá (\$ 2.500,00) e, portanto, a patrulha não será contratada e, de fato, o livre acesso ao parque não será eliminado.

Uma outra alternativa seria simplesmente estabelecer que o número máximo de barcos a atuar na região seria o número eficiente. Entretanto, os dois problemas reaparecem: quem seriam os privilegiados que poderiam realizar a pesca? E, será que os custos de fiscalização para impedir a pesca por barcos clandestinos não superaria a renda auferida pela pesca autorizada?

Podemos ainda pensar em uma alternativa "pigouviana": se o governo impusesse um imposto por barco igual a \$ 500,00, então o custo de cada barco passaria a ser igual a \$ 600,00 e o lucro por barco seria igual a zero quando o número de barcos atingisse o nível eficiente. O governo apropriaria-se da renda econômica. Novamente emerge o problema do custo de fiscalização: pode ser que a renda de impostos não seja suficiente para financiar um sistema de fiscalização que garanta que os barcos que não pagam o imposto de \$ 600,00 sejam devidamente autuados.

4. Recursos não-renováveis

Até agora lidamos com o mau uso de recursos naturais que, se adequadamente explorados, não devem extinguir-se jamais. O ar e a água são naturalmente reciclados e os seres vivos perpetuam-se através de sua reprodução. Há, todavia, um grupo de recur-

sos naturais cujo uso necessariamente implica uma menor disponibilidade no futuro. Basicamente, são os recursos minerais: metais, carvão, petróleo e algumas pedras preciosas. Uma vez extraídos esses recursos, suas reservas não são capazes de se refazer e, portanto, dizemos que esses recursos são não-renováveis: uma vez destruídos, estão perdidos para sempre.

A questão que se pode colocar acerca de um recurso não-renovável é: quando consumi-lo? Aquele barril de petróleo que se consumir hoje não poderá ser consumido amanhã, perdeu-se para sempre. É melhor consumi-lo hoje ou daqui a um ano? Ou daqui a dois anos? Para responder a essa pergunta, devemos comparar os benefícios que este barril de petróleo traria caso fosse consumido hoje com o benefício que ele traria no futuro.

Suponha que nossa decisão se restrinja à escolha entre consumir em um período t_0 ou em um período subsequente, t_1 . Isso simplificará a exposição sem que haja perda de generalidade. Se o sistema de mercado funciona bem, sabemos que o preço do petróleo em cada período é um indicador adequado do benefício gerado pelo mesmo. Sejam, portanto, P_0 o preço do barril de petróleo no período 0 e P_1 esse preço no período 1. Para aumentar a simplicidade, suponha também que o petróleo seja extraído sem custo ou que P_0 e P_1 são os preços líquidos dos custos. Precisamos então, para decidir se o barril de petróleo deve ser retirado em t_0 ou em t_1 , comparar P_0 com P_1 .

Mas, como esses valores se encontram em diferentes momentos do tempo, eles não podem ser diretamente comparados pois, em primeiro lugar, as pessoas costumam preferir o consumo no presente ao consumo no futuro, em outras palavras, para abrir mão de determinado benefício no presente, exigirão um benefício maior no futuro. Em segundo lugar, um determinado valor pode ser investido hoje devendo gerar um valor maior no futuro. Se o mercado financeiro funcionar adequadamente, a taxa de juros, que indicaremos com a letra r , será um bom indicador dessas duas tendências: ela deverá indicar quantos reais a mais as pessoas exigiriam receber no futuro para abrir mão de um real hoje e também deverá indicar quantos reais a mais serão obtidos no futuro por cada real investido hoje.

Se extraímos o petróleo em t_0 receberemos, portanto, o valor P_0 . Mas P_0 hoje equivale a $(1+r)P_0$ em t_1 , seja porque as pessoas só abrirão mão de P_0 em t_1 se receberem $(1+r)P_0$ em t_1 , seja porque um investimento no valor de P_0 gera um valor de $(1+r)P_0$ em t_1 . Portanto, se $(1+r)P_0 > P_1$, isso indica que é mais interessante extrair o petróleo em t_0 . Mas se todos os proprietários de poços de petróleo pensarem assim, a quantidade ofertada de petróleo aumentará e, conseqüentemente, uma vez que a demanda é negativamente inclinada, o preço P_0 deverá cair. Inversamente, se $(1+r)P_0 < P_1$, valerá a pena esperar para extrair o petróleo em t_1 , a oferta de petróleo em t_0 deverá reduzir-se. Portanto, o preço estará estável quando $(1+r)P_0 = P_1$. Esse resultado é eficiente do ponto de vista social, uma vez que o benefício marginal da extração do petróleo em t_0 (isto é, o benefício de um barril de petróleo extraído em t_0) é igualado à perda de benefício marginal causada por essa perda de petróleo em t_1 . Rearranjando o nosso resultado, e lembrando que no nosso exemplo a variação de tempo Δt entre os períodos t_0 e t_1 é igual a 1, obtemos:

$$(1+r)P_0 = P_1 \Rightarrow P_1 - (1+r)P_0 = P_1 - P_0 \Rightarrow \frac{\Delta P}{\Delta t} = r$$

Esse resultado é conhecido como *Regra de Hotelling* e diz, simplesmente, que um recurso não-renovável deve ser explorado de modo a garantir que a taxa de crescimento em seu preço seja igual à taxa de juros.

Vimos que a regra de Hotelling será satisfeita se houver propriedade privada do recurso não-renovável. O que ocorrerá se o acesso a esse recurso for livre? Nesse caso, aquele que explora esse recurso não pode contar com a alternativa de deixar de explorá-lo hoje para explorá-lo mais tarde, simplesmente porque, se ele não retirar o recurso hoje, isso será feito por outro. O livre acesso deve, portanto, causar superexploração também dos recursos renováveis. Foi isso o que ocorreu, por exemplo, em todas as corridas do ouro da história da humanidade: a descoberta de novas jazidas de ouro, às quais qual-quer um poderia ter acesso, provocou uma exploração tão elevada desses recursos que acabou gerando uma queda no preço do ouro que não se justificaria caso a propriedade das minas fosse privada.

Problema equivalente, porém mais importante, se dá com a exploração de um recurso natural não-renovável de suma importância para a economia moderna: o petróleo. Os lençóis de petróleo localizam-se embaixo da terra, sem respeitar a divisão de propriedade da terra feita pelos homens. Isto é, é freqüente o caso em que um lençol de petróleo passa por baixo de mais de uma propriedade. Suponha que você seja um fazendeiro texano e descubra que há uma reserva de petróleo sob sua propriedade e sob as propriedades de seus vizinhos. O que você faria? Provavelmente extrairia tanto petróleo quanto pudesse antes que seus vizinhos o fizessem — considerações acerca da conveniência de se esperar antes de valorização seriam desprezadas. O mesmo problema pode ocorrer no nível das relações internacionais. Entre os motivos alegados pelo Iraque para dar início à chamada Guerra do Golfo contra o Kuwait, estava a exploração por parte deste último de lençóis de petróleo que jaziam tanto sob território iraquiano quanto sob território kuwaitiano.

Questões

1. O que é uma externalidade negativa? Por que a poluição pode ser entendida como uma externalidade negativa?
2. O que diz o Teorema de Coase?
3. O que é uma taxa pigouviana?
4. Explique em suas palavras por que o livre acesso a um recurso natural pode levar à superexploração do mesmo.
5. Explique o significado da Regra de Hotelling.
6. A Tabela 26.4. mostra como as emissões de poluição por parte de uma companhia química afetam tanto o seu lucro quanto o lucro de vinte companhias pesqueiras idênticas. Complete a tabela e determine qual deve ser o nível ótimo de poluição e qual o nível mínimo de poluição esperado, caso seja determinado que a companhia química tem o direito de poluir quanto quiser.

Tabela 26.4.

Emissão	Lucro da Cia. química (π_q)	Lucro da Cia. pesqueira individual (π_p)	Lucro da indústria pesqueira ($10\pi_p$)	$\Delta\pi_q$ (benefício marginal)	$-\Delta\pi_p$ (custo marginal por Cia.)	$10\Delta\pi_p$ (custo marginal da indústria)
0	800	150				
1	1440	149,5				
2	1850	148				
3	1800	145				
4	1900	140				
5	1960	132,5				
6	1990	122				
7	2000	108				
8	2000	90				
9	1990	67,5				

7. No exercício anterior, qual seria a taxa pigouviana que levaria a companhia química a emitir o nível ótimo de poluição?

8. Em uma região pesqueira, o volume total diário de pesca é dado pela expressão $Y = 100.000 - 0,5 n^2$, na qual Y é o total pescado (em quilos) e n é o número de barcos empregados na pesca. Suponha que o custo do barco é R\$ 1.000,00 por dia e que o preço do peixe R\$ 1,00 por quilo. Determine o número de barcos, caso seja permitido o livre acesso à pesca. Determine também o número ótimo de barcos.

9. Com relação ao exercício anterior, determine quais seriam as possíveis políticas para induzir um número ótimo de barcos na região.

Bibliografia Básica

- BAUMOL, W. J. & OATES, W. E. *The theory of environmental policy*. 2. ed., Cambridge, Cambridge University Press, 1988.
- COASE, R. The problem of social cost. *The Journal of Law and Economics*, Oct./1960.
- CROPPER, M. L. & OATES, W. E. Environmental economics: a survey. *Journal of Economic Literature*, XXX, jun. 1992. p. 675-740.
- DAGUPTA, P. & MÄLER, KARL-GÖRAN. Poverty, institutions, and the environmental resource-base. In: Behman, J. e Srivasan, T. N. (Eds.) *Handbook of Development Economics*. New York, Elsevier, 1995.
- VARIAN, H. R. *Intermediate microeconomics*. New York, W. W. Norton & Company, 1993.