

NEREUS

Núcleo de Economia Regional e Urbana
da Universidade de São Paulo
The University of São Paulo
Regional and Urban Economics Lab

**ECONOMIA, MEIO AMBIENTE E POLÍTICAS PÚBLICAS:
UMA BREVE INTRODUÇÃO CONCEITUAL**

Ariaster Baumgratz Chimeli

TD Nereus 08-2011
São Paulo
2011

Economia, Meio Ambiente e Políticas Públicas: Uma Breve Introdução

Conceitual

Ariaster Baumgratz Chimeli

Resumo. Está cada vez mais claro que o estudo das mudanças climáticas, de suas consequências e das políticas públicas para mitigá-las deve ser essencialmente multi e interdisciplinar. No entanto, pesquisadores, profissionais e estudantes envolvidos em grupos multidisciplinares tendem a rapidamente se deparar com uma dificuldade que muitas vezes limita a efetividade de projetos multidisciplinares: o desafio da comunicação entre disciplinas. Não é incomum para estes profissionais lidarem com a frustração de necessitarem de inúmeras iterações com colegas de outras disciplinas para serem capazes de de fato ouvir e serem ouvidos no processo de construção de um projeto integrado de boa qualidade. Para tornar o processo ainda mais frustrante, frequentemente nos deparamos, depois de muitas iterações, com a conclusão de que diferentes disciplinas usam métodos analíticos muito parecidos, mas adotam linguagem e termos diferentes que podem levar a confusões e lentidão na comunicação. Tendo em vista esta dificuldade, este texto almeja reduzir a distância entre profissionais e estudantes de problemas ambientais na medida em que ele se dedica à exposição do método analítico da economia do meio ambiente. Nosso objetivo aqui é aproveitar a oportunidade da fase inicial do projeto de fomento à rede brasileira de pesquisas sobre mudanças climáticas e contribuir desde já para com o diálogo entre seus integrantes. Sendo assim, tentamos comunicar em uma linguagem simples e resumida alguns conceitos básicos da economia do meio ambiente. A escolha dos conceitos tratados aqui reflete o que o autor julga ser mais relevante para o debate econômico contemporâneo sobre o problema das emissões de gases do efeito estufa. Com isso, este texto pretende também servir de ponto de partida para estudantes que possam se beneficiar do raciocínio econômico no desenvolvimento de pesquisas sobre mudanças climáticas. No entanto, aqueles interessados em desenvolver pesquisa sobre a economia do meio ambiente não podem tomar este texto como substituto de um estudo mais profundo da disciplina. Em particular, um texto como o que se propõe aqui sofre com algumas limitações importantes. Em primeiro lugar, o uso de uma linguagem simplificada vem frequentemente associado ao custo da imprecisão. Em segundo lugar, um texto resumido não deve ser visto como exaustivo, mas como uma porta de entrada para um universo muito mais amplo que deve ser explorado por aqueles que almejam se especializar nesta área do conhecimento. Este texto inicia com uma introdução à forma como a economia enxerga problemas ambientais. A seguir, usamos esse método de análise para descrever políticas públicas para a proteção ambiental e oferecer elementos para ranqueamento destas políticas. Embora a discussão que apresentamos aqui seja bastante geral, damos enfoque especial à melhor compreensão do debate de políticas públicas voltadas para ataque do problema do aquecimento global. Procuramos usar uma linguagem não técnica, mas optamos por incluir em vários pontos uma análise gráfica simplificada para melhor ilustrar alguns conceitos teóricos.

1. Introdução

O ponto de partida deste texto sobre a análise econômica de problemas ambientais é o reconhecimento de que à poluição estão associados não apenas custos para a sociedade, mas também benefícios. Os custos da poluição são facilmente identificados. Exemplos destes custos são danos a saúde humana, extinção de espécies com potencial de uso para melhoria do bem estar de gerações futuras, perdas estéticas do ambiente, redução no potencial de uso de recursos naturais para lazer, possibilidade de colapso de ecossistemas com consequências catastróficas para o modo de vida das sociedades modernas, entre outros. Por outro lado, os benefícios da poluição são menos evidentes para muitos observadores de problemas ambientais. É inegável, no entanto, que se apenas custos existissem, mas não tais benefícios, então não haveria poluição! Mais explicitamente, para observarmos que benefícios da poluição existem, basta constatar que, em geral, a redução de um dado poluente envolve algum tipo de sacrifício. Estes sacrifícios podem vir na forma de custos de instalação de equipamento de tratamento de efluentes, utilização de outras fontes de energia mais caras e menos poluentes, tempo e dinheiro gastos no monitoramento de potenciais poluidores, perdas de lucro e gastos de receitas do governo, etc. Se uma sociedade não impõe limites à poluição, então estes sacrifícios não são feitos, os custos de despoluição são poupados e estes recursos poupados podem ser usados para outros fins (como aumento de lucros/ganhos dos poluidores, investimentos em saúde e educação, geração de empregos, etc.). Estes recursos poupados em decorrência da poluição são os benefícios sociais da poluição. Note-se que, quando falamos nos benefícios sociais da poluição estamos incluindo os poluidores (firmas, indivíduos e governos, enfim nós) como membros da sociedade.

Neste contexto, a principal contribuição da análise da economia do meio ambiente é a tentativa de ponderar tais custos e benefícios e vislumbrar um nível ideal ou “ótimo” de poluição. No jargão econômico, o conceito de “ótimo” é tipicamente associado a “eficiência”, caracterizada como um estado onde não é possível promover ganhos em alguma dimensão da economia sem que alguma perda em outros setores da economia ocorra em decorrência desses ganhos. Este conceito de “ótimo” ou “eficiência” é bastante intuitivo e está no cerne da análise econômica em geral. Por exemplo, imagine que seja possível para um país hipotético e simplificado, onde não há mudanças tecnológicas, aumentar a produção de um bem sem que a produção de nenhum outro

bem ou serviço seja sacrificada. Se este cenário existir, então conclui-se que há recursos subutilizados nesta sociedade. Em outras palavras, poderíamos produzir mais com os mesmos recursos que temos a nossa disposição. Esta seria uma situação de *ineficiência na produção*. Por outro lado, imagine que aumentar a produção de um dado bem necessariamente signifique retirar recursos da produção de outros bens e serviços, fazendo assim com que a produção de pelo menos um bem ou serviço seja reduzida. Neste caso, estaríamos descrevendo uma situação de *eficiência na produção*: não há espaço para melhorias sem que sacrifícios sejam feitos.

Em geral, para que o conceito de eficiência se aplique a toda economia, três tipos de eficiência devem ser observados: i) *eficiência na produção* como descrito acima, ii) *eficiência de trocas*, onde não é possível redistribuir recursos e fazer com que o bem-estar de um indivíduo aumente sem que o bem estar de pelo menos um outro indivíduo diminua e iii) *eficiência na composição de bens e serviços* disponíveis na economia, de forma esta composição (ou o que é produzido) reflita as preferências da sociedade. Duas observações importantes merecem ser mencionadas nesse contexto. Em primeiro lugar, os termos “bens” e “serviços” podem e devem incluir todos os bens e serviços que contribuam com aumento do bem-estar de uma sociedade. Dessa forma, qualidade ambiental pode ser vista como um “bem” (ou, simetricamente, poluição pode ser definida como um “mal”) e serviços ambientais (como regulação do clima) podem ser legitimamente incluídos na categoria “serviços”. Em segundo lugar, o conceito de ótimo (ou eficiência) descrito acima (também chamado de *ótimo ou eficiência de Pareto*) é silencioso sobre equidade ou justiça social. Essas duas observações ocupam espaço central no debate sobre problemas ambientais em geral e aquecimento global em particular. Elas ocupam posição privilegiada na análise econômica de problemas ambientais e na formulação prática de políticas públicas ambientais ou de outra natureza.

Formalmente, decisões econômicas que resultem em um nível ótimo (eficiente) de poluição são equivalentes a um processo de escolhas econômicas que visa maximizar a diferença entre os benefícios da poluição e seus custos. Em outras palavras, o conceito de eficiência implica que nossa decisão de poluir ou não poluir passe pelo crivo de uma análise de custo e benefício. O dominante (mas não necessariamente exclusivo) foco da economia na eficiência em detrimento da equidade rende várias críticas aos métodos da

disciplina. Estas críticas são especialmente comuns na formação de políticas públicas e no debate sobre problemas ambientais. Alguns críticos sugerem ser anti-ético pensar friamente em custos e benefícios como base de tomada de decisões que afetem o meio ambiente (Kelman, 1981). Por outro lado, é igualmente válido argumentar que um processo de decisão que implemente melhorias ambientais a qualquer custo é fundamentalmente anti-ético, na medida que este ignora todos os sacrifícios que necessariamente deverão ser feitos por certos setores da sociedade (Kelman, 1981). Por exemplo, imagine uma política ambiental hipotética que determine que um certo corpo d'água seja despoluído e devolvido a seu estado natural a qualquer custo pelo poder público local. É inegável que os recursos usados neste empreendimento não poderão ser alocados a fins alternativos como aqueles que promovem melhorias para a saúde, educação, infra-estrutura de transportes, etc. Desta forma, os potenciais beneficiários destes usos alternativos de recursos serão de fato perdedores sem que haja qualquer ponderação dos seus anseios. Este cenário de desprezo da eficiência (comparação de custos e benefícios) pode ser visto também como anti-ético.

Sendo assim, optamos por reconhecer que a análise econômica terá uma contribuição relativamente limitada, quando não inexistente, no que diz respeito a considerações de equidade e justiça social. No entanto nos esforçaremos para contribuir para o processo de tomada de decisão ambiental no quesito extremamente importante onde concentramos nossas forças: a eficiência na alocação de recursos escassos da sociedade. Em outras palavras, cabe a sociedade como um todo decidir o que é aceitavelmente justo. Dadas nossas preferências e metas de justiça, a análise econômica pode ter valiosas contribuições e sugestões a respeito de como chegar lá da forma mais eficiente possível. Ou seja, quais escolhas ou que tipo de processo decisório nos permite maximizar o nosso¹ bem-estar com o menor custo possível.

¹ Infelizmente, o uso da palavra “nosso” não é tão inocente e sem consequências quanto possa parecer do ponto de vista teórico. Existe uma grande diferença entre “meu” e “nosso” quando passamos da tomada de decisões a nível individual para tomada de decisões em uma sociedade. Um resultado clássico na teoria econômica conhecido como teorema da (im)possibilidade de Arrow (1951) mostra que mesmo se tivermos uma sociedade composta de indivíduos com preferências com propriedades convencionais, não é possível criar preferências para essa sociedade como um todo que também tenham certas propriedades desejáveis, a menos que nos conformemos com delegar o poder de decisão a um ditador. Na prática temos que tomar decisões que afetam a sociedade e preferencialmente sem dependermos de um ditador, portanto algumas dessas propriedades “desejáveis” de um ponto de vista teórico terão que ser violadas. Elaborar sobre este ponto, no entanto, está além do objetivo deste trabalho.

Este texto será dedicado primeiramente a exposição de um marco teórico de referência para a análise de eficiência aplicada a problemas ambientais. A seguir, usaremos este marco teórico para guiar a discussão sobre políticas públicas referentes ao problema das mudanças climáticas.

2. O Mercado, suas Virtudes e suas Falhas

Há um conjunto de perguntas que toda sociedade faz implícita ou explicitamente: O que produzir? Quanto produzir? Para quem produzir? Um resultado fundamental na teoria econômica mostra que sob condições especiais sobre as quais falaremos abaixo, o mercado competitivo responde a essas perguntas de forma eficiente. Este é o chamado *primeiro teorema do bem-estar*. Embora o mercado determine para quem os recursos serão finalmente alocados, esta alocação final depende dos recursos iniciais que cada indivíduo possui. Com isso a distribuição final de bens e serviços pela população não necessariamente responderá aos anseios de justiça social e equidade que possam existir nessa sociedade. Isso significa que devemos descartar o mercado com base nos princípios de igualdade e justiça social? Um segundo resultado teórico diz que não. Fazer isso seria jogar fora o bebê junto com a água suja da bacia! O *segundo teorema do bem estar* mostra que se não estamos satisfeitos com a distribuição final de bens e serviços em uma sociedade, podemos redistribuir os recursos iniciais desta sociedade e deixar o mercado operar para mais uma vez responder as perguntas acima de forma eficiente.

A relevância maior destes dois resultados está na conclusão de que o mercado competitivo é uma ferramenta poderosa para se produzir e consumir eficientemente, ou seja, com o melhor uso de recursos possível e com a garantia de que aqueles indivíduos que valorizam mais o consumo de certos bens e serviços escassos têm acesso a eles. Alternativamente, uma sociedade com um planejamento central poderia, em tese, alcançar os mesmos objetivos de eficiência, mas com uma demanda de informação e coordenação espetacular. O comitê de planejamento central teria que, entre outras coisas, obter informações sobre tecnologias de produção de todos os bens e serviços, mapear todos os recursos existentes em uma sociedade e conhecer as preferências de todos os indivíduos. O mercado, por outro lado, acaba por promover incentivos a produção e consumo racionais através da competição. Por racionais, entende-se tomadas

de decisão nos níveis de produção e consumo que pesem todos os custos e benefícios de cada uma dessas decisões.

No entanto, as conclusões sobre as virtudes do mercado em alocar recursos de forma eficiente só são válidas se um conjunto de condições (para muitos um tanto irrealistas na maioria dos casos práticos) for satisfeito. Em particular, é preciso que os participantes do mercado atuem de forma competitiva na produção e no consumo, que não haja barreiras a entrada em mercados, que os tomadores de decisão (produtores, consumidores, governos) sejam perfeitamente informados sobre os custos e benefícios de suas escolhas e das ações de outros que os afetam, que custos de transações sejam inexistentes ou negligenciáveis e que direitos de propriedade sejam bem definidos. Quando alguma dessas condições não existe, o mercado em geral falhará em maximizar o bem estar social. Ou seja, ele falhará em promover eficiência na produção e no consumo. A seguir, brevemente discutiremos essas fontes de falha de mercado, com ênfase naquela que primordialmente define problemas ambientais de um ponto de vista econômico.

Um pressuposto importante para que mercados atuem de forma eficiente é que produtores e consumidores atuem de forma competitiva. Isto é, nenhum produtor ou consumidor individualmente deve ter o poder de determinar preços. Ao invés disso, mercados competitivos pressupõem um grande número de produtores e consumidores que tomam preços como dados e baseiam suas decisões de compra e venda neste preço determinado fora da sua esfera direta de influência. Este preço resulta da interação constante e simultânea de inúmeros vendedores disputando por consumidores e compradores disputando pelos menores preços. Neste contexto, o menor preço possível para justificar a produção da última unidade consumida será o preço vigente. Para que tal nível de competição exista, é preciso que não existam barreiras a entradas de novos produtores e novos consumidores no mercado. Da mesma forma, saída deste mercado também deve ser fácil. Quando isto não ocorre, alguns vendedores ou compradores podem determinar preços de forma a maximizar seus lucros/bem estar em detrimento do bem estar social e da eficiência. Neste caso, pode haver espaço para governos

intervirem em uma tentativa de aproximar o mercado real do mercado competitivo ideal.²

Outro pressuposto importante na teoria de mercados competitivos é que tomadores de decisão tenham informações perfeitas e completas sobre os custos e benefícios de suas ações/escolhas. Na prática, isso raramente ocorre e agentes econômicos distintos (como compradores e vendedores) podem ter acesso a diferentes níveis de informação – um fenômeno comumente descrito como informação assimétrica no meio econômico. Um exemplo clássico é o mercado de carros usados. O vendedor de um carro usado tende a ter mais informações do que seu comprador, o que dá ao vendedor incentivos de mascarar problemas. O comprador, por sua vez, pode ter incentivos de gastar recursos escassos no descobrimento de informações (como pagar um mecânico para verificar o estado de conservação do carro), fazendo com que o processo de tomada de decisão fique mais dispendioso e menos eficiente. Exemplos de diversos tipos de assimetria de informação são comuns e com variado grau de impacto sobre o poder do mercado de promover tomadas de decisões de forma eficiente.

Também é preciso que custos de transação sejam inexistentes ou desprezíveis para que mercados atuem de forma eficiente. Por custo de transação entendemos aqueles custos que vão além do preço de um produto. Estes custos de transação podem decorrer, por exemplo, de custo de tempo e dinheiro para se obter informações sobre produtos como no exemplo do mercado de carros usados citado acima. Outro exemplo é o custo de se confeccionar contratos com informações limitadas, monitorar o cumprimento destes contratos e resolver disputas que possam decorrer da quebra de contratos. Custos de transação podem ser mais sutis também e incluir a recusa de agentes econômicos de negociar uma transação que seria benéfica a ambos em termos de lucros tangíveis, por exemplo. Se custos de transação forem altos em demasia, é possível que não seja compensador realizar transações de compra e venda, fato que pode resultar em mercados “magros” (com poucos participantes) ou até inexistentes. Dessa forma, o mercado falhará em canalizar recursos para seus melhores usos e com maior

² Alguns observadores comparam mercados competitivos com o conceito de vácuo perfeito na física. Embora seja difícil/impossível observar estes conceitos na prática, eles nos são úteis como referências ou casos ideais que nos permitem tirar importantes conclusões e nos orientam no desenho de políticas públicas.

abrangência possível. Custos de transação serão decisivos na formação de políticas públicas para proteção ambiental como discutiremos abaixo.

Por fim, é necessário que direitos de propriedade sejam bem definidos para que mercados funcionem de forma eficiente. Embora todas as falhas de mercado mencionadas acima estejam frequentemente presentes na economia do meio ambiente, vamos nos dedicar aos direitos de propriedade com um pouco mais de atenção. O motivo de enfatizarmos o papel dos direitos de propriedade é que eles têm papel central na economia do meio ambiente e no desenho de políticas públicas para tentar corrigir falhas de mercado que resultam em problemas ambientais.

Para que mercados atuem de forma eficiente, é preciso que direitos de propriedade sejam bem definidos. Por direitos de propriedade bem definidos entendemos direitos de propriedade que sejam seguros, estáveis e transferíveis. Segurança de direitos de propriedade quer dizer que a propriedade de um bem ou ativo é reconhecida e protegida por um sistema aceito pela sociedade (como um sistema legal com mínimos conflitos internos e o poder de polícia). Se isso não acontecer, indivíduos terão menos incentivos para adquirir bens, investir ou recorrer ao mercado em geral. Quando direitos de propriedade não são seguros, indivíduos frequentemente têm que recorrer a outros meios de proteção de seu patrimônio como a violência, fato que pode aumentar custos de transação e reduzir a abrangência do mercado.³ Estabilidade de direitos de propriedade implica que tais direitos são seguros hoje e continuarão sendo seguros no futuro. Sem esta estabilidade indivíduos vêem reduzidos os seus incentivos para tomar decisões de consumo e investimento duradouros. Não é de se estranhar, portanto, que o processo inicial de privatização de empresas estatais brasileiras na década de 1980 tenha contado com participação tímida de investidores estrangeiros. Na memória do mundo dos negócios ainda estavam presentes as estatizações de empresas estrangeiras no Brasil iniciada na década de 1960 e pairava a dúvida se de fato isso não aconteceria novamente. A idéia de estabilidade de direitos de propriedade demorou alguns anos para amadurecer e atrair volumes crescentes de investimento estrangeiro no Brasil. Por fim,

³ Em um interessante estudo Alston, Libecap e Mueller (2000) analisam como inconsistências legais e reforma agrária contribuem para a indefinição de direitos de propriedade da terra, o desmatamento e a violência na Amazônia brasileira.

um mercado depende da necessidade de transferência de direitos de propriedade para que transações de compra e venda de fato aconteçam.

Quando estudamos problemas ambientais, é comum nos depararmos com direitos de propriedade mal definidos. Em um mercado não regulado a ninguém pertence o direito de poluir (ou de ter acesso a um meio ambiente limpo). Por exemplo, no caso da mudança climática, a ninguém em particular e a todos pertencem o direito de se emitir gás carbônico ou ter acesso aos serviços naturais de controle do clima da forma que eles existiram nos últimos séculos. Ou seja, direitos de propriedade sobre o regime global do clima (ou analogamente sobre a poluição de gases do efeito estufa) não são seguros, estáveis ou transferíveis. Sendo assim, o poluidor não leva em consideração todos os custos e benefícios das suas ações. A totalidade dos custos (ou até mesmo benefícios em alguns casos) de poluir não recai sobre o poluidor. Parte destes custos recai sobre terceiros que, por não terem direitos de propriedade sobre o clima, não são capazes de demandar compensação pelos danos sofridos. Portanto, não é de se espantar que o mercado falhe em promover o nível ótimo de poluição quando o agente tomador de decisão (poluidor) ignore ou repasse alguns dos custos da poluição a outros. Devido à indefinição dos direitos ao meio ambiente limpo (ou simetricamente direito de poluir), o poluidor tem incentivos de levar em consideração apenas seus custos e benefícios *privados* de poluir, mas não tem incentivo de levar em consideração os custos e benefícios *sociais* ou totais de poluir. Se direitos de propriedade sobre o meio ambiente existissem, poluidores poderiam em princípio compensar vítimas em um mercado e pagar um preço pela poluição. Isso, por sua vez, faria o poluidor incorporar todos os custos da poluição, fato que e o incentivaria poluir menos do que em um estado onde a poluição não encontra qualquer restrição.

O que descrevemos acima é o que economistas chamam de *externalidade*. Uma externalidade existe quando as ações de um indivíduo/firma diretamente afetam o bem estar/lucro de outro indivíduo/firma, sem que haja qualquer compensação ou autorização. No caso da poluição, as ações do poluidor diretamente afetam o bem estar da vítima sem que haja compensação ou autorização desta. Isso ocorre porque a vítima não tem direito de propriedade sobre a qualidade ambiental. Se esses direitos existissem e pudessem ser transacionados em um mercado, o poluidor teria que adquirir tais direitos a um custo. Isto, por sua vez, colocaria um preço na poluição que incorporaria

os danos a vítima e faria com que o poluidor internalizasse esses danos em suas decisões de poluir. Dessa forma, todos os custos e benefícios de poluir seriam levados em consideração e o nível ótimo de poluição resultaria através da ação de mercados. Curiosamente para muitos, o mesmo aconteceria se o poluidor tivesse o direito de poluir, mas a vítima pudesse comprar esses direitos e fazer com que o nível de poluição caísse. Este ponto é de grande importância e retornaremos a ele quando tratarmos de políticas públicas para diminuição da poluição.

Intimamente ligado ao conceito de externalidade está o conceito de *bens públicos*. Bens públicos tem uma definição precisa em economia e diferente do que o termo pode sugerir no imaginário do leitor não familiar com a teoria econômica. Bens públicos existem quando 1) indivíduos não podem ser excluídos do seu consumo e 2) quando o seu consumo por um indivíduo deixa a mesma quantidade do bem disponível para outros consumidores. Desta forma, o ar limpo é um bem público uma vez que: 1) não é possível impedir que um indivíduo residente em uma área limpa consuma o ar limpo e 2) o consumo do ar limpo por um indivíduo deixa a mesma quantidade de ar limpo disponível para outros consumidores. É possível aplicar o mesmo conceito a poluição do ar, um “mal público”.

O mercado e os direitos de propriedade dependem da possibilidade da exclusão do consumo: quem não paga pelo bem, não tem acesso a ele. Sendo assim, quando não é possível excluir indivíduos do consumo via preços, direitos de propriedade não poderão ser definidos e mercados não existirão. Além disso, quando a mesma quantidade está disponível para o consumo de vários indivíduos ao mesmo tempo, o mercado não é capaz de cobrar o preço ótimo que possibilitaria o máximo bem estar para a sociedade. A idéia é que o preço ótimo ou eficiente é aquele que *exatamente* cobre o custo de produção da última unidade produzida. Este custo reflete o fato que o consumo da última unidade impõe um sacrifício para a sociedade: uma vez que aquela unidade é consumida por um indivíduo, a mesma unidade não estará disponível para um uso alternativo (isso é o que se chama *custo de oportunidade* em economia). Tal não é o caso com um bem público como o ar puro ou a regulação do clima. Meu consumo dos serviços de regulação do clima pelos gases do efeito estufa não impede outros indivíduos de consumirem exatamente a mesma quantidade (mesmas unidades) do serviço que eu consumo. Sendo assim, meu consumo deste serviço não gera nenhum

custo de oportunidade e o preço eficiente a ser cobrado por este serviço é zero, para que o maior número de indivíduos consuma este bem e para que o bem estar social seja maximizado. No entanto, quando o preço ótimo é zero, nenhum produtor motivado pelo lucro terá o incentivo de arcar com custos de produção do bem público e cobrar o preço ótimo (zero)!

Na maioria dos casos de poluição podemos descrever o problema em termos de bens públicos ou de externalidades. Isso ocorre, mais uma vez, porque na raiz desses dois conceitos estão direitos de propriedade mal definidos (ou inexistentes). A escolha de se tratar de um problema ambiental como um bem público ou uma externalidade do ponto de vista teórico é, na maioria das vezes, uma questão de conveniência para facilitar a descrição do problema e a confecção de políticas públicas. Por fim, concluímos essa seção reiterando que quando direitos de propriedade não forem bem definidos o mercado em geral falhará em produzir o nível ótimo de proteção ambiental (ou de forma equivalente, poluição). Nestes casos, a poluição efetiva será diferente da poluição ótima. Tratamos deste tópico com maiores detalhes na seção seguinte.

3. Poluição Ótima

Nesta seção ilustramos como direitos de propriedade mal definidos afetam o nível de poluição em uma sociedade de mercado não regulado e comparamos esse nível com o nível ótimo ou eficiente de poluição. Esta ilustração simplificada servirá de base para a confecção de políticas públicas para o problema ambiental de nosso maior interesse aqui: emissões de gases do efeito estufa e aquecimento global resultante destas emissões.

Considere primeiro os custos ou danos totais causados pela poluição. Em geral, usamos o pressuposto de que existe uma relação positiva entre poluição (emissões) e danos causados por ela, ou seja, a medida que a poluição aumenta, aumentam também os danos a que estão sujeitas as vítimas da poluição. Suporemos também que as primeiras unidades de poluição causam um dano adicional relativamente pequeno às vítimas, ao passo que cada unidade subsequente passa a causar danos cada vez maiores. Note que começamos este parágrafo falando de danos causados pelo nível *total* da poluição e passamos depois a descrever danos *adicionais* de cada unidade *adicional* de poluição

emitida. Por exemplo, suponha que em certa região a poluição do ar por fumaça e outras partículas suspensas aumenta gradativamente. As primeiras partículas emitidas terão um efeito praticamente imperceptível na população residente. No entanto, na medida em que aumentamos a poluição os efeitos de unidades *adicionais* de poluição começam a se fazer notar. Desta forma, dado certo nível pré-existente de poluição, unidades adicionais agora passam a causar pequenos incômodos, como esporádicos danos a saúde tais como olhos irritados. Continue aumentando a poluição e agora unidades *adicionais* passam a causar dores de cabeça mais frequentes. Com este processo de aumento da poluição podemos chegar a pontos onde unidades *adicionais* de poluição aumentam significativamente tanto o risco de desenvolvimento de problemas respiratórios crônicos quanto a taxa de mortalidade de crianças e idosos. Em geral, usa-se o termo “*marginal*” em economia ao invés de *adicional*. Assim, *dano marginal* se refere ao dano causado por cada unidade adicional de poluição. A Figura 1 ilustra este conceito.

<< *Inserir Figura 1 aqui* >>

Note que para cada nível de poluição, a curva do dano marginal (DM) ilustra o dano ou custo social causado por aquela última unidade de poluição. Para calcularmos o dano ou custo social total de certo nível de poluição, somamos o dano de cada unidade emitida. Desta forma, o custo total da poluição é representado pela área sob a curva do dano marginal.⁴ A Figura 2 ilustra os danos marginal e total quando e_1 unidades de um poluente hipotético são emitidas. No caso de emissão de gases do efeito estufa, o custo social são os efeitos negativos do aquecimento global em decorrência, por exemplo, do aumento na frequência de eventos climáticos extremos, perda de áreas cultiváveis, inundações e perda de territórios, êxodo populacional, etc. Por fim, deixamos explícito que fazemos uma suposição heróica: a de que somos capazes de traduzir todos esses danos em valores monetários. Esta suposição é reconhecidamente problemática e de difícil implementação. Deve-se deixar claro, no entanto, que a tentativa de monetização de custos e benefícios não se trata de uma obsessão do economista. Trata-se de uma tentativa de se expressar custos e benefícios em uma medida comum que possibilite comparações.

⁴ Formalmente, dano marginal é a derivada do dano total da poluição.

<< Inserir Figura 2 aqui >>

Como indicamos no início deste texto, também existe um benefício associado à poluição, caso contrário, não faria sentido poluir. Para reiterar este ponto, imagine uma comunidade que deseja atacar o problema da poluição de um rio adjacente. Começando com um rio poluído decorrente de um estado onde não há qualquer controle da poluição, seria relativamente barato eliminar as últimas unidades despejadas no rio. Por “últimas” unidades, me refiro àquelas cujo custo de eliminação é mais baixo. Por exemplo, seria relativamente barato instalar telas no final da rede de esgoto para filtrar dejetos sólidos de maior porte como latas, garrafas, plásticos, etc. Se desejarmos reduzir a poluição ainda mais, poderíamos então construir uma caixa de areia depois das telas para aumentar a efetividade do processo de filtração dos dejetos que eventualmente chegariam ao rio. Ou seja, depois do primeiro esforço de reduzir os dejetos sólidos de maior porte, a diminuição de unidades *adicionais* da poluição ficou mais cara. Continuando com esse processo, poderíamos promover a eliminação *adicional* da poluição a um custo *adicional* ainda maior com a instalação de uma estação de tratamento de esgoto contando com aeradores e bactérias que atuam no esgoto. Pode-se aumentar a efetividade da despoluição com um processo químico e biológico combinado a um custo *adicional* maior. Levando o argumento ao limite, se quisermos restaurar o rio ao seu estado natural e se for possível fazer isso, provavelmente teremos que realizar grandes sacrifícios como reintrodução de espécies, desaceleração do crescimento econômico, sacrifício de gastos públicos com saúde, educação e infraestrutura, etc. Ou seja, estamos usando o pressuposto de custos adicionais ou *custos marginais* de *despoluição* crescentes. Vale notar que estamos descrevendo um mundo simplificado onde não há progresso tecnológico. Na prática, progresso tecnológico existe e pode reduzir custos de despoluição. No entanto é sempre mantida a idéia básica de que para toda escolha sacrifícios existirão.

Como *despoluir* envolve custos, *poluir* envolve economia destes custos e, portanto, benefícios. Além disso, nossa suposição de custos marginais crescentes de *despoluição* é equivalente a benefícios marginais decrescentes de *poluição* (por esse motivo os benefícios marginais da poluição também são chamados de custos marginais de *abate* da poluição). Na Figura 3 traçamos os benefícios marginais (BM) da poluição. Estes benefícios são também chamados de “poupança marginal” da poluição para capturar a

idéia de que a cada unidade de um poluente emitida estamos poupando recursos que seriam necessários para evitar a emissão desta unidade. Estes recursos poupados podem se converter em lucros, empregos, renda para famílias ou para governos. Enfim, esses recursos poupados e redistribuídos de alguma forma para a sociedade constituem os benefícios da poluição. Desta forma, para cada nível de poluição, a curva BM ilustra o benefício advindo daquela unidade poluída. O benefício total de se emitir e_1 unidades, por sua vez, é a soma dos benefícios de cada unidade (soma dos benefícios marginais) de zero a e_1 . Este benefício total é a área sob a curva de benefícios marginais (BM).

<< *Inserir Figura 3 aqui* >>

A Figura 3 ilustra outro resultado importante: quando não há qualquer tipo de regulação da poluição, poluidores emitirão resíduos até que não haja mais oportunidades de se beneficiar com a emissão de uma unidade adicional. Ou seja, se a oportunidade de poluir sem qualquer controle existir, então poluidores poluirão até o ponto onde o benefício marginal da poluição for igual a zero. Este nível de poluição máximo é representado por e_m na figura 3. É possível conceber que poluir além de e_m gere benefícios marginais negativos. Isso poderia acontecer, por exemplo, se uma firma poluísse de tal forma que emissões adicionais fizessem com que os níveis de acidentes na empresa aumentassem, que a depreciação de máquinas se acelerasse ou que seus funcionários se tornassem menos produtivos devido a problemas de saúde. Desta forma, a poluição chegaria a níveis que diminuiriam os ganhos da empresa e esta firma não teria *incentivos*⁵ para poluir mais do que e_m .

Antes de prosseguirmos, é interessante deixar explícito que a introdução das curvas DM e BM em gráficos separados tem dois fins didáticos. Em primeiro lugar, como é de se esperar, é interessante nos debruçarmos sobre cada conceito de forma separada para melhor compreendê-los. Em segundo lugar, esta separação nos ajuda a fixar a idéia de que estamos tratando do problema da poluição como uma externalidade. Ou seja, aqueles que decidem poluir impõem custos em outros sem que as vítimas sejam

⁵ Vale notar aqui que adotamos a visão de que a economia não é uma disciplina *prescritiva*, mas sim *preditiva*. Ou seja, usamos a teoria econômica para fazer previsões (de preferência testáveis) de comportamento com base em *incentivos* que os agentes econômicos encontram. Não usaremos a teoria econômica de forma prescritiva de modo a dizer o que agentes econômicos deveriam fazer ou como é certo agir.

compensadas ou autorizem as ações do poluidor. Em outras palavras, tratamos o poluidor e a vítima como agentes econômicos distintos, caso contrário os custos e benefícios da decisão de poluir recairiam sobre o mesmo agente e este teria o incentivo de escolher o nível ótimo de poluição. Nenhum problema do ponto de vista de eficiência existiria no último caso.

Na Figura 4 desenhamos as curvas de benefício e dano marginal no mesmo gráfico. Este gráfico faz com que fique explícito que a poluição sem restrições e_m não é a poluição ótima ou eficiente. Para decidirmos pelo nível ótimo de poluição é preciso encontrar aquele nível que faça com que a diferença entre os benefícios totais e os custos totais da poluição seja a máxima possível. Este nível ótimo de poluição acontecerá no ponto onde o benefício marginal da última unidade emitida for igual ao dano marginal decorrente desta unidade. A quantidade ótima ou eficiente de poluição e^* aparece na figura 4. Para nos convenceremos de que e^* é de fato o nível ótimo de poluição, basta começarmos da origem do gráfico e comparar os benefícios e os danos (custos) de cada unidade emitida do poluente em questão. Sendo assim, a primeira unidade de poluição gera um custo social muito baixo e um benefício social elevado. Do ponto de vista da eficiência, faz sentido emitir a primeira unidade. Passando a unidades subsequentes podemos aplicar o mesmo critério de custo-benefício e continuar aumentando a poluição enquanto o benefício da última unidade for maior do que seu custo social. Este processo nos levará a parar em e^* . Partindo de e^* , poluir uma unidade adicional significa gerar um custo maior do que o benefício social advindo desta última unidade. Desta forma, e^* denota o nível ótimo ou eficiente de poluição. Poluir mais do que e^* implica em uma diminuição do bem estar social da poluição (definido como benefício menos custo da poluição). Poluir menos do que e^* significa abrir mão de ganhos líquidos que poderiam aumentar o bem estar social da poluição.

<< *Inserir Figura 4 aqui* >>

A mesma análise do parágrafo anterior poderia ser feita de forma alternativa. Lembre-se de que a área sob a curva BM é o benefício total da poluição, ao passo que a área sob DM é o custo total da poluição. Queremos maximizar o benefício líquido total ou a diferença entre essas duas áreas. O benefício líquido total máximo corresponde à área do triângulo sob a curva BM e sobre a curva DM. Esta área resulta da emissão de e^*

unidades de poluição. Poluir mais do que e^* implica adicionar benefícios líquidos negativos que diminuirão o bem estar social da poluição. Poluir menos do que e^* implica abrir mão de benefícios líquidos que não seriam gerados para a sociedade.

A conclusão que tiramos da Figura 4 é que quando o problema da poluição existe, o mercado sem regulamentação, em geral, falha em maximizar o bem estar social. Neste contexto, é possível que algum tipo de intervenção governamental seja justificável para se tentar conduzir a poluição do nível ineficiente e_m em direção ao nível eficiente e^* .

É importante notar, no entanto, que nada na teoria sugere que o nível ótimo de poluição sempre será positivo. É possível imaginar casos onde os danos marginais da poluição sejam de magnitude sempre superior aos seus benefícios marginais. Neste caso, o nível ótimo de poluição é zero. Porém, cabe ressaltar que os custos e benefícios marginais da poluição não são intrínsecos a poluentes ou ao meio ambiente. Quando falamos aqui de custos e benefícios, estamos falando de percepções da sociedade dos custos e benefícios de um poluente. Sendo assim, é possível que diferentes sociedades com diferentes incentivos encarem custos e benefícios do mesmo poluente de forma diferenciada. Isso faz com que o nível ótimo de poluição possa ser distinto em diferentes contextos sociais como descrito no caso do DDT no Quadro 1 abaixo.

A seguir, discutiremos as formas básicas de políticas públicas com a finalidade de conduzir a poluição do nível ineficiente e_m em direção ao nível eficiente e^* .

Quadro 1: Benefícios e Custos do DDT

O DDT (Dicloro-Difenil-Tricloroetano) é um pesticida eficiente e barato e foi amplamente usado nos Estados Unidos nas décadas de 1950 e 1960. Desde os anos da década de 1940, cientistas revelavam preocupação com os efeitos ambientais do uso do DDT, mas de início pouca atenção foi dada a essa preocupação. Em 1962 Rachel Carson, bióloga e autora naturalista de alcance popular, publicou o livro *Silent Spring* que catalogava os efeitos nocivos do DDT à fauna e à saúde humana. Na época deu-se atenção especial à *bald eagle*, águia símbolo dos EUA que, por sua vulnerabilidade ao pesticida tornou-se ameaçada de extinção. O livro de Rachel Carson foi um sucesso de vendas e ocupa espaço importante na história por ser um dos catalistas principais do movimento ambientalista moderno. Sob a influência do livro de Carson, os EUA baniram em 1972 o uso do DDT. Esta decisão pode ser interpretada como uma afirmação da sociedade norte-americana de que os benefícios marginais sociais do DDT (agente pesticida) não eram grandes o suficiente, em qualquer nível de uso do pesticida, para compensar os seus danos marginais sociais. Em termos da figura 4, a curva de dano marginal estaria, segundo a sociedade norte-americana, sempre acima da curva de benefício marginal do DDT, fazendo com que o nível ótimo do pesticida fosse igual a zero e justificando o banimento do seu uso no país. No entanto, essa é uma avaliação da sociedade norte-americana que não necessariamente se aplica a outras regiões. De fato, o DDT é uma arma extremamente eficaz e barata no combate a malária e no salvamento de vidas de crianças e idosos em países tropicais onde a doença é comum. Por este motivo, a Organização Mundial de Saúde (OMS) das Nações Unidas endossou em setembro de 2006 o uso do DDT em edificações em países onde a malária é um problema primordial de saúde. Estima-se que 1 milhão de crianças de até 5 anos de idade, a maioria no continente africano, morra anualmente devido à malária e espera-se que o uso do DDT diminua significativamente esse número de mortes. Podemos interpretar a recomendação da OMS como a percepção de que, em alguns países, os benefícios marginais do uso de quantidades maiores do que zero de DDT superem seus danos marginais. Esta seria a situação descrita na figura 4, onde e^* ou quantidade ótima de DDT é maior do que zero. No Brasil, o DDT foi importante arma na erradicação da malária em estados como Ceará, Minas Gerais e Piauí antes da restrição e proibição do seu uso em 1985 e pela Lei nº. 11.936 de 14 de maio de 2009.

Referências:

http://en.wikipedia.org/wiki/DDT#Silent_Spring_and_the_U.S._ban

<http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2006/09/15/AR2006091501012.html>

<http://pt.wikipedia.org/wiki/DDT>

4. Soluções para o Problema da Poluição

Nesta seção usamos a análise gráfica da seção anterior como ponto de partida para propor políticas públicas com o objetivo de reduzir a poluição para seu nível ótimo e maximizar o bem estar social. Duas categorias básicas de políticas públicas são consideradas aqui: 1) políticas de comando e controle e 2) políticas de incentivos econômicos. Dentre as políticas de incentivos econômicos, destacamos duas formas importantes: a) o imposto sobre a poluição e b) títulos negociáveis de poluição (posteriormente falaremos sobre mecanismos híbridos que combinam impostos e títulos de poluição). Por fim, faremos breves comparações entre estes tipos de políticas públicas. Estas comparações são importantes para nos situarmos no debate atual sobre a melhor forma de atacar o problema da emissão de gases do efeito estufa e o aquecimento global.

4.1. Comando e Controle

Embora a preocupação com o controle da poluição nas sociedades modernas remonta à revolução industrial, foi somente em meados do século XX que o movimento ambientalista ganhou corpo e passou a influenciar o desenho de políticas públicas. A primeira geração de políticas públicas para o controle da poluição nos países mais desenvolvidos baseou-se primordialmente na determinação legal do comportamento dos poluidores. Com relação a figura 4 acima, essas políticas consistem em introduzir um conjunto de instrumentos legais que determinam que a poluição deve ser igual a e^* . Aqueles que não seguirem esta determinação estarão em desacordo com a lei e sujeitos a punições previstas. Estas são as chamadas políticas de *comando e controle* e podem ser implementadas de várias formas. Por exemplo, se o objetivo da sociedade for reduzir a poluição em 30%, então uma lei pode estabelecer que todos os poluidores cortem suas emissões em 30%. Alternativamente, a agência de proteção ambiental pode exigir o uso de determinada tecnologia menos poluidora ou impor limites no uso de certos insumos e na produção de determinados bens e serviços. Dois exemplos de políticas desta natureza foram o banimento do uso do pesticida DDT em vários países e o protocolo de Montreal que prevê a eliminação do uso de certos gases responsáveis pela destruição da camada de ozônio. De fato, a maioria das políticas públicas para o controle da poluição nos diversos países do mundo pode ser categorizada como políticas de comando e controle.

A popularidade de políticas de comando e controle se deve à combinação de alguns motivos importantes. Em primeiro lugar, uma parcela da população vê a proteção ambiental como uma questão moral e adota a posição de que tentativas de adotar uma análise de custo e benefício da poluição seja antiética. Esses setores da sociedade se sentem mais confortáveis com políticas de comando e controle que ditam o comportamento a ser seguido por poluidores. Embora tal argumento ético seja vulnerável a várias críticas e tenha perdido força na esfera política nas últimas décadas (mais a respeito das razões dessa perda de poder político aparece abaixo na comparação de diversas políticas públicas), seu legado ainda é visível. Em segundo lugar, políticas de comando e controle são, em certos casos, de fácil implementação e monitoramento. Por exemplo, é relativamente simples verificar se um poluidor está em concordância com uma lei que requer o uso de determinado filtro em chaminés de fábricas poluidoras. Esta simplicidade se traduz em mais baixos custos administrativos das políticas de controle da poluição. Em terceiro lugar, uma vez cientes de que o controle da poluição é iminente, poluidores frequentemente pressionam reguladores para que eles adotem certas medidas de comando e controle. Isso pode acontecer porque uma vez dentro da lei, o poluidor não tem que arcar com custos da poluição residual não abatida pela tecnologia adotada. Além disso, políticas de comando e controle diminuem incertezas futuras de poluidores com relação a políticas ambientais uma vez que o investimento em uma nova tecnologia, por exemplo, for feito. Por fim, políticas de comando e controle contribuem para que a poluição final seja mais previsível do que no caso de algumas outras políticas a serem descritas abaixo.

4.2. A Solução de Pigou

A primeira solução proposta para o problema da poluição (externalidades) através de incentivos econômicos é creditada ao economista britânico Arthur Cecil Pigou no seu livro clássico *The Economics of Welfare* de 1920. Pigou observou com clareza a distinção entre benefícios/custos privados e benefícios/custos sociais como descritos na seção 2 deste capítulo e propôs a intervenção do governo para impor um preço na poluição. Este preço leva poluidores a internalizarem o dano causado as vítimas. Desta forma, o governo, segundo Pigou, impõe um imposto sobre cada unidade de poluição

igual ao dano marginal decorrente da quantidade ótima de poluição. A Figura 5 ilustra essa proposta e sua justificativa teórica.

<< *Inserir Figura 5 aqui* >>

O imposto pigoviano, também chamado de imposto verde, é igual a t^* por unidade de poluente emitido. Este imposto por unidade de poluição é igual ao dano marginal da poluição no nível ótimo de emissão do poluente. Ou seja, se e^* unidades de poluição forem emitidas, lê-se na figura 5a que o dano causado na sociedade pela última unidade emitida é igual a t^* . Dessa forma, t^* passa a ser o preço por unidade de poluição, preço este que o mercado falhou em gerar. Este imposto dá o incentivo ao poluidor emitir a quantidade ótima e^* . Para ver porque esse é o caso, considere a figura 5b. Na figura 5b, reproduzimos a curva de benefício marginal da poluição da figura 5a, mas omitimos o dano marginal da poluição. Fazemos isso, porque o poluidor não leva em conta o dano que ele causa a outros no seu processo de decisão. Dessa forma, nos concentramos apenas no ponto de vista do poluidor e das escolhas que ele faz para maximizar seus benefícios líquidos. O imposto pigoviano t^* nada mais é do que o custo privado marginal da poluição que o poluidor tem que encarar com a intervenção governamental. Ou seja, cada unidade adicional de poluição agora deve vir acompanhada de um pagamento igual a \$ t^* . Sendo assim, o poluidor tem o incentivo de comparar o benefício de cada unidade emitida com o seu custo. Para unidades entre 0 e e^* , o benefício de cada unidade é superior ao seu custo (t^*) e vale a pena continuar aumentando a poluição enquanto o benefício líquido de cada unidade for positivo. Deste modo, o poluidor não tem o incentivo de emitir mais do que e^* unidades, já que cada unidade adicional gera um benefício (MB) inferior ao seu custo (t^*). A política do governo foi, neste caso, bem sucedida em induzir o nível ótimo de poluição.

Note que esta é uma política de incentivo que não dita o comportamento do poluidor. Cabe ao poluidor decidir quantas unidades ele emitirá tomando em conta os custos e benefícios de cada unidade. Como exatamente o poluidor controlará suas emissões, seja via adoção de novas tecnologias, redução de produção ou do uso de insumos, entre outras possibilidades, é uma decisão do poluidor. Esta flexibilidade proporcionada por mecanismos de incentivo econômico é um dos pontos fortes desta família de políticas públicas, como discutiremos abaixo.

4.3. A Solução de Coase

Em um artigo clássico de 1969, o economista britânico Ronald Coase concentrou-se na raiz do problema causado por externalidades para propor uma solução alternativa. A percepção de Coase, que contribuiu para que ele ganhasse o prêmio Nobel de economia em 1991, é um tanto simples e elegante: a raiz do problema de externalidades está em direitos de propriedade mal definidos, de tal forma que sua solução passa pela criação de instituições que possibilitem a definição clara destes direitos de propriedade. Uma vez que estes direitos de propriedade sejam bem definidos, então o mercado se encarregará de determinar o nível ótimo de poluição (ou de forma mais geral, qualquer outro tipo de bem/mal que esteja associado a externalidades). Esta é uma conclusão poderosa, uma vez que ela não requer a intervenção direta do governo, exceto na formação de instituições que garantam o funcionamento do mercado onde ele falhava (como um sistema legal e poder de polícia, por exemplo). Coase foi além e demonstrou como a intervenção do governo de acordo com a tradição pigoviana pode na verdade gerar um nível ineficiente de poluição. Outra contribuição poderosa do chamado *teorema de Coase* é que independente de quem inicialmente detenha os direitos de propriedade da poluição (poluidor ou vítima) o mercado garantirá o nível ótimo de poluição. Isso reduz dramaticamente as demandas sobre o governo e contribuintes. Mas antes de explorar este ponto e qualificá-lo – infelizmente nem tudo são flores e a aplicação das idéias de Coase encontra sérias limitações no mundo real – vamos tentar entender o argumento de Coase.

De volta à Figura 4, imagine uma situação simples onde haja um poluidor e uma vítima, por exemplo, um convento que é vizinho de uma república de estudantes. As freiras do convento prezam o silêncio ao passo que os moradores da república gostam de ouvir o único CD dos Mamonas Assassinas a um alto volume. Imagine para fins didáticos que seja possível traduzir os custos e benefícios marginais do volume do aparelho de som em \$ como na Tabela 1 abaixo.

Tabela 1. Benefício e Custo Marginal da Poluição Sonora

<i>Volume</i>	<i>Benefício Marginal</i>	<i>Custo Marginal</i>
0	100	0
1	90	15
2	80	30
3	70	45
4	60	60
5	50	75
6	40	90
7	30	105
8	20	120
9	10	135
10	0	150
11	-10	165

Na Tabela 1 descrevemos benefícios e custos *marginais* do volume do aparelho de som usado pelos estudantes. Portanto, a forma de ler a tabela é como segue. Suponha que o volume do som é igual a 2. Neste caso girar o botão do aparelho de som de modo a aumentar um volume um pouco mais gera um benefício *adicional* para os estudantes igual a \$80 e um custo/dano/incômodo *adicional* para as freiras equivalente a \$30. Note que se não houver restrições sobre o volume da música, os estudantes tem um incentivo de girar o botão do aparelho de som até que ele chegue ao volume 10. Neste ponto, o benefício marginal é zero, ou seja, não há qualquer ganho adicional em aumentar o volume um pouco mais. De fato, aumentar o volume ainda mais acaba gerando um benefício adicional negativo, seja porque a qualidade do som cai devido as especificações do aparelho, porque os estudantes começam a sentir dores de cabeça ou qualquer outro motivo. A mensagem principal é: sem restrições o volume do aparelho de som será igual a 10. Este nível de poluição sonora corresponde a e_m na figura 4. No entanto, o nível ótimo de poluição é aquele onde custo e benefício marginais são idênticos. Ou seja, o nível ótimo do volume do aparelho de som é 4, onde custo e

benefício marginais são iguais a \$60. Estes valores, bem como aqueles da Tabela 1 aparecem na Figura 6.

<< *Inserir Figura 6 aqui* >>

Suponha agora que adotamos a política sugerida por Coase e damos para as freiras o direito de decidir o volume do aparelho de som dos estudantes (em outras palavras, damos para as freiras o direito do silêncio). Se a comunicação e negociação entre as partes forem inviáveis, então as freiras determinarão que o volume do aparelho de som seja zero. No entanto, suponha que as freiras e os estudantes tenham uma relação amigável e estejam abertos à negociação. Se o volume do som for zero, então os estudantes estarão dispostos a pagar até \$100 (seu benefício marginal neste ponto) para aumentar o volume do som um pouco. As freiras, por sua vez, aceitarão qualquer valor acima de 0 (seu custo marginal neste ponto) como compensação para um pequeno aumento no volume do som (a receita extra poderia, por exemplo, ser bem vinda no financiamento de ações de caridade do convento ou na compra de um CD de canto gregoriano). A nossa previsão então é que o volume não fique no zero: ambas as partes podem aumentar seu bem estar com um pequeno aumento do volume. O mesmo argumento se aplica se o volume for 1, já que seu benefício marginal ainda supera seu custo marginal. Seguindo essa linha de raciocínio, podemos prever que o mercado de direitos sobre o volume (ou silêncio) nos conduzirá ao volume ótimo igual a 4. Além desse volume, o máximo que os estudantes estariam dispostos a pagar para as freiras é menor do que o mínimo que elas exigiriam em compensação (\$50 e \$75, respectivamente, no caso de um volume igual a 5). Podemos prever também que o preço por unidade de volume pago pelos estudantes será \$60 (custo e benefício marginal no nível ótimo de poluição sonora). Este valor é o mínimo que os estudantes podem oferecer por unidade de volume pela máxima quantidade que lhes é viável obter (lembre-se que preço de mercado é uma soma única de dinheiro paga por unidade do bem consumido e para cada unidade consumida).

Vale notar também que o preço do direito de poluir é igual ao imposto pigoviano (veja Figura 5). Isto não deveria nos surpreender, já que em ambos os casos estamos simplesmente estabelecendo o preço sobre a poluição que induza a poluição ótima. Este preço deve ser igual ao dano marginal da unidade ótima de poluição, de forma que não

valha a pena poluir menos (o benefício da poluição é maior do que seu preço e ganhos do poluidor aumentam se a poluição continuar aumentando), ou mais (o preço da poluição passa a ser maior do que o valor do seu benefício). Sendo assim, para que o nível eficiente de poluição resulte, tanto o imposto pigoviano por unidade emitida quanto o preço por unidade de poluição devem ser iguais ao valor do dano causado pela unidade ótima de poluição (e_m da Figura 4).

Começamos o parágrafo anterior dando as freiras o direito de propriedade sobre o som (silêncio). No entanto, os estudantes da república também são membros da sociedade (definida aqui apenas como os estudantes e as freiras) e seria perfeitamente defensável dar a eles o direito de propriedade sobre o som (silêncio).⁶ Se este for o caso, os estudantes terão o incentivo de elevar o volume até 10. Neste ponto, seu benefício marginal será zero e o custo marginal das freiras será equivalente a \$150. Neste caso, as freiras estariam dispostas a pagar até \$150 para obterem uma redução do volume do som e os estudantes estariam dispostos a reduzir o volume por qualquer compensação acima de \$0 (cervejas no horizonte...). A aplicação do mesmo argumento do parágrafo anterior nos permite prever que o processo de negociação prossiga até que o volume caia para 4 e que o preço por unidade de volume seja \$60. Este é novamente o nível ótimo de poluição sonora neste exemplo.

Em resumo, não importa a quem pertence os direitos de propriedade inicialmente. Desde que estes sejam bem definidos e transferíveis, um mercado pode emergir e alocar a poluição de forma *eficiente*. Não é exagero reiterar que nosso foco é a *eficiência* da poluição. É importante ressaltar que, embora a distribuição de direitos de propriedade não influencie o objetivo da eficiência, ela tem implicações para a equidade social. Aqueles membros da sociedade que tiverem os direitos de propriedade de fato terão um ativo de valor em suas mãos que pode afetar suas riquezas, fato que tende a influenciar políticas públicas que também se preocupam com a ética e a justiça social.

A solução de Coase neste exemplo simples mostra que o problema de externalidades foi resolvido sem intervenção direta do governo e através do mercado não regulado. Tudo

⁶ Vale reiterar que adotamos aqui uma posição *amoral* (diferente de imoral!): não entramos no mérito ético ou moral de a quem é justo dar os direitos de propriedade. Esta atribuição não pode ser dada a economia ou qualquer disciplina. Ela deve emergir da própria sociedade de alguma forma (esta é uma posição ética/moral que reflete os valores do autor deste texto).

que o governo precisa fazer nesse caso é solidificar as instituições que garantem a definição de direitos de propriedade. Na verdade, é possível que nem mesmo esta intervenção do governo seja necessária. É possível que os dois vizinhos entrem em um acordo de divisão de direitos de propriedade sem a necessidade de intervenção de terceiros. Por fim, Coase chama atenção para o fato de que a intervenção direta do governo de acordo com a tradição pigoviana (imposto da poluição) não só é desnecessária como pode introduzir ineficiências. Suponha, por exemplo, que as freiras e os estudantes entrem em um acordo informal e negociem direitos de propriedade, gerando assim o nível ótimo de poluição sonora. Nesse caso, se o governo intervir e introduzir um imposto pigoviano, novos incentivos para poluidores estarão presentes e farão com que eles reajustem para baixo a quantidade poluída. Mas se começamos com o nível ótimo de poluição um reajuste nos levará para um nível sub-ótimo: não se mexe em time que está ganhando!

Por fim, assim como no caso de qualquer outro resultado teórico, é preciso ter muita cautela quando transferimos as lições do teorema de Coase para aplicações práticas e confecção de políticas públicas. O teorema de Coase só se aplica quando várias condições são satisfeitas. Em primeiro lugar, como a proposta de Coase se baseia no mercado, as condições descritas na seção 2 devem estar presentes: informação perfeita, consumidores e vendedores sem poder de manipulação de preços, consumidores e produtores que visem à maximização de lucros e bem estar, respectivamente e baixos custos de transação. Além disso, é preciso que não ocorram os chamados efeitos renda ou riqueza. Efeitos renda e riqueza se referem ao fato de que uma vez que damos um ativo de valor (direitos de propriedade) para uma das partes (poluidores ou vítimas), aqueles que agora detêm os direitos de propriedade se tornam mais ricos e, com isso, podem mudar suas demandas por poluição, alterando assim o nível ótimo de poluição. Isto ocorre porque nossos custos e benefícios estão baseados nos sacrifícios que estamos dispostos a fazer para consumir um bem. Se nos tornamos mais ricos, nossa disposição a fazer sacrifícios muda (um consumidor com maior renda pode estar disposto a pagar \$100 em uma garrafa de vinho, ao passo que um consumidor mais pobre não).

Crucial importância, no entanto, deve ser dada aos custos de transação envolvidos na negociação do nível ótimo de poluição. Dependendo da magnitude dos custos de transação ou custos de se negociar, o teorema de Coase pode perder sua validade. Por

exemplo, se comprar e vender direitos de propriedade envolver custos de encontrar um parceiro de troca, contratar um advogado, confeccionar um contrato e monitorá-lo, pode ser que estes custos sejam mais altos do que os benefícios de se reduzir a poluição. Custos de transação podem ser também mais sutis e de difícil quantificação monetária. Por exemplo, tanto as freiras quanto os estudantes podem, por princípios morais, se recusarem a dialogar, mesmo que ganhos monetários tangíveis pudessem resultar para ambas as partes.

Quando as condições acima não estão presentes, não se pode afirmar que o nível ótimo de poluição será gerado independente de quem inicialmente detém os direitos de propriedade. Em certos casos, quando existem vários poluidores e várias vítimas que podem se organizar em diversas coalizões, não se pode garantir que será possível chegar a uma negociação que nos leve ao nível ótimo de poluição. Infelizmente, as condições necessárias para se validar a solução de Coase raramente existem. Custos de transação estão presentes em vários graus na maioria dos mercados reais. Isto, no entanto, não significa que devemos abandonar as conclusões do teorema de Coase e sua recomendação do uso do mercado para a resolução de problemas advindos de externalidades. Uma visão otimista das contribuições de Coase nos alerta para a existência disseminada de custos de transação, de forma que quando alocamos direitos de propriedade, devemos fazê-lo de forma a minimizar custos de transação de modo que aproximemos o máximo possível do nível ótimo de poluição (veja o Quadro 2 abaixo).

Quadro 2. Coase 1 x Chuva Ácida 0

A experiência prática do combate a chuva ácida nos Estados Unidos ilustra a idéia da alocação de direitos de propriedade para se diminuir custos de transação e reduzir a poluição. No início da década de 1970 uma pressão crescente da sociedade norte-americana para se proteger o meio ambiente resultou em uma série de medidas regulatórias, incluindo provisões para a redução da emissão de dióxido de enxofre (SO₂), um dos principais causadores da chuva ácida. A queima de carvão mineral para geração de energia elétrica acarreta na liberação de enxofre, que quando combinado com oxigênio gera a emissão de SO₂. Uma vez na atmosfera, SO₂ pode combinar-se com água e formar ácido sulfuroso. Este por sua vez retorna a superfície da terra na forma de chuva ou neve ácida. A chuva e a neve ácida danificam florestas, ambientes aquáticos e construções. Para limitar as emissões de SO₂ e os efeitos da chuva ácida, a primeira geração de políticas públicas nos EUA recorreu a políticas de comando e controle e determinou que as usinas termoelétricas americanas usassem filtros de SO₂. Com o passar do tempo, novas medidas para redução das emissões de SO₂ se fizeram necessárias. Em particular, passada a primeira geração de políticas que “colheu o fruto mais baixo e ao alcance da mão” via implantação de filtros até então inexistentes, fez-se necessária a adoção de políticas mais flexíveis que permitissem as termoelétricas reduzirem a poluição da forma que essas julgassem ser mais econômica. Para este fim, a agência de proteção ambiental norte-americana (EPA) optou pelas lições de Coase e lançou um programa de distribuição de direitos de propriedade de poluição, os chamados títulos negociáveis de poluição (transacionados no mercado de Chicago). A EPA decidiu pelo número de títulos a serem disponibilizados, distribuiu esses títulos entre as termoelétricas de acordo com níveis históricos de emissões e permitiu que estas usinas comprassem e vendessem esses títulos entre si.⁷ Dessa forma, as termoelétricas com baixo custo de redução da poluição optam por reduzir suas emissões e vender os títulos excedentes para aquelas termoelétricas com alto custo de redução de poluição e que preferem comprar o direito de poluir. Dessa forma, o total de emissões é determinado pelo governo, mas sua alocação final através do mercado é feita de forma a permitir que as poluidoras emitam com a maior flexibilidade e o menor custo possível. Além disso, as autoridades ambientais norte-americanas periodicamente reduzem o número total de títulos disponíveis, de forma a progressivamente reduzir as

⁷ Este programa é conhecido em inglês como *cap and trade*. A palavra *cap* se refere a imposição de um limite no número total de títulos que podem ser comprados e vendidos (daí *trade*) pelos poluidores.

emissões de SO₂. Note que os títulos negociáveis de poluição foram distribuídos aos poluidores. A alternativa seria distribuí-los as vítimas. No entanto, essas são milhões de habitantes residentes principalmente da costa leste dos Estados Unidos e Canadá. Caso os títulos de emissão fossem distribuídos as vítimas, muito provavelmente haveria altos custos de transação envolvendo a canalização destes títulos de valor unitário muito baixo do ponto de vista de cada um dos seus proprietários para as termoeletricas que teriam a necessidade de comprar grandes quantidades destes papéis. A probabilidade de fracasso desta política seria altíssima. No entanto, com a distribuição de títulos aos poluidores, o sucesso do programa em termos de diminuição da chuva ácida é inegável. Em parte com base nesta experiência, a Comunidade Européia decidiu adotar o mesmo mecanismo para controlar as emissões de gases do efeito estufa no continente.

4.4. Comando e Controle *versus* Incentivos Econômicos

No nosso mundo simplificado, discutimos três formas de corrigir o problema da poluição: políticas de comando e controle, imposto pigoviano e definição de direitos de propriedade. Todas essas três famílias de políticas públicas nos levaram da poluição excessiva (onde benefício marginal da poluição é zero) para a poluição ótima (onde o benefício marginal da poluição é igual ao seu dano marginal). Mas estas três famílias de políticas são equivalentes? Existe alguma vantagem em escolher uma política em detrimento de outra? Em geral a resposta para a primeira pergunta é não e para a segunda é sim. Mais importante, não existe uma fórmula que diga qual política deva ser usada sempre. Cada caso envolve uma avaliação diferente que pode nos levar a escolha de uma política diferente. No entanto, existem alguns elementos importantes que devem ser tomados em consideração quando avaliamos qual política parece ser a melhor opção. Para melhor entender esse ponto, agrupamos o imposto pigoviano e o mercado via definição de direitos de propriedade sugerido por Coase em um grande guarda-chuva denominado políticas de incentivos econômicos. A partir daí, comparamos políticas de comando e controle com incentivos econômicos.

Existem dois argumentos que em geral levam economistas a preferir incentivos econômicos em relação a políticas de comando e controle. Para entender o primeiro deles, vamos fazer nosso mundo ficar um pouco mais realista e admitir a possibilidade de mudanças tecnológicas que possam a nos ajudar a produzir poluindo menos. Nesse

caso, políticas de comando e controle oferecem menos (ou nenhum) incentivos ao desenvolvimento dessas tecnologias mais limpas. Isto ocorre porque uma vez que o poluidor tenha se adequadado às leis de comando e controle (como usar um certo filtro, diminuir o uso de dado insumo ou produzir menos), ele não terá incentivos a investir no desenvolvimento de novas tecnologias que façam com que a poluição diminua ainda mais. Que incentivos restam ao poluidor de arcar com o custo de desenvolver uma nova tecnologia se ele já cumpre a lei? A nova tecnologia vai trazer um custo sem nenhum ganho adicional! Estamos supondo que essa tecnologia não faça o poluidor mais produtivo e aumente os seus lucros. A razão dessa suposição é que se essa nova tecnologia trouxer ganhos para o poluidor, então ele terá o incentivo de desenvolvê-la e adotá-la mesmo na ausência de políticas de proteção ambiental.

Por outro lado, no caso de políticas de incentivo econômico, poluir envolve um custo para o poluidor sempre, o que o motiva a tentar ficar livre deste custo através de uma tecnologia mais limpa. Por exemplo, suponha que o imposto pigoviano da Figura 5 seja $t^* = \$100$ por unidade de poluição e que o nível ótimo de poluição seja $e^* = 10,000$ unidades de poluição por ano. Isto significa que o poluidor pagará $t^* \times e^* = \$1,000,000$ por ano para o governo. Se o poluidor conseguir desenvolver uma tecnologia que custe menos que o que ele paga para o governo por ano, por exemplo $\$700,000$ por ano, ele o fará para reduzir sua carga tributária e economizar $\$300,000$ por ano. No caso de direitos de propriedade o racicínio é análogo, o comprador dos títulos de poluição tem o incentivo de se livrar desse ônus, ao passo que o vendedor dos seus títulos excedentes de poluição tem o incentivo de, através de uma nova tecnologia, lucrar ainda mais com a venda de mais títulos. Em outras palavras, uma nova tecnologia deixa o poluidor menos dependente de poluição para efetuar seus ganhos, o que o faz evitar o ônus de poluir. Com mecanismos de incentivo econômico, toda unidade poluída de 0 a e^* vem associada a um preço (imposto pigoviano, título que o poluidor tem que comprar ou título de o poluidor não pode vender) ou sacrifício (no jargão econômico, cada unidade emitida tem um *custo de oportunidade*). Esse preço da poluição é a “pulga atrás da orelha” que incomoda o poluidor e o faz ter o incentivo de se livrar dela! No caso de comando e controle, no entanto, uma vez adotada a recomendação legal de emitir e^* , as unidades de poluição de 0 a e^* são gratuitas, o que não incentiva o poluidor a poluir menos.

Descrevemos acima o primeiro motivo pelo qual economistas tendem a preferir políticas de incentivos econômicos em detrimento de políticas de comando e controle: incentivo a adoção de novas tecnologias mais limpas. O segundo motivo diz respeito a minimização de custos de controle da poluição. Para entendermos o primeiro motivo, precisamos adicionar uma pitada de realismo no nosso mundo ao considerarmos a possibilidade de desenvolvimento tecnológico. Para entendermos o segundo motivo, precisamos adicionar um outro tipo de dose de realismo. Vamos supor agora que existem vários poluidores e que eles são diferentes no que diz respeito ao seu custo de reduzir a poluição: para alguns poluidores é mais caro reduzir a poluição do que para outros. Nestes casos, é mais provável que políticas de incentivo econômico sejam mais eficientes do que de comando e controle. Em outras palavras, podemos chegar a mesma redução da poluição em ambos os casos, mas chegamos lá a custos sociais mais baixos quando adotamos políticas de incentivo econômico. O exemplo gráfico da Figura 7 vai nos ajudar a entender melhor esse ponto.

<< *Inserir Figura 7 aqui* >>

A Figura 7 mostra as curvas de benefício marginal de dois poluidores diferentes. Antes de prosseguirmos, vale lembrar o que estas curvas nos dizem. Para cada unidade de poluição emitida a curva de benefício marginal nos diz quanto o poluidor se beneficia com aquela unidade (em \$). Este benefício decorre do fato de que ao emitir cada unidade, o poluidor está economizando o custo de eliminar aquela unidade do ambiente. Este custo economizado é adicionado aos lucros do poluidor e se torna, assim, um benefício. Daí o nome benefício marginal. Vale lembrar também que a área sob a curva de benefício marginal correspondente a um certo número de unidades de poluição descreve o benefício total deste conjunto de unidades.

Os dois poluidores da Figura 7 tem curvas de benefício marginal distintas: $BM_1 = 70 - e_1$ e $BM_2 = 30 - e_2$, onde e_1 e e_2 são as emissões pelos poluidores 1 e 2 em milhares de unidades, respectivamente. Se os poluidores não forem regulados pelo governo, então eles poluirão até que seus respectivos benefícios marginais sejam iguais a zero. Sendo assim, o poluidor 1 emitirá $e_{m1} = 70$ mil unidades de poluição e o poluidor 2 emitirá $e_{m2} = 30$ mil unidades de poluição, gerando um total de $e_m = 100$ mil unidades de poluição no meio ambiente. Imagine que através de um estudo técnico ou através de um processo

político o órgão de proteção ambiental determine que o nível ótimo de poluição total seja 50 mil unidades, ou seja, metade do nível atual. Para chegar ao nível ótimo de poluição, o órgão usa uma política de comando e controle e determina que cada poluidor deve cortar a poluição pela metade. Sendo assim, o poluidor 1 passa a emitir 35 mil unidades e o poluidor 2 passa a emitir 15 mil unidades de poluição.

Com a política de comando e controle, os poluidores terminam com níveis diferentes de benefício marginal da poluição: $MB_1 = 70 - 35 = \$35/\text{unidade}$ e $MB_2 = 30 - 15 = \$15/\text{unidade}$. Isto é, o poluidor 1 economiza \$35 com a última unidade emitida. Em outras palavras, custa ao poluidor 1 \$35 para eliminar a última unidade que não foi emitida. Similarmente, quando o poluidor 2 elimina sua última unidade de poluição, ele arca com um custo de \$15 por aquela última unidade. Desta forma, o valor de uma unidade adicional de poluição para o poluidor 1 é \$35, ao passo que o valor de uma unidade adicional de poluição para o poluidor 2 é \$15. A próxima pergunta que fazemos é: é possível chegar ao mesmo total de 50 mil unidades de poluição, mas a um custo mais baixo para a sociedade? A resposta é sim! Para ver porque esse é o caso, vamos adotar a seguinte lógica: se o poluidor 1 economiza mais do que o poluidor 2 com uma unidade adicional de poluição (\$35 versus \$15), porque não deixar o poluidor 1 aumentar sua poluição e compensar esse aumento com uma redução equivalente nas emissões do poluidor 2. Por exemplo, o que aconteceria se o poluidor 1 aumentasse suas emissões de 35 mil para 36 mil unidades ao mesmo tempo que o poluidor 2 diminuísse sua poluição de 15 mil para 14 mil unidades? As setas sob o eixo horizontal da Figura 7 ilustram esse caso. Neste caso, a poluição total continuaria sendo 50 mil unidades, como quer o órgão de proteção ambiental.

Se o poluidor 1 aumentar suas emissões de 35 mil para 36 mil unidades, seu benefício total aumentará de um valor igual a área sob a curva MB_1 entre 35 mil e 36 mil unidades de poluição. Esta é a economia ou ganho total para a sociedade caso o poluidor 1 aumente suas emissões da forma descrita aqui. Por outro lado, o poluidor 2 terá que reduzir sua poluição e isso tem um custo. Este custo é a diminuição no seu benefício total e corresponde a área sob a curva MB_2 entre 14 mil e 15 mil unidades de poluição. A perda de benefício para o poluidor 2 é o custo total para a sociedade caso o poluidor 2 diminua a poluição da forma descrita aqui. Comparação visual das duas áreas correspondentes ao benefício total e ao custo total deste rearranjo de emissões entre

poluidores claramente mostra um benefício líquido positivo (o cálculo dessas duas áreas é simples e deixado ao leitor como forma de verificação do argumento). Isto é, a sociedade ganha mais do que perde com o rearranjo de unidades emitidas por cada poluidor, sem sacrifício no número total de emissões almejado pelo órgão de proteção ambiental. Neste rearranjo, aqueles que podem despoluir a um custo mais baixo o fazem, ao passo que aqueles cujo custo de despoluição é mais alto tem a oportunidade de poluir mais. Assim, a sociedade pode atingir sua meta de reduzir a poluição e ao mesmo tempo proteger ao máximo possível o nível de emprego, lucro e renda.

Cabe notar que mesmo depois do rearranjo proposto acima, $MB_1 = 70 - 36 = \$34/\text{unidade}$ ainda é maior do que $MB_2 = 30 - 14 = \$16/\text{unidade}$. Sendo assim, ainda há espaço para fazermos melhor no sentido de continuar emitindo as mesmas 50 mil unidades, mas a um custo total de despoluição ainda menor. Só não haverá mais possibilidade de se reduzir os custos totais de despoluição quando ambos os poluidores tiverem o mesmo benefício marginal de poluição. Neste ponto, o valor de mais uma unidade de poluição será o mesmo para ambos os poluidores e não haverá economias adicionais em mover a poluição de um poluidor para outro. A intuição é bem simples. Imagine que um poluidor tenha duas fábricas, uma moderna e de baixo custo de reduzir a poluição e uma mais antiga onde é caro reduzir a poluição. Se o órgão ambiental determinar que este poluidor deverá cortar sua poluição total pela metade, ele o fará primeiro na fábrica moderna onde o custo de despoluir é mais baixo e só começará reduzir a poluição na fábrica mais antiga quando não houver mais espaço para reduzir a poluição na fábrica nova a um custo inferior.

O exemplo numérico acima mostra como uma política de comando e controle de controle ambiental é ineficiente: é possível fazer melhor e diminuir custos. Mas o que se pode dizer sobre as políticas de incentivo econômico como o imposto pigoviano e os títulos negociáveis de poluição. Para notar que as políticas de incentivo econômico são eficientes em controlar a poluição ao mais baixo custo possível, basta notar que ambas impõe o mesmo custo por unidade adicional de poluição: o imposto pigoviano impõe a mesma taxa por unidade de poluição para todos os poluidores e os títulos negociáveis têm um preço único de mercado que igualmente se aplica a todos os poluidores. Sendo assim, na hora de decidir quantas unidades de poluição emitir, cada poluidor comparará seu benefício marginal ao preço da poluição (imposto ou preço do título) que é comum

a todos. Cada poluidor poluirá no ponto onde o seu benefício marginal da poluição for igual ao preço de mais uma unidade de poluição. Como este preço é comum a todos, todos os poluidores terminarão com o mesmo benefício marginal da poluição. Esta, como vimos acima, é a condição para minimização dos custos de controle da poluição.

Em resumo, economistas preferem, em geral, políticas de incentivo econômico para controle da poluição porque: 1) elas promovem o incentivo à adoção de novas tecnologias mais limpas e 2) elas igualam o benefício marginal da poluição entre todos os poluidores fazendo com que o custo total da proteção ambiental seja o mínimo possível. Além disso, é importante notar que há outros mecanismos de incentivo econômico além do imposto pigoviano e dos títulos negociáveis de poluição. Exemplos destes tipos de mecanismos são descritos em USEPA (2001) para o caso norte-americano e em World Bank (1997) para o caso latino-americano e caribenho. Na medida que esses mecanismos coloquem um preço comum sobre a poluição, o objetivo de minimização de custos de proteção ambiental será alcançado. Focamos aqui no imposto pigoviano e nos títulos negociáveis de poluição porque estes estão no centro do debate sobre as políticas de mitigação dos efeitos do aquecimento global.

Por fim, é importante notar que existem circunstâncias onde políticas de comando e controle são preferíveis aos mecanismos de incentivo econômico no controle da poluição. Isto pode ocorrer quando tratamos de poluentes extremamente tóxicos. Nestes casos, poluidores podem sempre optar por poluir e pagar o imposto ou poluir mais do que os títulos permitem, mas pagar a multa aplicável caso isso aconteça. No entanto, se isto acontecer e a poluição passar de um limite perigoso, danos irreparáveis podem acontecer. Para se evitar custos sociais altíssimos, pode ser recomendável banir o uso de um certo poluente, por exemplo. Em outros casos, deve-se levar em consideração o custo envolvido em implementar uma política de incentivos econômicos. Coordenar compras e vendas de títulos de poluição pode ser extremamente complexo quando fatores ambientais regionais e número de poluidores e vítimas forem fatores determinantes. Introduzir um novo imposto está sujeito a rejeição política que pode inviabilizar completamente o processo de proteção ambiental.

Um exemplo bem sucedido de uso de política de comando e controle diz respeito ao protocolo de Montreal que trata da proteção da camada de ozônio na estratosfera. Neste caso, a ciência das causas da destruição da camada de ozônio e das consequências desta

destruição eram bem claras. Além disso, substitutos menos nocivos e relativamente baratos para a maioria dos gases que degradam a camada de ozônio existem (por exemplo, desodorantes de spray manual ou *roll on* são alternativas tecnológicas baratas para desodorantes que usam gases CFCs destruidores da camada de ozônio). Neste caso, simplesmente banir o uso de CFCs parece ser menos dispendioso do que incorrer custos de criação de instituições de coordenação internacional para implementar incentivos econômicos para controle da poluição. É importante ressaltar, no entanto, que CFCs são substituídos em alguns casos por outros gases menos nocivos mas que também degradam a camada de ozônio. O esforço de redução adicional da emissão desses gases pode usar incentivos econômicos como importantes ferramentas de controle da poluição. Por esses motivos, é provável e desejável que uma gama de instrumentos para a proteção ambiental, incluindo comando e controle, continue existindo à disposição de arquitetos de políticas públicas.

4.5. Imposto Pigoviano versus Títulos Negociáveis

No mundo simplificado da Figura 4, adotar a política baseada em títulos de poluição negociáveis é idêntico a adotar um imposto pigoviano sobre a poluição. No entanto, este resultado geralmente não se aplica quando temos que lidar com uma realidade mais complexa. Dependendo do contexto, é justificável adotar uma política em detrimento de outra.

Em primeiro lugar, a escolha de um instrumento de controle da poluição deve levar em conta as especificidades regionais da poluição. Por exemplo, quando a poluição migra dentro de uma região (através de ventos ou fluxos hídricos), as emissões de um poluidor em dado ponto da região poderão contribuir de forma diferente das emissões de outro poluidor em outro ponto da região no que diz respeito a concentração da poluição no ambiente. Ou seja, alguns contribuirão mais para a poluição da região do que outros. Nesses casos, um mercado de títulos negociáveis deve vir com um número de regras que especifica quantos títulos o poluidor A terá que comprar do poluidor B (C, D, E, etc.) para emitir mais uma unidade de poluição. Em outros casos, a região pode ser tão complexa que ela tenha que ser dividida em sub-regiões com implicações para o comércio de títulos dentro de e entre sub-regiões. Estes limites geográficos para mercados de títulos de poluição são as chamadas “bolhas” onde compra e venda de

títulos pode ocorrer. Nestes casos, dois problemas importantes podem surgir. Em primeiro lugar, as restrições técnicas e o desenho de instituições para implementá-las podem ser tão complexos que o mercado pode não funcionar de forma eficiente. Quanto mais simples o mercado, maior a participação de compradores e vendedores e maiores serão os ganhos sociais desta compra e venda voluntária de títulos de poluição. Em segundo lugar, as chamadas bolhas podem ser tão restritas geograficamente que o número de poluidores que podem participar do comércio de títulos nestas bolhas seja bastante reduzido. Com isso, é possível que oportunidades de negócios não sejam realizadas (quanto mais oportunidades maiores a chances de transações que beneficiem compradores e vendedores) ou que alguns grandes detentores de títulos dominem o mercado, restringindo o comércio para maximizar seus ganhos financeiros em detrimento do objetivo da política ambiental. Estes mercados com poucas transações e poucos participantes são chamados de “mercados magros”.

A complexidade de se operar um mercado de títulos de poluição pode favorecer a escolha do imposto pigoviano sobre a poluição em detrimento da solução de Coase. Na terminologia da literatura coasiana, os custos de transação para implementação deste mercado seriam demasiadamente altos. No caso de emissões de gases do efeito estufa a regionalização da poluição não é um problema, uma vez que uma unidade de poluição gerada no Brasil, na China, nos EUA, na Europa ou qualquer parte do planeta contribui exatamente da mesma forma para o aquecimento global. Temos aqui um problema (externalidade ou bem/mal público) global, e não regional. Esta característica dos gases do efeito estufa facilita a implementação de um sistema de títulos negociáveis de poluição e, por isso mesmo, esta foi a estratégia adotada pela União Européia no combate ao aquecimento global dentro do previsto pelo protocolo de Kyoto.

No entanto, a opção pelos títulos de poluição para combater o aquecimento global tem seus problemas. Uma crítica importante ao uso desta política é que ela envolve países soberanos e a coordenação entre estes pode ser difícil. É preciso desenhar instituições que garantam o mercado dos títulos de poluição, coordene a distribuição desses títulos entre países e fiscalize o grau de controle dos poluidores exercido por cada país. Países soberanos podem ter o incentivo de relaxar a sua fiscalização de emissões para dar uma vantagem competitiva a sua economia e gerar empregos locais. Esta possibilidade é mais problemática ainda caso países ou blocos soberanos (como a União Européia e os

EUA) decidam separadamente o número de títulos a emitir, mas interliguem seus mercados. Se isso acontecer e um dos blocos emitir títulos em demasia, o preço global dos títulos (preço da poluição) cairá com a maior oferta destes e o esforço de controle da poluição feito pelo outro bloco será minado em boa parte. Mercados interligados são como vasos comunicantes: um furo em um dos vasos esvazia todos os vasos. Um grande desafio é, então, construir uma instituição supranacional que fiscalize e puna esses países soberanos com política frouxa de emissão de títulos de poluição. O uso do imposto pigoviano, por outro lado, seria bem mais simples, uma vez que uma estrutura de arrecadação de impostos já existe em todos os países. Além disso, caso uma coordenação internacional de impostos não seja possível, impostos mais baixos em um dado país não contaminam os incentivos dados por impostos em outros países. Isso aconteceria porque cada país teria seu imposto (preço da poluição) e estes não seriam influenciados por impostos em outros países. Embora o problema gerado pelos gases do efeito estufa seja global, o problema de falha de políticas públicas nesse caso seria local: um furo em um dos vasos não esvaziaria os demais vasos.⁸

Além do problema de coordenação internacional, mesmo que uma instituição supranacional exista e funcione, cada país tem que lidar com o dilema de como distribuir seus títulos de poluição. Como no caso da república de estudantes e do convento, a distribuição inicial de títulos pode não afetar o nível final e eficiente da poluição, mas aqueles que recebem os títulos ganham um ativo de valor que os enriquece. Com isso, poluidores dentro de cada país podem desencadear um processo político de disputa por títulos que pode atrasar o ataque à poluição, inflar o número de títulos distribuídos para garantir a aceitação política do programa de controle da poluição ou, em casos extremos, inviabilizar a política de proteção ambiental.

Outra crítica ao programa de títulos negociáveis diz respeito à chamada *hipótese do dividendo duplo*. Uma literatura estabelecida em economia mostra como impostos em geral reduzem o bem estar social. Impostos encarecem produtos. Com isso, consumidores consomem menos do que consumiriam e produtores produzem menos do que produziriam na ausência do imposto. Tanto consumidores quanto produtores são potenciais perdedores. Além disso, mesmo que o governo devolvesse os impostos para

⁸ Para comparação mais detalhada entre impostos e títulos negociáveis de poluição, veja CBO (2001) e CBO (2008).

os consumidores e produtores, estes perderiam em relação ao caso de um mercado sem impostos, uma vez que a receita gerada pelos impostos ocorreu em um mercado distorcido com preços maiores e menos transações do que aquele livre de impostos. Em outras palavras, impostos tendem a diminuir a eficiência de mercados. Na prática precisamos de governos que devem ser financiados de alguma forma. O que esse resultado diz é que o financiamento via (a maior parte dos tipos de) impostos sobre mercados tem seus custos e devemos compará-los aos seus benefícios.⁹ No entanto, o imposto pigoviano é diferente dos demais, uma vez que ele corrige uma falha de mercado, contribuindo assim para o aumento da eficiência do mercado. Este é o chamado primeiro dividendo do imposto pigoviano. Além disso, as receitas necessárias para financiar o governo podem agora provir do imposto pigoviano que poderiam substituir os impostos que diminuem a eficiência econômica. Este é o segundo dividendo do imposto pigoviano. Esta é a hipótese do dividendo duplo que se baseia na cobrança de impostos (pigovianos) sobre a poluição.¹⁰

Defensores do imposto sobre a poluição no caso dos gases do efeito estufa nos alertam que, por necessidade política, a maioria dos títulos negociáveis de poluição é doada aos poluidores. Sendo assim, o governo abre mão das receitas que poderiam ser usadas no financiamento eficiente das suas funções. Desta forma, o governo perderia a chance de reciclar as receitas do imposto pigoviano e aumentar a eficiência da produção e do consumo da sociedade.

Parece então ser clara a primazia do imposto pigoviano no combate ao aquecimento global. Infelizmente, esse não é o caso. Há importantes razões para se ponderar o uso do imposto pigoviano. Em primeiro lugar, existe uma grande dificuldade política de se introduzir um novo imposto. Este não é um problema a ser minimizado. A introdução de um novo imposto com enorme abrangência, visibilidade e impacto sobre o modo de viver da maioria da população mundial pode gerar tal resistência política que haja um retrocesso no processo de controle dos gases do efeito estufa. Esta resistência pode vir

⁹ Daí a recomendação de governos menores possíveis quando mercados funcionam e intervenção governamental onde mercados falham em gerar resultados eficientes.

¹⁰ Como o próprio nome sugere, a hipótese do dividendo duplo não é uma “lei econômica”, mas uma hipótese a ser testada empiricamente. Ela só é válida em um mundo onde não há outras distorções de mercado (como impostos sobre o trabalho e a renda). Quando essas distorções existem, resultados teóricos mostram que o segundo dividendo pode não se materializar ou até agravar outros problemas de eficiência econômica. Veja, por exemplo, Goulder (1995) e Bovenberg (1999).

principalmente de grandes poluidores que preferem títulos negociáveis distribuídos gratuitamente e na maior abundância possível.¹¹ Por esse motivo, a experiência norte-americana com títulos de SO₂ (ver Quadro 2) e a experiência recente da União Européia com títulos de carbono foram implementadas com uma rodada generosa inicial de distribuição gratuita de títulos seguida da diminuição gradual desses títulos no mercado. Por outro lado, aqueles que defendem o uso do imposto sobre a poluição especulam que ao estabelecer a priori o preço da unidade de gás do efeito estufa, o imposto pigoviano reduz as incertezas para os poluidores. Menos incerteza incentiva firmas a investirem, dinamizando assim a economia e possivelmente produzindo novas tecnologias mais limpas. Essa diminuição de incertezas poderia em tese promover o apoio político dos poluidores ao imposto pigoviano.

Outro problema do imposto pigoviano é que ele introduz a incerteza da quantidade emitida. Isso ocorre principalmente devido a incertezas sobre as curvas de benefício e dano marginal da poluição. Neste contexto, se os reguladores da poluição não tiverem uma boa estimativa das curvas de benefício e dano marginal da poluição (curvas de custo e de benefício marginal do abate da poluição), o imposto pode ser muito baixo ou muito alto, implicando em poluição excessiva ou pequena demais, respectivamente. No caso do aquecimento global, alguns pesquisadores suspeitam que danos catastróficos ao clima e ambientes terrestres possam ocorrer caso se cometa um erro grande na quantidade de carbono a ser emitida.¹² Eles usam esse argumento para dar preferência a títulos negociáveis de poluição, uma vez que estes delimitam a priori a quantidade total que será emitida.

Quando existem incertezas com relação tanto ao benefício marginal da emissão de gases do efeito estufa quanto aos seus danos marginais, a preferência por imposto ou títulos depende da natureza das curvas de benefício e dano marginal da poluição. O argumento é que se a curva de benefício marginal da poluição for relativamente achatada (como uma rampa de baixa inclinação), pequenas diferenças no nível de imposto podem implicar grandes variações na quantidade emitida de gases do efeito estufa, o que pode

¹¹ Por esse motivo, defensores do imposto sobre gases do efeito estufa se dedicam a divulgação das suas vantagens em relação a títulos negociáveis para conseguir suporte popular. Exemplos destes esforços são o *Clube de Pigou* (<http://www.pigouclub.com/>) fundado pelo professor Gregory Mankiew e o *Centro Para o Imposto do Carbono* (<http://www.carbontax.org/>).

¹² Veja, por exemplo, Stern (2008).

acarretar em grandes perdas sociais devido à poluição excessiva ou poluição excessivamente reduzida. Nesses casos, títulos negociáveis que especificam a quantidade da poluição diminuem as perdas sociais. Por outro lado, se a curva de benefício marginal for relativamente íngreme (como uma rampa com alto grau de inclinação), uma pequena mudança na quantidade de títulos emitidos pode causar grandes variações no preço do título resultando em grandes perdas econômicas. Poluidores temem que com a fixação do número de títulos de gases do efeito estufa seu preço possa disparar a níveis tão altos que inviabilizem a lucratividade de muitas empresas, gerando falências e desemprego em um nível economicamente inaceitável. Nesses casos, o uso do imposto pigoviano na prática fixa o preço da unidade do gás do efeito estufa e minimiza perdas sociais. Em linhas gerais, o que é essencial para esse resultado é a inclinação da curva de benefícios marginais *relativa* à inclinação da curva de danos marginais. O argumento também se estende para incerteza na curva de danos marginais e enfatiza, segundo alguns observadores, a necessidade de melhor entendermos os custos de descarbonização da economia e as consequências sócio-econômicas do aquecimento global.¹³ Tal entendimento nos ajudaria a compreender qual tipo de política, imposto ou títulos, resultaria nas menores perdas possíveis para a sociedade. Em outras palavras, é preciso saber com relação a qual incerteza temos menor tolerância: incerteza no preço dos gases do efeito estufa ou incerteza na quantidade desses gases. Este argumento foi elaborado com maior precisão no artigo clássico de Weitzman (1974) e generalizado em Weitzman (1978).

Por fim, assim como títulos negociáveis estão sujeitos a pressões políticas no que diz respeito ao número de títulos a serem emitidos, a definição do valor do imposto também pode ser influenciada por grupos de interesse e se afastar do imposto ideal.

4.6. Subsídios e Mecanismos Híbridos

Outra política pública de bastante aceitação entre poluidores é a introdução de subsídios à despoluição. Estes subsídios, se corretamente calculados, tem o potencial de

¹³ Divergências na percepção da natureza das curvas de benefício e dano marginal das emissões de gases do efeito estufa, nos riscos do aquecimento global e no papel da ética no processo intergeracional de tomada de decisão são fonte de debate com relação ao rigor das políticas de combate ao aquecimento global e à distribuição intertemporal dos seus custos. Veja, por exemplo, Mendelsohn (2008), Sterner e Persson (2008), Weyant (2008) e Dietz e Stern (2008).

produzirem o mesmo efeito do imposto pigoviano ou dos títulos negociáveis de poluição no sentido de conduzir as emissões ao seu nível ótimo. No entanto eles envolvem transferência de recursos da sociedade para poluidores e, no longo prazo, tendem a proteger os poluidores menos eficientes que teriam que deixar o mercado caso tivessem um custo adicional representado pelo imposto pigoviano ou compra de títulos. De forma ainda pior, subsídios podem atrair para o mercado poluidores que não seriam eficientes e competitivos o suficiente para sobreviverem em um mercado sem subsídios. No caso extremo, subsídios podem contribuir com o aumento da poluição se houver uma entrada massiva de poluidores.

Por fim, em uma tentativa de evitar comprometimento com uma política específica e se deparar com altos custos futuros decorrentes de incertezas sobre benefícios e danos marginais, alguns observadores propõe um mecanismo híbrido de controle da poluição. Este tipo de mecanismo usa títulos negociáveis de poluição com uma válvula de escape. Se o preço dos títulos subir até um patamar pré-determinado, o governo se compromete a vender tantos títulos quanto forem necessários a esse preço. Na prática este mecanismo funciona como títulos negociáveis que se tornam um imposto pré-estabelecido sobre a poluição caso o preço dos títulos suba em demasia. Do outro lado, se o preço dos títulos caírem demais devido a um alto número de títulos emitidos, o governo pode oferecer um subsídio ao abate da poluição para incentivar poluidores a poluir menos.

4.7. Solução Tecnológica

A última solução para o problema da poluição que consideramos aqui é a solução tecnológica. Com o progresso tecnológico que move na direção de tecnologias mais limpas, poluidores ficam menos “dependentes” da poluição para gerar ganhos econômicos. Na Figura 8, uma tecnologia mais limpa desloca a curva de benefícios marginais da poluição para a esquerda. Ou seja, para cada unidade emitida, o poluidor se beneficia menos da poluição com a nova tecnologia do que se beneficiaria no caso da tecnologia antiga e mais suja. Com isso, os incentivos a poluir diminuem e o nível ótimo de poluição cai para e^{**} , da mesma forma que o nível de poluição sem controle cai para e_m' . A redução da poluição em geral requer uma combinação de incentivos (que podem ser originados em um mercado sem regulamentação) e políticas públicas que

promovam o desenvolvimento de novas tecnologias menos nocivas ao ambiente. Por esse motivo, a estratégia de políticas de contenção das emissões de gases do efeito estufa inclui iniciativas para o desenvolvimento de tecnologias como termelétricas de carvão que de alguma forma consigam reter e capturar o carbono emitido na queima deste mineral. Os EUA e a China, grandes poluidores que têm boa parte da sua eletricidade gerada por termelétricas de carvão, atualmente discutem parcerias para o desenvolvimento de tais tecnologias de queima de carvão e captura de carbono. Outro exemplo de subsídio a tecnologias mais limpas são os recentes estímulos a empresas automotivas britânicas e norte-americanas feito pelos governos deste países visando o desenvolvimento de motores elétricos para veículos.

5. Conclusão

Neste texto nos dedicamos ao entendimento de como economistas analisam problemas ambientais derivados de falhas de mercado. Procuramos compreender como direitos de propriedade mal definidos podem dar origem à problemas ambientais, bem como o conceito de poluição socialmente ótima e as principais ferramentas usadas e propostas para se reduzir a poluição. Embora economistas tendam a preferir mecanismos econômicos em detrimento de políticas de comando e controle e embora políticas de proteção ambiental baseadas em títulos negociáveis tenham sido bem sucedidas em alguns casos (mas nem todos), reconhecemos o papel de outras políticas públicas para a proteção ambiental.

Na maioria dos casos de poluição é de se esperar a coexistência de várias políticas públicas de proteção ambiental respondendo de forma diferenciada às diferentes especificidades de diferentes poluentes, poluidores, vítimas da poluição e processos políticos de tomada de decisão em diversas sociedades. Este é o caso para muitos poluentes e não é diferente no caso do aquecimento global.

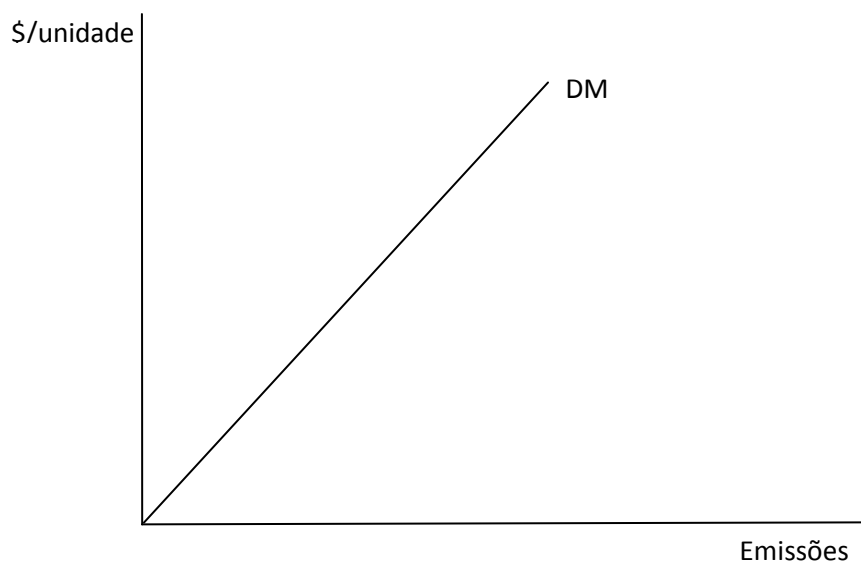


Figura 1: Dano Marginal da Poluição

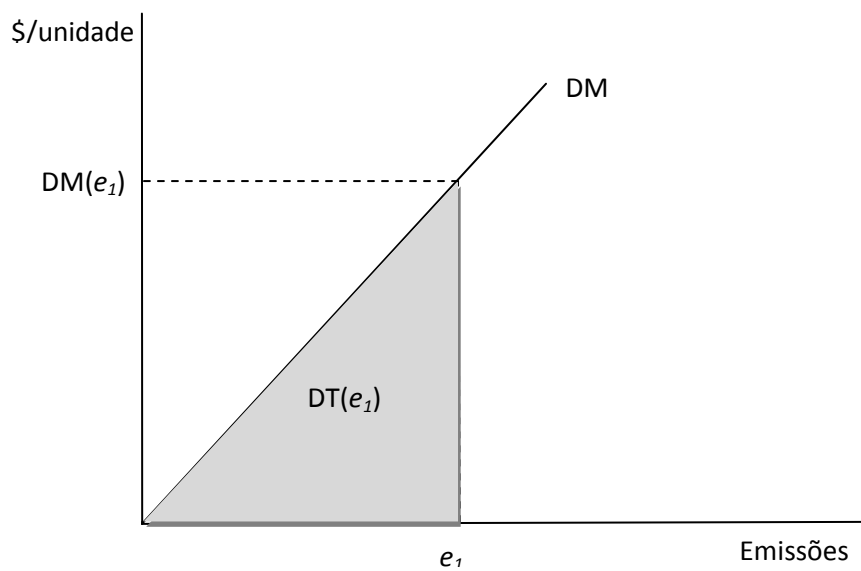


Figura 2: Dano Marginal e Dano Total da Poluição

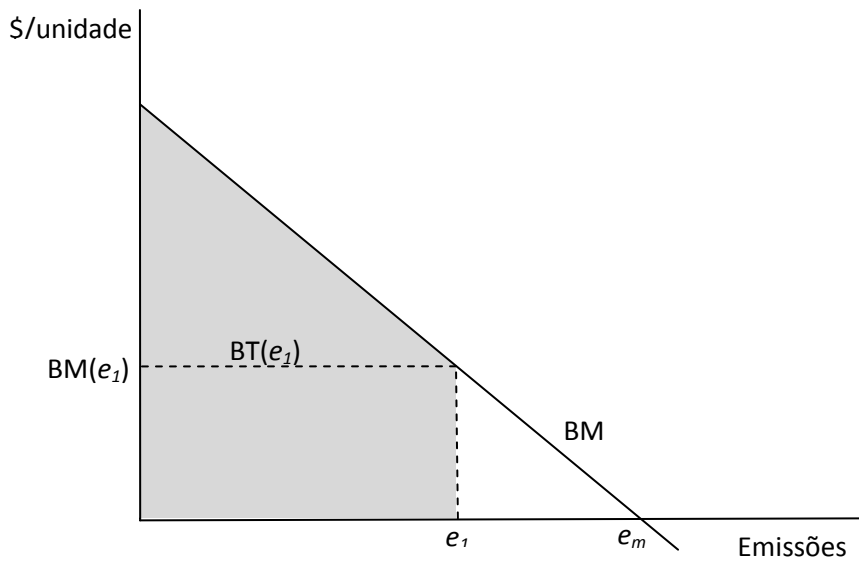


Figura 3: Benefício Marginal e Total da Poluição

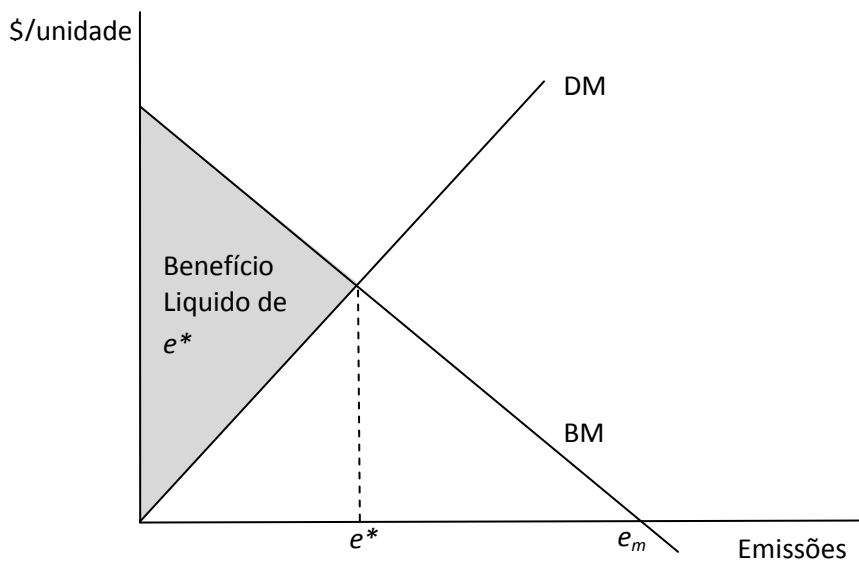


Figura 4: Poluição Ótima (e^*)

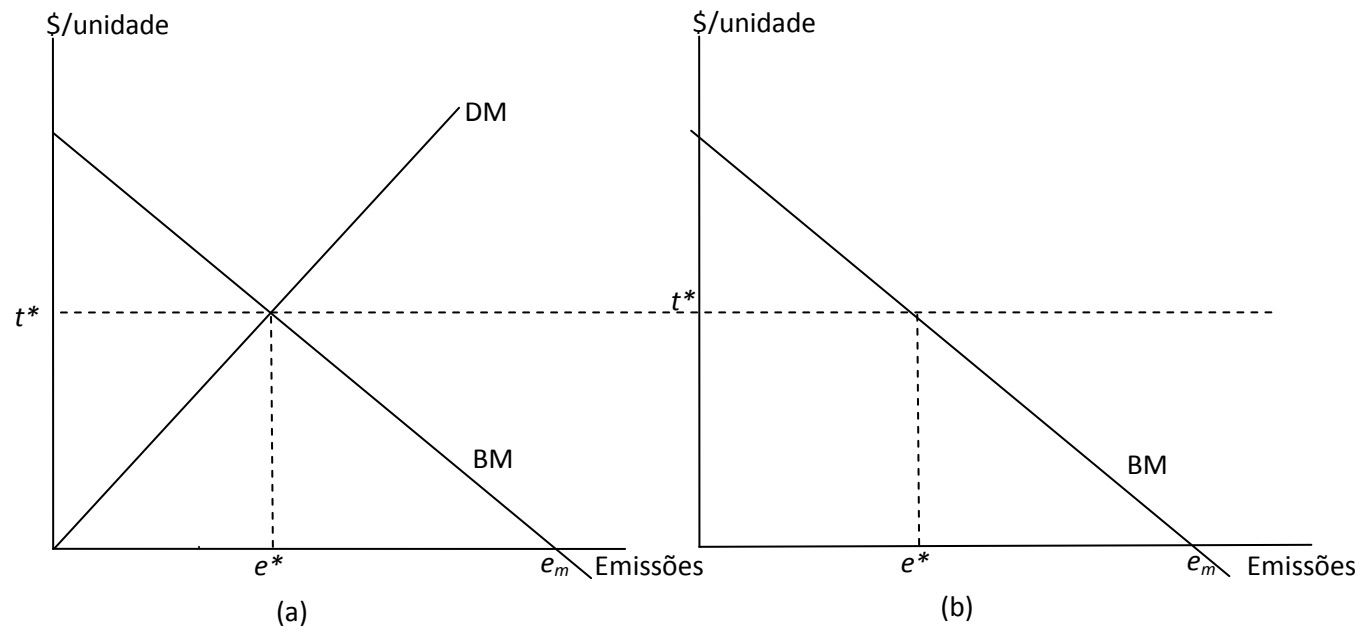


Figura 5: Imposto Pigoviano e Poluição Ótima (e^*)

Figura 6: Benefício e Custo Marginal da Poluição Sonora

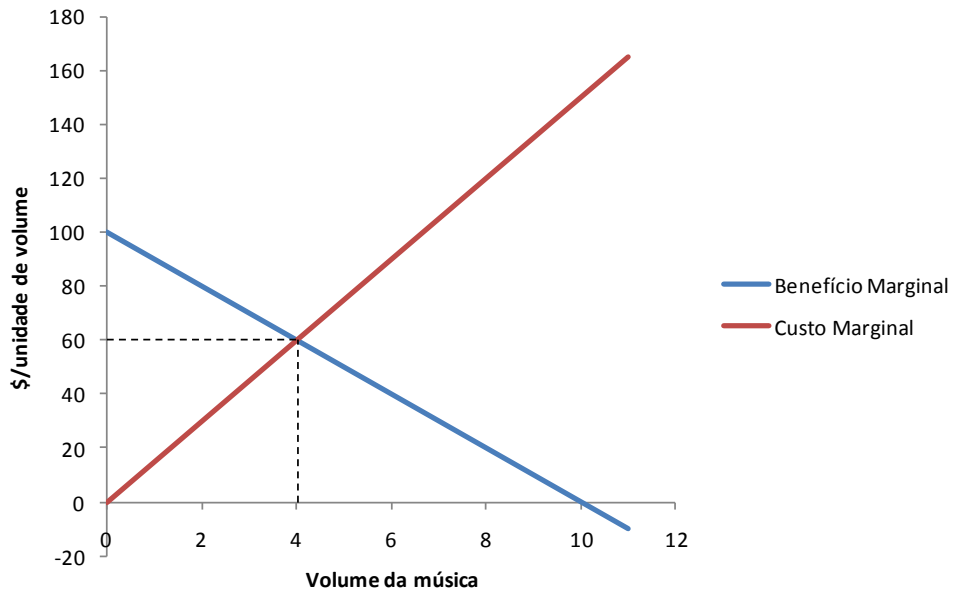
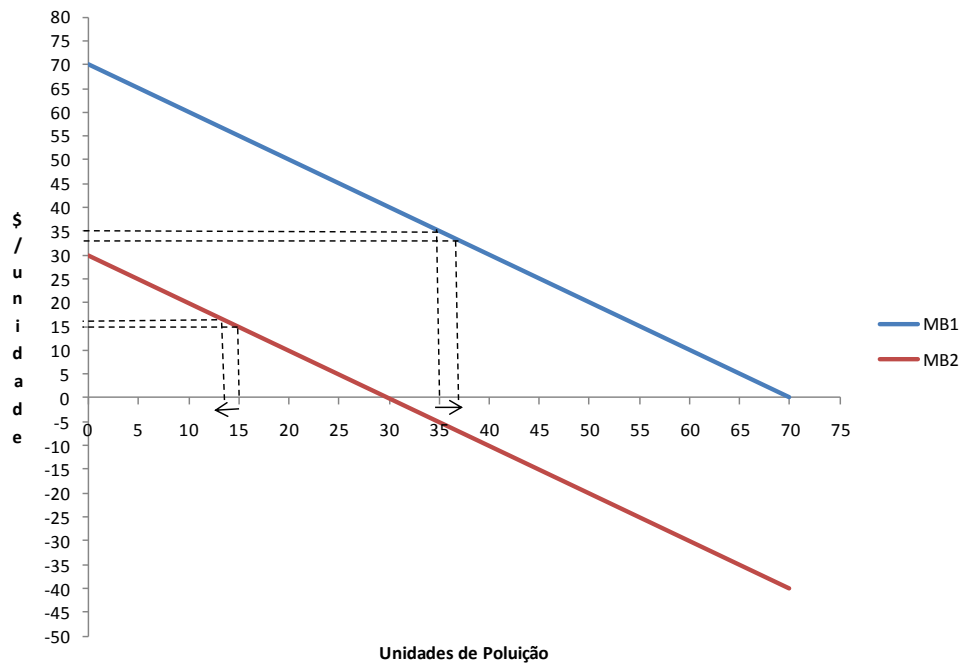


Figura 7: Poluidores Distintos



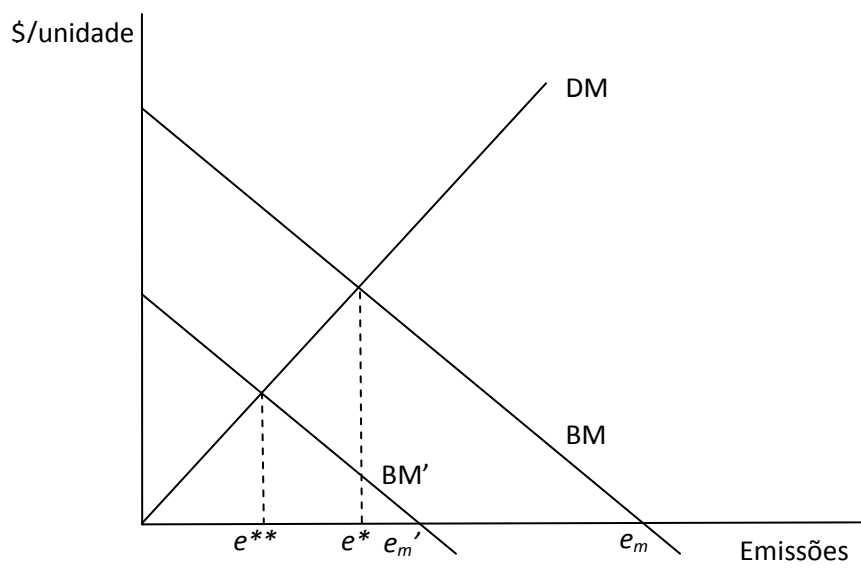


Figura 8: Progresso Tecnológico e Poluição

Referências

- Alston, L., Libecap, G. and Mueller, B. (2000). "Property rights to land and land reform: Legal inconsistencies and the sources of violent conflict in the Brazilian Amazon", *Journal of Environmental Economics and Management*, v. 39, pp: 162-188.
- Arrow, K. (1951). "Social choice and individual values". John Wiley & Sons, Inc., New York, Chapman & Hall, Limited, London.
- Bovenberg, A.L. (1999). "Green tax reforms and the double dividend: an updated reader's guide". *International Tax and Public Finance*, v. 6, pp: 421-443.
- CBO-Congress of the United States, Congressional Budget Office (2001). "An evaluation of cap-and-trade programs for reducing U.S. carbon emissions". A CBO study, June.
- CBO-Congress of the United States, Congressional Budget Office (2008). "Policy options for reducing CO₂ emissions". A CBO study, February.
- Coase, R. (1969). "The problem of social cost", *The Journal of Law and Economics*.
- Dietz, S. and Stern, N. (2008). "Why economic analysis supports strong action on climate change: A response to the Stern review's critics". *Review of Environmental Economics and Policy*, v. 2 (1), pp. 94-113.
- Goulder, L. (1995). "Environmental taxation and the double dividend: a reader's guide". *International Tax and Public Finance*, v. 2, pp: 157-183.
- Kelman, S. (1981). "Cost-benefit analysis: An ethical critique (with replies)". *AEI Journal on Government and Society Regulation*, January/February, pp. 33-40. In: Stavins, R. (ed.) (2000) "Economics of the Environment. Selected Readings", 4th edition. W.W. Norton & Company.
- Mendelsohn, R. (2008). "Is the Stern review an economic analysis?" *Review of Environmental Economics and Policy*, v. 2 (1), pp. 45-60.
- Pigou, A.C. (1920). "The economics of welfare". London: Macmillan and Co.
- Stern, N. (2008). "The economics of climate change". *American Economic Review*, v. 98(2), pp: 1-37.
- Stern, T. and Persson, U.M. (2008). "An even Stern review: Introducing relative prices into the discounting debate". *Review of Environmental Economics and Policy*, v. 2 (1), pp. 61-76.

U.S. EPA (2001). "The United States experience with economic incentives for protecting the environment". National Center for Environmental Economics, EPA-240-R-01-001, January 2001.

Weitzman, M.L. (1974). "Prices vs. Quantities". *Review of Economic Studies*, v. 41, pp: 477-491.

Weitzman, M.L. (1978). "Optimal rewards for economic regulation". *American Economic Review*, v. 68, pp: 683-691.

Weyant, J.P. (2008). "A critique of the Stern review's mitigation cost analysis and integrated assessment". *Review of Environmental Economics and Policy*, v. 2 (1), pp. 77-93.

World Bank (1997). "Market based instruments for environmental policymaking in Latin America and the Caribbean: Lessons from eleven countries". Orgs. Richard Huber, Jack Ruitenbeek and Ronaldo Serôa da Motta.