

O princípio poluidor pagador: uma aplicação de tarifas incitativas múltiplas à Bacia do Rio dos Sinos no RS*

Eugenio Miguel Cánepa**
Jaildo Santos Pereira***

“Um estudante perguntou ao mestre chinês Ts’ao-shan: ‘Qual é a coisa mais valiosa do mundo?’ O mestre disse: ‘A cabeça de um gato morto’. ‘Por que a cabeça de um gato morto é a coisa mais valiosa do mundo?’ inquiriu o estudante. Ts’ao-shan replicou: ‘Porque ninguém sabe dizer seu preço’.”

Carne de Zen, Ossos de Zen — Antologia de antigas histórias do budismo zen

“Parece haver, então, certa verdade no ditado conservador de que a propriedade de todos é a propriedade de ninguém. A riqueza que é livre para todos não é valorizada por ninguém, pois aquele que é tolo o bastante ao esperar por sua vez de uso simplesmente acabará defrontando o fato de que alguém chegou primeiro. A porção de pasto que o

* Versão corrigida e ampliada de trabalho apresentado, sob o mesmo título, no 4º Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica, realizado em Belém do Pará, de 21 a 24 de novembro de 2001.

** Economista, Especialista em Economia Urbana e Regional (USP), Pesquisador da Fundação de Ciência e Tecnologia (CIENTEC) na área de Economia do Meio Ambiente.
E-mail: deplan@cientec.rs.gov.br

*** Engenheiro Civil, Doutorando em Gestão de Recursos Hídricos (UFRGS/IPH) e consultor.
E-mail: jaildo@bigfoot.com

Os autores agradecem aos estagiários Alexandre Reis e Juliana Frantz (CIENTEC) pelo auxílio em várias etapas do trabalho.

criador de gado medieval deixa para trás na mansão senhorial é destituída de valor para ele, pois amanhã poderá ser comida pelo animal de outro; o petróleo deixado no poço é sem valor para quem não o perfurou, pois alguém mais pode legalmente extraí-lo; o peixe que ficou no mar é sem valor para o pescador, pois não há nenhuma garantia que estará à sua disposição amanhã. Um fator de produção que tem valor zero nos cálculos empresariais de seus usuários não produzirá nada em termos de renda. Recursos naturais apropriados em comum são bens livres para o indivíduo, mas escassos para a sociedade. Sob propriedade privada não regulada, eles não gerarão nenhuma renda; isto pode apenas ser obtido por métodos que os tornem de efetiva propriedade privada ou propriedade pública (governamental); em qualquer dos dois casos, sujeitos a um poder dirigente unificado.”

H. Scott Gordon. The economic theory of a common-property resource: The fishery

Introdução

No presente momento, após a instalação da Agência Nacional de Águas (ANA), no início do corrente ano, assistimos, no Brasil, a uma iniciativa por parte da União no sentido de implantar, nos termos da Lei nº 9.433/97, em alguns comitês de rios federais (por exemplo, o CEIVAP), a cobrança pelo uso dos recursos hídricos, o chamado Princípio Usuário Pagador (PUP), que engloba a cobrança pela retirada de água e pelo despejo de efluentes — este último correspondendo ao clássico Princípio Poluidor Pagador (PPP). Ao mesmo tempo, e até por necessidade urgente de articulação com a União, uma vez que os afluentes de rios federais são cursos d'água estaduais, diversos estados da Federação, São Paulo à frente, também estão empenhados na implantação do PUP nas respectivas águas de domínio estadual. A Lei Estadual nº 10.350/

/94, do Rio Grande do Sul, que regulamenta o art. 171 da Constituição Estadual, também incorpora esse instrumento.¹

Diante da iminência da aplicação, em grande escala, desse instrumento econômico de política ambiental, é preciso redobrar esforços no sentido de clarear conceitos e elaborar exemplos ilustrativos que permitam não só uma sólida discussão teórica do tema, como também possibilitem uma ampla e frutífera comunicação com os membros dos comitês de bacia — os “parlamentares” que decidirão, em última análise, a aplicação do instrumento —, com os meios de comunicação e com a população em geral, a qual, realmente, não tem a menor noção dessa verdadeira revolução em andamento.

Assim sendo, pretendemos, nesse texto, abordar dois tópicos relativos à aplicação do PPP na gestão dos recursos hídricos. Em primeiro lugar, pretendemos discutir a questão do caráter da cobrança pelo uso dos recursos hídricos: tributo ou preço público? Este item nos parece de extrema importância, especialmente se levarmos em conta o constante questionamento do contribuinte brasileiro sobre a legitimidade do Estado na imposição de tributos adicionais. Em segundo lugar, objetivamos apresentar, de forma detalhada, a aplicação do conceito de tarifa incitativa para o despejo de efluentes (Princípio Poluidor Pagador), levando em conta vários poluentes simultaneamente e tendo como base de aplicação a Bacia do Rio dos Sinos no RS. Pretendemos, aqui, elaborar um exemplo de aplicação do PPP que seja, ao mesmo tempo, realista e didático.²

A cobrança pelo uso das águas como preço público

A cobrança pelo uso dos recursos hídricos, especialmente o despejo de efluentes nos cursos d'água (o “velho” Princípio Poluidor Pagador), é corriqueiramente concebida como um tributo — um imposto, mais precisamente falando.

Essa concepção parece remontar ao estudo pioneiro de Pigou, no início do século XX, lidando com a correção de externalidades negativas mediante a cobrança, pelo Estado, da diferença entre o custo marginal privado e o custo marginal social. A imposição desse ônus ao poluidor tem sido encarada, de modo geral, como um tributo corretivo. Convém, rapidamente, abordarmos a argumentação pigouviana.

¹ Para uma visão mais ampla da Lei das Águas do Rio Grande do Sul (antecedentes, estrutura e vicissitudes de implantação), ver Cãnepa *et al.* (2001).

² Para não alongar demasiadamente o trabalho, a cobrança pela retirada de água não será examinada aqui. Para detalhes, ver Cãnepa (2000).

A Figura 1 representa, em análise de equilíbrio parcial, o caso de um setor produtivo constituído por empresas atuando em concorrência perfeita. A curva de demanda (soma lateral de todas as demandas individuais dos consumidores) intercepta a curva de oferta de mercado (soma lateral de todas as curvas de custo marginal privado das empresas que compõem o mercado, sendo, por conseguinte, uma curva de custo marginal privado global) no ponto $C = (x^*, p^*)$. Se não há externalidades na produção do bem e todos os demais mercados estão “ajustados” (concorrência perfeita e inexistência de externalidades nesses mercados), o ponto **C** representa um Ótimo de Pareto. Entretanto, na presença de uma externalidade negativa $t = BF$ por unidade produzida (que se soma aos custos privados), saímos do ponto Ótimo, pois, agora, não temos mais a igualdade entre preço e custo marginal. Diante disso, o Estado, através da autoridade ambiental, impõe um tributo (por unidade produzida) igual ao valor da externalidade. Nesse momento, a curva de custo marginal privado global é “corrigida” e temos uma nova curva de oferta, que reflete os custos marginais privados (MC) **mais** o custo marginal social (SMC). Como resultado, aumenta o preço do produto para os consumidores e diminui a quantidade transacionada no mercado (o ponto $B = (x^1, p^d)$). Os consumidores passam, agora, a pagar um preço “realista” pelo produto (cobrindo **todos** os custos que a sociedade realmente tem), e há uma diminuição na quantidade transacionada do produto, materializando uma menor pressão sobre o meio ambiente. Note-se que, no novo ponto de equilíbrio, o preço é igual ao custo marginal privado **mais** o custo marginal social. Isso implica, ainda, que o Ótimo de Pareto é recuperado, desde que mantida a hipótese de que os demais mercados estão devidamente ajustados.

Sem entrar no mérito dessa abordagem pigouviana e muito menos nas críticas que lhe têm sido endereçadas, pretendemos aqui apenas ressaltar que encarar o PPP (aqui equivalendo à cobrança pelo valor da externalidade) como um tributo está perfeitamente de acordo com a própria formulação de Pigou.

Entretanto a cobrança pelo uso do bem ambiental, no sentido de induzir o agente poluidor a usá-lo mais moderadamente, possibilitando a simultaneidade de outros usos e a sustentabilidade a longo prazo, pode ser examinada sob um outro prisma. Pelo fato de a poluição poder ser encarada como resultante do uso excessivo, por ser gratuito, de um recurso que é escasso do ponto de vista da sociedade, a imposição de um preço pelo uso corresponderia a uma **renda econômica** ou a uma **renda de escassez** (*scarcity rent*). Essa abordagem remonta, nada mais, nada menos, aos escritos do próprio D. Ricardo, em seus **Princípios de Economia Política e Tributação**. De fato, no Capítulo 2, que trata da renda, há menção explícita sobre isso:

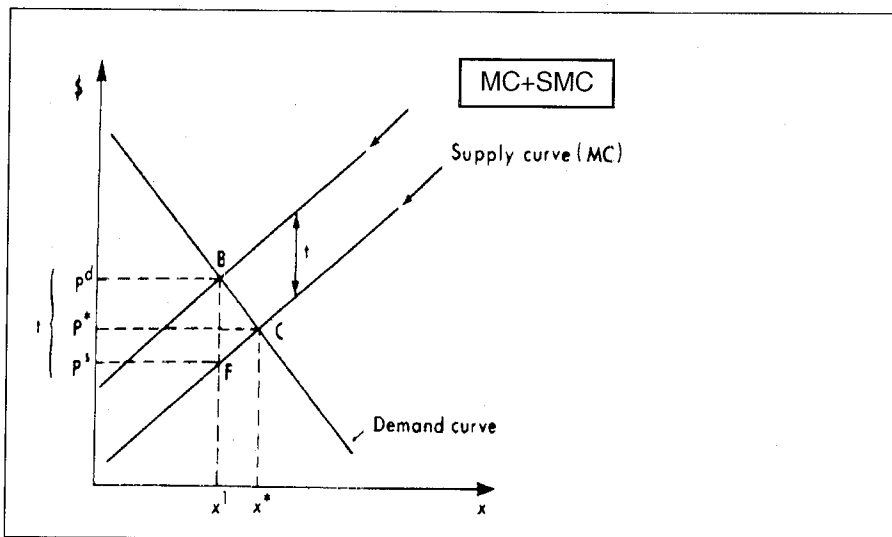
“(…) Se o ar, a água, a elasticidade do vapor e a pressão atmosférica tivessem diferentes qualidades; se pudessem ser apropriados e se

cada qualidade existisse apenas em quantidade moderada, esses agentes, assim como a terra, dariam origem à renda, à medida que as diferentes qualidades fossem sendo utilizadas”.

Essa passagem do livro de Ricardo merece um comentário especial, devido à difundida opinião, na literatura econômica, de que ele esposava apenas uma teoria da renda diferencial e não a teoria atual, que engloba a renda de escassez e a renda diferencial. Raymond Barre, em seu manual *Économie Politique*, atribui a J. S. Mill a correção desse aspecto na teoria ricardiana. Entretanto parece-nos lícito argumentar que Ricardo via a existência exclusiva da renda diferencial apenas no caso da terra de agricultura e que, no momento em que amplia o conceito de renda para outros fatores de produção, reconhece a existência da renda de escassez (aliás, as próprias rendas diferenciais, como ele mesmo declara no trecho transcrito, são rendas de escassez de lotes específicos de terra).

Figura 1

O Imposto de Pigou e as externalidades



FONTE: JOHANSSON, P.-O. **An introduction to modern welfare economics**.
Cambridge: Cambridge University, 1991.

Seja como for, a assimilação da gestão ambiental ao racionamento de um bem natural escasso, cujos serviços são “arrendados” pelos usuários, possibilitando, assim, um uso ótimo no curto prazo e sustentável no longo, vai ter múltiplos rebatimentos na história do pensamento econômico. A esse respeito, julgamos pertinente tecer algumas considerações.

Inicialmente, cabe citarmos o artigo de H. Scott Gordon sobre recursos pesqueiros, datado de 1954 e que, justamente, foi citado no início do presente trabalho. Esse trabalho é pioneiro, tanto pelo fato de abordar a degradação de um recurso ambiental como uma dissipação de renda, quanto pelo fato de colocar explicitamente a questão dos direitos de propriedade (nesse sentido, é precursor do trabalho de Garrett Hardin sobre a tragédia dos comuns e mesmo de Ronald Coase e John Dales).

Contudo a análise de Gordon é estática. Ocorre que a ótica da renda de escassez também faz parte do instrumental de análises dinâmicas. Nessa área, o trabalho pioneiro é o de L. C. Gray, no início do século XX, sobre a renda da mineração, e que depois teve uma formalização, mediante o cálculo de variações, por Hotelling, em 1931. Com base nesses trabalhos, a noção de “custo de uso” torna-se uma compreensível generalização, para a análise dinâmica, da noção de renda de escassez na análise estática.³

Também é interessante confrontarmos as idéias de Coase e Dales em relação à questão dos direitos de propriedade. Enquanto Coase chega à necessidade da definição de direitos de propriedade nítidos sobre o bem ambiental pela via pigouviana da externalidade, Dales chega a conclusões ainda mais abrangentes pela ótica da renda, na linha de H. Scott Gordon: o livre acesso a um bem ambiental de oferta fixa só se justifica quando o bem é abundante em relação à procura; quando se torna escasso, faz jus a uma renda de escassez.⁴ A implantação do “talão azul” — estacionamento pago nos congestionados centros de nossas grandes cidades — é um desdobramento dessa concepção.

A ótica da renda de escassez, como já vimos, além de permitir enquadrar a cobrança como um “aluguel”, permite também compreender melhor o fenômeno da concessão, pelo Estado, dos certificados negociáveis de poluição. Trata-se, aqui, da apropriação, por parte da sociedade, através do Estado, de um recurso ambiental que se tornou escasso (por exemplo, o ar em uma grande região metropolitana) e da conseqüente permissão de uso limitado da capacidade assimilativa do mesmo (por exemplo, tendo em vista alcançar padrões de

³ Na opinião de um dos autores deste texto, as melhores exposições, em nível introdutório, dessa noção se encontram em Mishan (1981) e Tietenberg (1992).

⁴ Ver McKenzie e Tullock (1978, cap. 5).

qualidade do ar melhorados). Seja através de um leilão inicial, seja através da alocação proporcional aos empreendimentos já existentes, o Estado está racionando o “espaço” ambiental entre os diversos poluidores.

Não se pode deixar de notar, também, que, pouco a pouco, parece haver uma convergência para o mesmo ponto por parte de juristas nacionais. O Dr. Cid Tomanik Pompeu, uma das maiores autoridades brasileiras em Direito das Águas, em recente fundamentação do Projeto de Lei paulista, que dispõe sobre a cobrança pelo uso dos recursos hídricos, afirma claramente que se trata de um preço público e não de um tributo: a cobrança é a remuneração pelo uso de um bem patrimonial do Estado. Tecnicamente, trata-se de uma receita originária e não derivada. A Dra. Maria Luíza Machado Granziera, em seu recente livro sobre o Direito das Águas, chega às mesmas conclusões, ainda que com algumas imprecisões conceituais⁵.

Em resumo, poderíamos dizer que essa ótica tem várias vantagens, todas de caráter unificador. Primeiramente, unifica, sob um mesmo marco teórico, a economia ambiental e a economia dos recursos naturais. Em segundo lugar, permite abordar, ainda sob o mesmo marco teórico, a análise estática e as questões intertemporais. Em terceiro lugar, permite visualizar a cobrança e os certificados negociáveis de poluição sob o mesmo marco conceitual. Finalmente, parece estar havendo uma convergência interdisciplinar com o Direito.

O princípio poluidor pagador: uma aplicação prática

Comentário inicial

Nesta segunda parte do trabalho, buscaremos, através de um exemplo concreto, operacionalizar a análise da primeira parte. Pretendemos mostrar o rebatimento dos conceitos acima apresentados no nível da pretendida atuação dos comitês de bacia estabelecidos nas legislações Federal e de vários estados brasileiros, atuação esta consubstanciada, principalmente, na aplicação do Princípio Poluidor Pagador, no sentido de melhorar e, até, de recuperar a qualidade dos nossos cursos d’água. O PPP passa a ser, daqui para a frente, a materialização do conceito de renda de escassez anteriormente apresentado.

⁵ Ver Granziera (2001, p. 90-97). A imprecisão, em nosso entender, diz respeito a uma análise equivocada sobre a questão “estacionamento pago *versus* pedágio em estrada”, a qual, por sua vez, “contamina” sua argumentação sobre a cobrança pelo uso dos recursos hídricos.

Como se sabe, a aplicação do PPP pode ser feita quer sob o marco de referência da Análise Custo/Benefício (ACB), quer sob o da Análise Custo/Efetividade (ACE). No contexto da ACB, a meta de longo prazo de abatimento de todo e qualquer poluente é determinada endogenamente, num modelo em que o custo marginal de abatimento iguala o benefício marginal do abatimento (ou custo marginal ambiental evitado). No contexto da ACE, a meta de longo prazo de abatimento é determinada exogenamente: em geral, de alguma forma, a sociedade manifesta-se sobre objetivos de qualidade do meio receptor a serem alcançados (no caso dos cursos d'água, isso se chama enquadramento), sendo que tais objetivos, via modelos de dispersão, determinam a quantidade mínima que deve ser abatida para se alcançar o padrão desejado. A partir dessa meta de longo prazo, estabelecem-se metas parciais (por exemplo, quadrienais) e crescentes de abatimento que viabilizem o alcance progressivo do objetivo colimado.

Embora a legislação brasileira, tanto federal como dos estados, se enquadre no segundo enfoque, o certo é que a aplicação do PPP como mecanismo indutor do alcance progressivo das metas estabelecidas funciona da mesma forma: o deslocamento crescente do nível tarifário ao longo da curva de custo marginal agregada de tratamento, faz com que, cada vez mais, setores/agentes poluidores tratem seus efluentes, evitando a tarifa, e apenas vertendo ao meio receptor a carga residual cujo custo de tratamento seja superior à tarifa. Esse princípio, constante em qualquer manual de economia do meio ambiente, porém, ao passar pela aplicação, levanta um problema concreto de cálculo que não se vê abordado na literatura corrente. Assim, por exemplo, num curso d'água hipotético, uma tarifa de US\$ 600 por tonelada de DBO₅/ano pode induzir as companhias de saneamento que despejam o esgoto cloacal *in natura* a tratarem, via lagoas de estabilização, 70% ou 80% do efluente. Não obstante, ao adotarem tal tecnologia, estarão abatendo também material em suspensão, nitrogênio, fósforo, etc. No cálculo tarifário, então, temos um problema de custos conjuntos, de tal modo que a **soma** das tarifas (de DBO, de material em suspensão, etc.) é que deve ser incitativa e não cada tarifa individualmente (caso em que haveria múltipla contagem).

Esta parte do texto objetiva, precisamente, tratar tal problema de modo concreto (através de uma aplicação a uma bacia específica) e didático (através de cálculos e gráficos bem detalhados). Isso permitirá, em nosso entender, uma comunicação mais frutífera com os membros dos comitês, no sentido de uma aplicação mais consciente e adequada do PPP, bem como uma discussão mais proveitosa *vis-à-vis* aos esquemas alternativos de cobrança que estão sendo propostos (por exemplo, os chamados esquemas de "rateio de custos").

O PPP: instrumento incitativo e de financiamento

O já tradicional Princípio Poluidor Pagador, na medida em que induz os agentes poluidores a diminuir os seus despejos ao corpo receptor para evitar a tarifa (e, assim, internalizando os custos de controle da poluição), constitui um exemplo de aplicação das noções anteriormente apresentadas. O estabelecimento de um preço para a utilização do meio receptor em sua capacidade assimilativa de resíduos força os agentes poluidores a uma moderação no uso, racionando o recurso ambiental entre os diversos usos e possibilitando assegurar a sua utilização sustentável a longo prazo. Essa é a principal função do PPP: incitatividade. Mas, além disso, o PPP também pode exercer uma segunda função: a de financiamento à recuperação e à melhoria quantitativa e qualitativa do meio receptor. Nesta parte do trabalho, iremos considerar tudo isso na seguinte seqüência: primeiramente, trataremos dos conceitos gerais do PPP nas suas funções incitativa e de financiamento; mais adiante, exporemos um exemplo prático de aplicação a uma bacia hidrográfica, considerando vários poluentes simultaneamente.

O PPP como instrumento incitativo

Iniciemos, entretanto, com um exemplo hipotético simplificado. Consideremos um curso d'água no qual um grande número de agentes estão lançando um determinado poluente **X**. Por hipótese, suponhamos que todos esses agentes possam ser agrupados em cinco setores de atividades (industrial, agrícola, residencial, etc.) — S1, S2, S3, S4 e S5 —, os quais lançam um total de 120.000 t/ano do poluente **X**, mais ou menos em iguais proporções (24.000 t/ano por setor). Suponhamos que, com a tecnologia de abatimento disponível comercialmente — geralmente do tipo *end-of-pipe* —, esses setores possam abater algo em torno de 75% de sua carga poluidora respectiva, isto é, aproximadamente 18.000 t/ano por setor, aos seguintes custos anuais (\$/ano): S1, 18.000; S2, 27.000; S3, 54.000; S4, 90.000; S5, 126.000. (Observação: é importante ter bem claro como tais custos anuais são calculados. Trata-se, no caso, do conceito de Custo Anual Equivalente (CAEq), que é igual ao somatório dos custos anuais de operação/manutenção (COM) durante a vida útil da planta de tratamento **mais** o fator de recuperação do capital (FRC), ou seja, o valor anual que devolve e remunera o capital investido a uma taxa de juros de mercado, num período também correspondente ao da vida útil da planta de tratamento).

Com base nesses dados hipotéticos e com a suposição adicional de tecnologias de custos médios constantes, em cada setor, podemos construir as

Figuras 2A e 2B. Na Figura 2A, temos a curva de custo total anual; na Figura 2B, a curva correspondente de custo médio/marginal anual (o que é lido como altura, na curva total, é lido como área, na curva marginal). Dada essa perfeita correspondência, e para facilidade da exposição, passamos a raciocinar diretamente sobre a Figura 2B.

De fato, com base na Figura 2B, estamos em condições de calcular a tarifa necessária para induzir qualquer nível de abatimento desejado. Suponhamos, por exemplo, que a autoridade ambiental (ou o comitê de bacia, no caso descentralizado) deseja estabelecer um programa de quatro anos para abatimento de 30% da carga poluidora do poluente **X**, isto é, 36.000 t/ano. Se partirmos da premissa que é mais eficiente, para a sociedade como um todo, iniciar pelo abatimento dos setores menos custosos, uma tarifa entre 1,5 e \$ 3/t/ano será suficiente para conseguir o efeito desejado. Vejamos como esse resultado é obtido, supondo que a autoridade/comitê fixa a tarifa em \$ 2/t/ano para o despejo do poluente **X**:

- S1 prefere tratar 18.000 t/ano, pois sua despesa, nessa hipótese (\$ 18.000/ano, pelo abatimento + \$ 12.000/ano pelo despejo residual, pagando a tarifa, totalizando \$ 30.000/ano), é **menor** do que os \$ 48.000/ano que despenderia se despejasse todos os seus resíduos, pagando a tarifa;
- S2 também prefere tratar, pois aqui a sua despesa total tratando 18.000 t/ano e vertendo as 6.000 residuais totaliza \$ 39.000/ano, também **menor** do que os 48.000 \$/ano que gastaria despejando integralmente os seus resíduos, pagando a tarifa;
- S3, S4, S5, por terem um custo de tratamento, por t/ano, superior à tarifa, preferem despejar integralmente seus resíduos, pagando a tarifa.

Naturalmente, essa é uma dentre várias possibilidades a serem examinadas. Assim, por exemplo, a autoridade/comitê pode desejar abater, numa primeira etapa, digamos, 45% da carga poluidora, a fim de se aproximar dos objetivos de qualidade mais rapidamente. Nesse caso, o leitor pode perceber que a tarifa incitativa desse nível de abatimento estaria entre 3 e 5 \$/t/ano.

Figura 2A

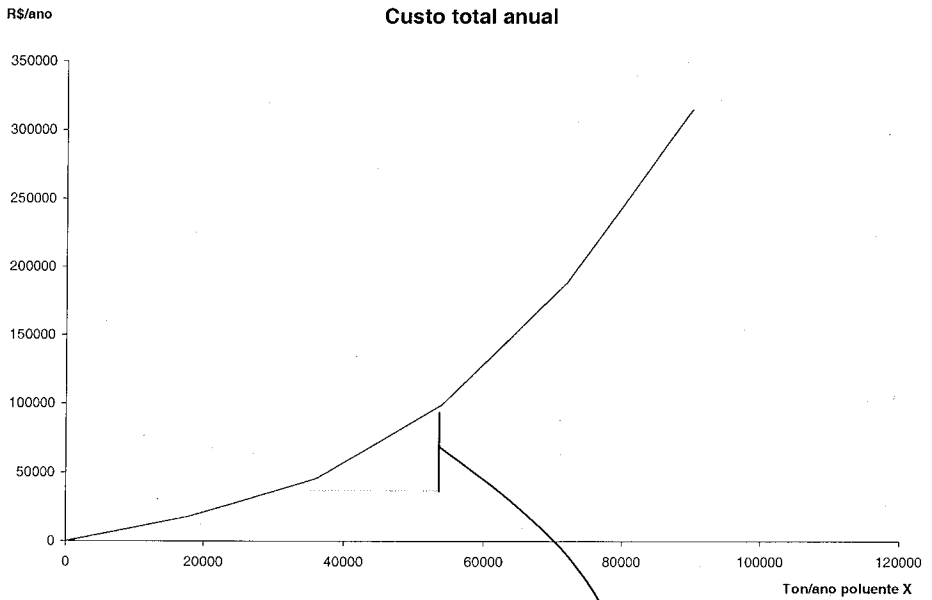
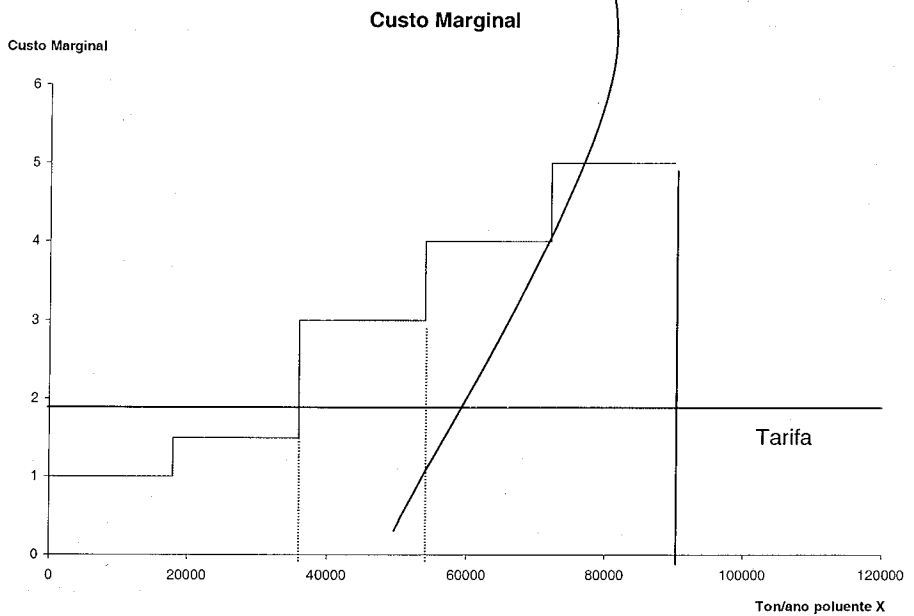


Figura 2B



FONTE: Elaboração dos autores.

NOTA: A altura na curva de custo total é igual à respectiva área na curva de custo marginal.

Observações

O exemplo simplificado acima é suficiente, quer nos parecer, para ensejar a série de observações a seguir.

- A aplicação da tarifa mostra que todos pagam pelo uso do recurso hídrico: alguns pagam de maneira mista — custo do tratamento mais tarifa pelo efluente residual —, outros pagam integralmente através da tarifa.

- No caso de decisão descentralizada, através de comitês de bacia, a discussão do nível tarifário *versus* metas de abatimento é um item crucial da interação comitê/agência de bacia. De fato, a explicitação das várias alternativas de abatimento, os respectivos níveis tarifários incitativos, as repercussões financeiras sobre os agentes, as repercussões ambientais sobre os níveis de qualidade do corpo d'água e sua aproximação mais ou menos rápida aos objetivos estabelecidos no enquadramento, os possíveis subsídios intersetoriais, etc. fazem parte dos deveres da agência no sentido de embasar a discussão e a decisão por parte do comitê, que é um verdadeiro “parlamento das águas”, mas que não pode decidir sem essa base técnica propiciada pela respectiva agência; no caso de administração centralizada, por autoridade ambiental diretamente, todos esses itens também devem ser abordados, mas por um colégio menor de decisores.

- Por demasiado esquemático, o exemplo acima desenvolvido não permite ver claramente um fato tecnológico extremamente importante que o leitor deve ter em mente: a curva de custo marginal de abatimento tem um caráter acentuadamente exponencial, especialmente nos níveis de abatimento que se aproximam de 100%. Esse fato serve para explicar uma consequência muito importante em termos de política pública na gestão dos recursos hídricos. Em geral, uma comunidade poderá empreender um programa de despoluição a custos relativamente baixos durante os primeiros 10-12 anos; não obstante, à medida que nos vamos aproximando de níveis altos de abatimento, exigidos pela escassez crescente do meio receptor e pelos objetivos de qualidade estabelecidos no enquadramento original, as tarifas, para serem incitativas, terão também que ser reajustadas exponencialmente. Isto, naturalmente, pode colidir, por exemplo, com políticas antiinflacionárias conduzidas pelo Governo Central, bem como enfrentar forte resistência dentro do próprio Comitê. Todavia a realidade inescapável de curvas de custo marginal desse tipo é de que, com base na tecnologia correntemente conhecida, o preço relativo do meio ambiente recuperado aumenta desmesuradamente.

- Curvas como a da Figura 2, que, como dissemos, incorporam os conhecimentos tecnológicos atuais, têm uma segunda característica importante, visto que são construídas tendo por base técnicas *end-of-pipe* de abatimento, comercialmente disponíveis. Ora, é nesse ponto que reside uma vantagem decisiva da tarifação sobre as políticas regulatórias tradicionais. De fato,

calculada a tarifa da forma como mostramos acima, há um poderoso estímulo para que os agentes façam “girar” no sentido horário a curva de custo marginal de abatimento através de inovações de processo, de matérias-primas, de insumos energéticos, de *mix* de produtos, etc., fazendo com que, uma vez fixada a tarifa, mais setores do que os previstos “fujam” da tarifa procedendo ao abatimento. Tudo isso é não só mais eficiente do ponto de vista econômico (menor custo para o alcance de uma meta), como permite encurtar o tempo de alcance dos objetivos de qualidade. Isso levanta, por sua vez, a questão do estímulo à P&D, que poderia ser implementado pela autoridade/comitê através de aplicações explícitas com fundos arrecadados pela tarifação.

● Em qualquer caso concreto de gestão de bacia hidrográfica, evidentemente, nunca é “atacado” um único poluente. Assim sendo, quase sempre temos um combate em várias frentes: carga orgânica (DBO_5), material em suspensão, carga tóxica, nitrogênio, etc. Nesse caso, então, devemos construir, **para cada poluente**, curvas análogas às da Figura 2. No entanto, aqui, duas coisas podem acontecer: de um lado, as tecnologias de abatimento e seus custos são independentes entre todos os poluentes; nesse caso, constroem-se curvas como as da Figura 2 para cada poluente (podendo, inclusive, haver reordenação da “escada” dos diversos setores); de outro lado, as tecnologias de abatimento, com seus custos associados, podem ser conjuntas para dois ou mais poluentes (por exemplo, a tecnologia que abate DBO_5 também abate material em suspensão). Nesse caso, é preciso fazer uma alocação proporcional do custo total entre os dois ou mais poluentes inter-relacionados, a fim de não incidir em dupla contagem nos custos e inflar as tarifas desnecessariamente. **Esta segunda alternativa é a que, em geral, se verifica na prática e, por isso mesmo, constituirá o tema central do exercício prático que exporemos logo a seguir.**

● O exercício que realizamos na Figura 2 possibilita uma compreensão mais clara e profunda do que significa uma solução custo-efetiva, vale dizer, uma solução conduzida dentro do marco analítico da chamada Análise de Custo/Efetividade e que implica a consecução de determinado resultado a custo mínimo. De fato, experimente o leitor comparar a alternativa exposta no exemplo simplificado (abatimento de 30%), via S1 e S2, com a alternativa de abater os mesmos 30%, repartindo “eqüitativamente” os custos de abatimento, vale dizer, fazendo com que cada setor abata “seus” 30% (cálculos explícitos podem ser feitos a partir das áreas correspondentes aos custos totais na curva de custo marginal da Figura 2B). Chegar-se-á, facilmente, à conclusão padrão dos livros-texto: o abatimento proporcional, fonte por fonte (característico, por exemplo, da política de mandato-e-controle), é ineficiente em termos alocativos, tanto do ponto de vista estático quanto do dinâmico (nesse caso, em virtude da existência dos juros e da possibilidade de inovações tecnológicas). Já o

deslocamento ao longo da curva de custo marginal global nos assegura que a sociedade está atingindo as metas acordadas ao menor custo possível.

O PPP como instrumento de financiamento

Como foi afirmado no início da exposição sobre o PPP, a cobrança pela utilização do recurso, além de sua função **incitativa**, pode ter uma função complementar de **financiamento**, pela reaplicação, na própria gestão (planejamento e intervenção) do recurso hídrico, dos fundos arrecadados pela cobrança. O dinheiro arrecadado pela cobrança dos despejos não tratados pode servir para financiar (quer a juros de mercado, quer a juros subsidiados, quer a fundo perdido) as intervenções dos setores que, incentivados pela tarifa, procedem ao abatimento. Assim, considerando-se o exemplo simplificado da Figura 2B, os 84.000 t/ano x 2 \$/t/ano, arrecadados anualmente dos despejos integrais dos setores S3, S4 e S5, bem como dos despejos parciais de S1 e S2, podem servir para financiar os investimentos nas plantas de abatimento que os setores S1 e S2 decidem instalar, em virtude da tarifa incitativa.

Essa abordagem da tarifa como instrumento de financiamento tem duas características essenciais. Em primeiro lugar, ela desempenha papel complementar em relação ao seu papel incitativo, em nada o alterando. Em segundo lugar, nada assegura que os recursos arrecadados pela cobrança coincidam, instantânea ou intertemporalmente, com os recursos necessários aos investimentos programados. O que se sabe é que, se os recursos arrecadados excederem os dos investimentos, poderá haver uma capitalização do fundo financiador; se, por outro lado, eles forem insuficientes, os investimentos requererão recursos adicionais provenientes do mercado de capitais (no caso do PPP, se a tarifa for corretamente calculada, os agentes terão o incentivo financeiro para buscar esses recursos).

Aplicação do PPP a vários poluentes na Bacia do Rio dos Sinos, no RS

Quando passamos para a aplicação prática do conceito de tarifa incitativa, apresentado anteriormente, defrontamos o problema de que o agente poluidor, ao adotar uma alternativa técnica de abatimento, elimina uma certa porção de mais de um poluente, de modo que as curvas de custo marginal de abatimento para esses poluentes não são independentes (há, em termos técnicos, um problema de “custos conjuntos”): o custo anual equivalente de uma determinada alternativa técnica deve ser alocado, mediante certos critérios de proporciona-

lidade, aos diversos poluentes abatidos, de modo a não gerar curvas de abatimento que impliquem dupla contagem. A solução para esse problema será abordada, a partir de agora, através de um exemplo concreto de aplicação.

O Quadro 1 mostra os diversos agentes poluidores na Bacia do Rio dos Sinos, no RS, as respectivas alternativas técnicas de abatimento comercialmente disponíveis e as eficiências de abatimento, para quatro poluentes típicos, adotadas em nosso trabalho (na realidade, há “intervalos” de eficiência; no nosso caso, procuramos adotar cifras conservadoras).

A Tabela 1 mostra, na coluna (A), os vários setores poluidores (os mesmos do Quadro 1); as colunas (B), (E), (H) e (L), as quantidades geradas, respectivamente, de DBO_5 , nitrogênio, fósforo e sólidos totais, todos medidos em t/ano; e, as colunas (C), (F), (I) e (M), as quantidades que podem ser abatidas desses poluentes através das tecnologias e eficiências mostradas no Quadro 1. Esses dois grupos de colunas têm totais relevantes: são as quantidades totais, em t/ano, geradas e passíveis de abatimento, dos quatro poluentes em estudo. Já as células correspondentes às colunas (D), (G), (J) e (N) merecem um comentário mais detalhado. Na realidade, elas devem ser lidas em linha e sempre com referência à coluna (O). Para exemplificar, consideremos a linha correspondente à EDU. Neste caso, podemos ver que as quantidades abatidas de poluentes, lidas nas colunas (C), (F), (I) e (M), estão totalizadas na coluna (O), operação que é possível, pois, como já vimos, todos os poluentes estão medidos na mesma unidade, t/ano. Assim, temos (com arredondamentos):

$$\begin{array}{r} \text{EDU: } 19.341 \text{ t/a} + 759,54 \text{ t/a} + 190,38 \text{ t/a} + 0 \text{ t/a} = 20.291 \text{ t/a} \\ \quad \quad \quad \text{(C)} + \text{(F)} + \text{(I)} + \text{(M)} = \text{(O)} \\ \quad \quad \quad \text{DBO}_5 \quad \text{N} \quad \quad \text{P} \quad \quad \text{ST} \quad \quad \text{t/ano totais} \end{array}$$

Com base nesse esquema exemplificativo, torna-se fácil compreender o significado das cifras das colunas (D), (G), (J) e (N): elas expressam a fração que corresponde ao poluente sobre o total de abatimentos. Assim, no caso ainda do EDU, a cifra 0,953 na coluna (D) significa que as 19.341 t/ano de DBO_5 abatidas correspondem a 95,3% do total de toneladas abatidas pelo setor (20.291 t/ano, coluna (O)) ao adotar a tecnologia e eficiências de abatimento indicadas.

Para os fins do presente trabalho, essas frações são de crucial importância, pois elas constituem os fatores que permitirão repartir os custos das tecnologias adotadas entre os vários poluentes, como poderá ser visto nas figuras mais adiante.

A Tabela 2 mostra o custo anual de abatimento, por setor poluente, das quantidades de abatimento mostradas na Tabela 1, quando se adotam as alternativas tecnológicas indicadas no Quadro 1.

Quadro 1

Fontes poluidoras, alternativas de abatimento e níveis de eficiência

FONTES POLUIDORAS (A)	SOLUÇÃO TÉCNICA DISPONÍVEL (B)	EFICIÊNCIA DE ABATIMENTO ADOTADA			
		DBO (C)	Nitrogênio (D)	Fósforo (E)	Sólidos em Suspensão (F)
Atividade de criação de animais (ACA)	Bermas de contenção, seguidas de lagoa anaeróbica e despejo do efluente tratado em banhados naturais ou artificiais	80%	40%	40%	65%
Resíduos sólidos domésticos (RSD)	Biorremediação				
Esgotos domésticos urbanos (EDU)	Lagoas de estabilização em série				
Drenagem pluvial urbana (DPU)	Banhados artificiais				
Esgotos industriais tratados (EIT)	Tratamento físico-químico				
Fontes difusas rurais	Sistema de retenção de silte				
Esgotos domésticos rurais (EDR)	Fossa e sumidouro				

FONTE: SIMULAÇÃO de uma proposta de gerenciamento dos Recursos Hídricos na bacia do Rio dos Sinos: relatório final elaborado por Magna Engenharia, com a colaboração do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS. Porto Alegre: CRH/RS, 1996.

Tabela 1

Fontes poluidoras, poluição gerada e níveis de abatimento

FONTES POLUI- DORAS (A)	DBO (eficiência adotada 80%)			NITROGÊNIO (eficiência adotada 40%)			FÓSFORO (eficiência adotada 40%)			SÓLIDOS (eficiência adotada 65%)			TOTAL ABATIDO POR SETOR (I = C + F + + I + M)
	Carga Poluidora (B)	Carga Abatida (C = 0,8.B)	Fração de Poluente por Setor (D = C/O)	Carga Poluidora (E)	Carga Abatida (F = 0,4.E)	Fração de Poluente por Setor (G = F/O)	Carga Poluidora (H)	Carga Abatida (I = 0,4.H)	Fração de Poluente por Setor (J = I/O)	Carga Poluidora (L)	Carga Abatida (M = 0,65.L)	Fração de Poluente por Setor (N = M/O)	
ACA	23 622,75	18 898,20	0,942	2 317,79	927,12	0,046	584,63	233,85	0,012	-	0	-	20 059,17
RSD	28 030,51	22 424,41	0,962	1 648,85	659,54	0,028	549,62	219,85	0,009	-	0	-	23 303,80
EDR	1 030,11	824,09	0,953	80,90	32,36	0,037	20,28	8,11	0,009	-	0	-	864,56
FDR	2 443,59	1 954,67	0,037	1 158,91	463,56	0,009	375,52	150,21	0,003	77 260,45	50 219,29	0,951	52 787,94
EDU	24 177,28	19 341,82	0,953	1 898,86	759,54	0,037	475,94	190,38	0,009	-	-	-	20 291,74
DPU	4 876,17	3 900,94	0,681	466,50	166,60	0,033	57,59	23,04	0,004	2 486,08	1 615,95	0,282	5 726,52
EIT	4 359,79	3 487,83	0,159	410,28	164,11	0,007	43,70	17,48	0,001	28 129,99	18 284,49	0,833	21 953,92
TOTAL	88 540,20	70 832,16	-	7 982,09	3 192,84	-	2 107,28	842,91	-	107 876,52	70 119,74	-	-

FONTE: SIMULAÇÃO de uma proposta de gerenciamento dos Recursos Hídricos na bacia do Rio dos Sinos: relatório final elaborado por Magna Engenharia, com a colaboração do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS. Porto Alegre: CRH/RS, 1996.

Com base nas informações fornecidas pelo Quadro 1 e pelas Tabelas 1 e 2, podemos construir as curvas de custo marginal de longo prazo do abatimento para os quatro poluentes em exame: DBO₅, nitrogênio, fósforo e sólidos totais. Para a devida compreensão desses gráficos, ilustraremos a sua construção para o caso DBO₅, setor ACA.

Como se vê na Tabela 1, o setor ACA gera 23,62 mil toneladas anuais de DBO₅, podendo abater, pela tecnologia disponível (Quadro 1 e Tabela 1), 18,89 mil t/ano. Por outro lado, a Tabela 2 informa-nos que o setor ACA pode fazer o abatimento a um custo anual de US\$ 63,71 mil. Só que, como sabemos, pela Tabela 1, o setor ACA também abate, ao adotar a tecnologia disponível, nitrogênio e fósforo. Assim, o custo anual deve ser repartido entre os três poluentes mencionados. O critério de alocação foi o de atribuir o custo total (US\$ 63,71 mil anuais) de 18,89 mil t/ano (94,2%) para a DBO₅, 927 t/ano (4,6%) para nitrogênio e 233 t/ano (1,2%) para fósforo (Tabela 1). O mesmo raciocínio se aplica para os demais setores e poluentes, permitindo compreender a lógica de construção das curvas de custo marginal de abatimento apresentadas nas Figuras 3, 4, 5 e 6.

Tabela 2

Custo anual das tecnologias disponíveis

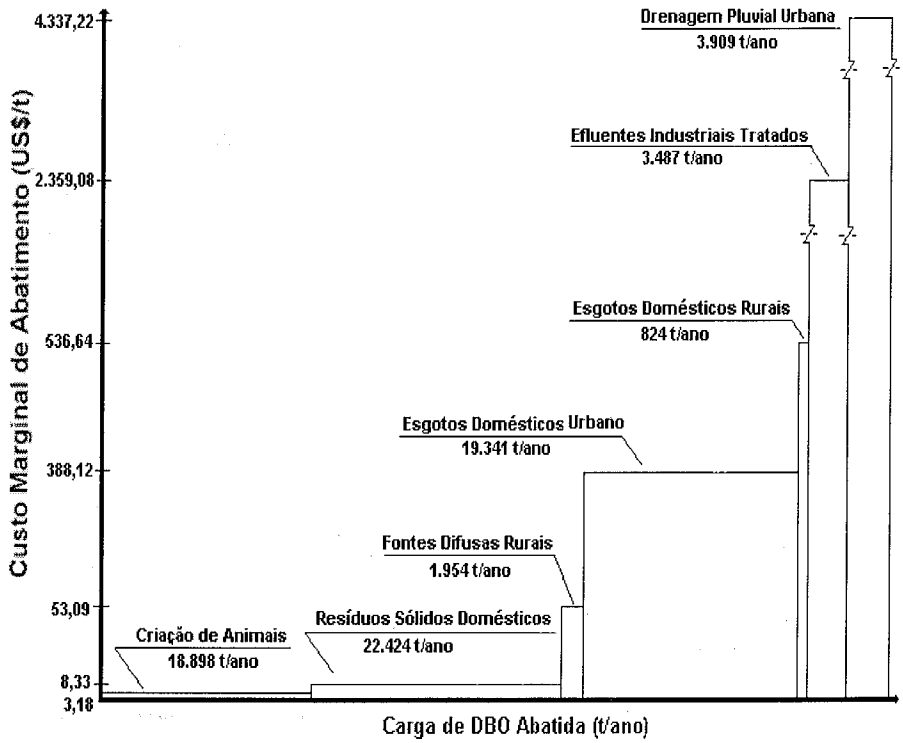
FONTES POLUI- DORAS (A)	VALOR DO INVESTIMENTO (US\$) (B)	FATOR DE RECUPERAÇÃO DO CAPITAL (US\$/ano) (1) (C = B.FRC)	CUSTO OPERACIONAL E DE MANUTENÇÃO ANUAL (US\$/ano) (D)	CUSTO ANUAL TOTAL (US\$/ano) (E = C + D)	ORDEM CRES- CENTE DE CUSTO TOTAL (F)
ACA	319 648	59 717	4 000	63 717	1º
RSD	970 000	181 215	13 000	194 215	2º
EDU	37 641 678	7 032 218	843 344	7 875 562	5º
DPU	110 000 000	20 550 198	4 287 000	24 837 198	6º
EIT	83 012 941	15 508 476	36 282 603	51 791 079	7º
FDR	15 000 000	2 802 300	-	2 802 300	4º
EDR	2 483 433	463 955	-	463 955	3º
TOTAL	249 427 700	46 598 078	41 429 927	88 028 025	

FONTE: SIMULAÇÃO de uma proposta de gerenciamento dos Recursos Hídricos na bacia do Rio dos Sinos: relatório final elaborado por Magna Engenharia, com a colaboração do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS. Porto Alegre: CRH/RS, 1996.

(1) Vinte anos; 18% a.a.

Figura 3

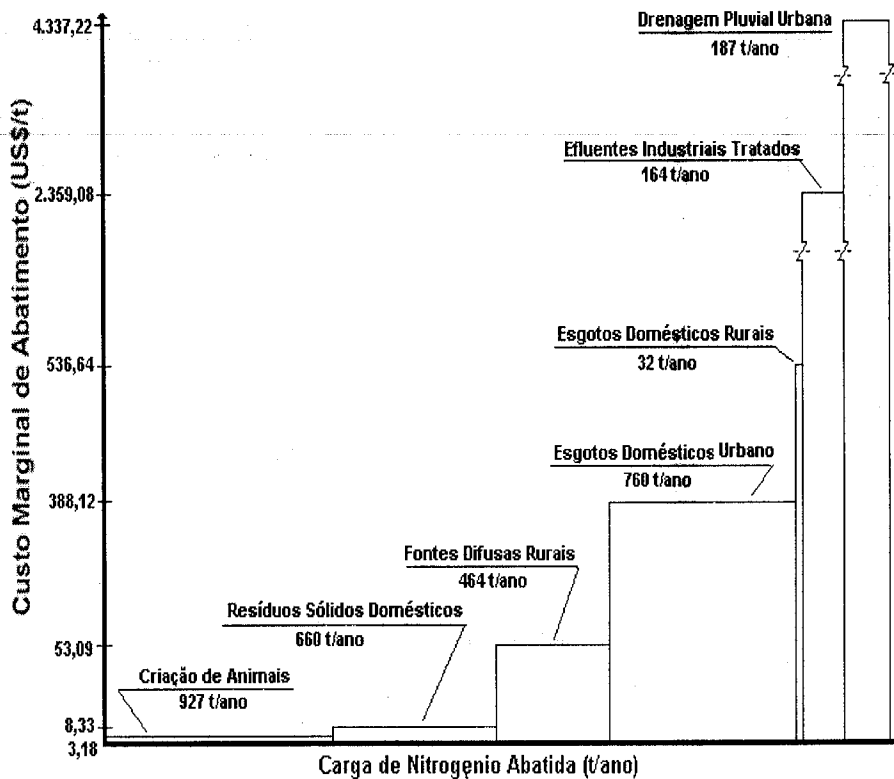
Custo marginal de abatimento de DBO₅



FONTE: Quadro 1.
Tabelas 1 e 2.

Figura 4

Custo marginal de abatimento de Nitrogênio

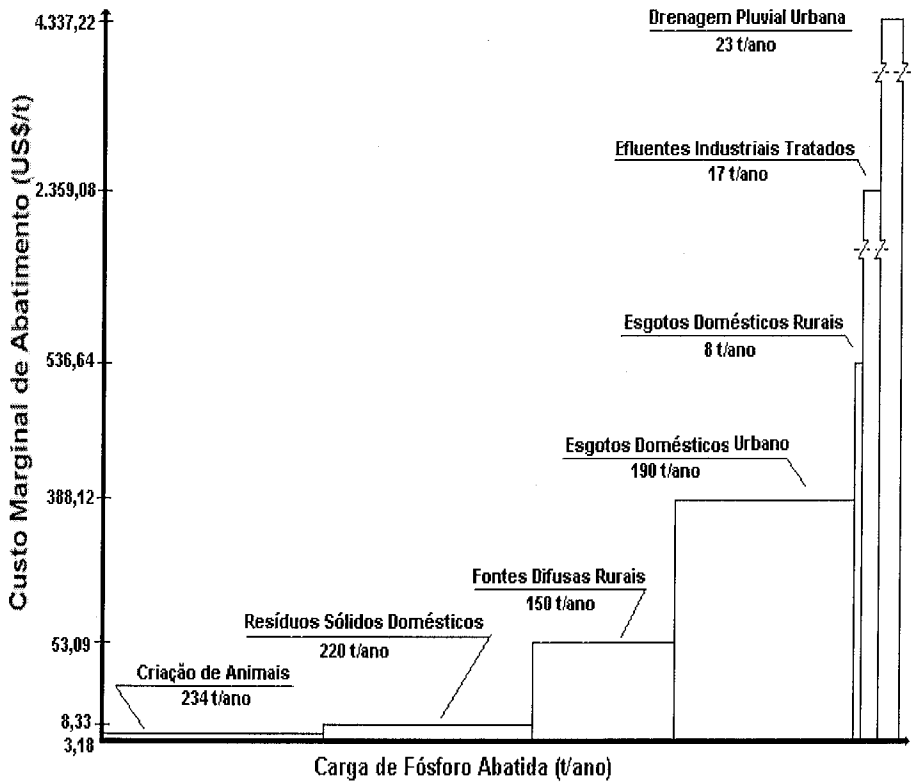


FONTE: Quadro 1.

Tabelas 1 e 2.

Figura 5

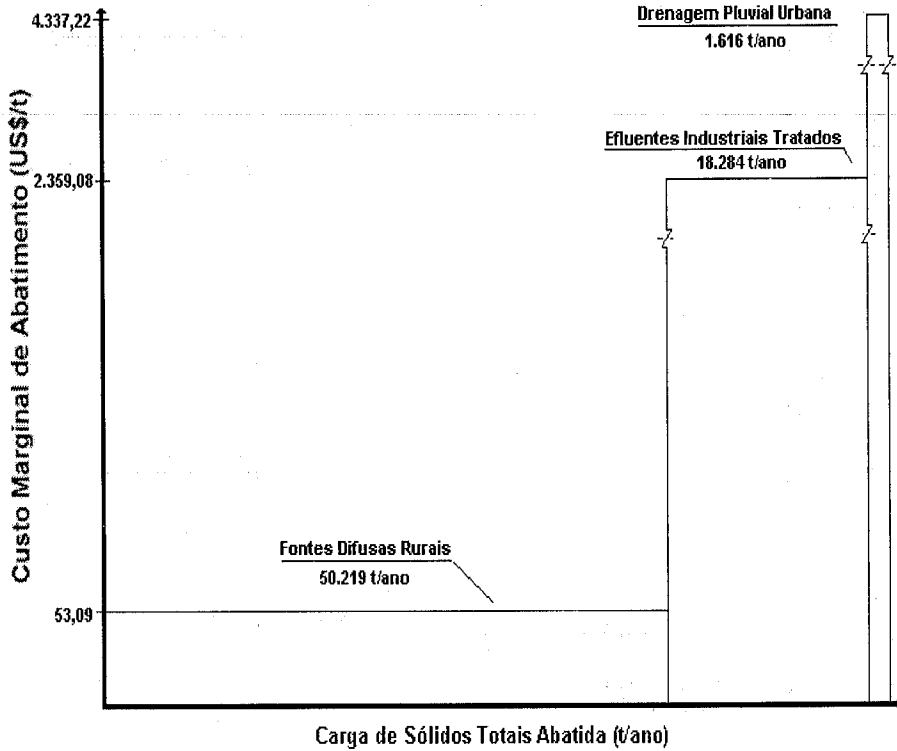
Custo marginal de abatimento de Fósforo



FONTE: Quadro 1.
Tabelas 1 e 2.

Figura 6

Custo marginal de abatimento de Sólidos Totais



FONTE: Quadro 1.
Tabelas 1 e 2.

Um plano de bacia para o comitê

A partir desses gráficos e tabelas, cuja elaboração está a cargo da respectiva Agência de Bacia, pode agora o comitê iniciar uma sólida e frutífera discussão, visando à elaboração de um plano de bacia factível e significativo.

Uma hipótese inicial

Por exemplo, podemos começar com a hipótese inicial de “atacar” os quatro poluentes num período de dois anos. Assim, se adotarmos uma tarifa da

ordem de 5 US\$/t para a DBO_5 , N e P, o setor ACA é induzido a adotar a tecnologia constante no Quadro 1 e, conseqüentemente, a abater 80% da carga por ele gerada, despejando a poluição residual e pagando por ela. Ao mesmo tempo, com a tarifa de 60 US\$/t/ano sobre ST, o “setor” FDR é induzido a adotar a tecnologia constante do Quadro 1; com base nela, o setor abate ponderável porção dos ST por ele gerados, mas também DBO_5 , N e P, conforme está explícito na Tabela 1. Como o leitor pode perceber, há aqui um certo leque de interdependências que não se presta a um detalhamento meramente discursivo em matéria de abatimento, despejo e arrecadação, tornando conveniente uma contabilização mais sistemática. Assim sendo, construímos o Quadro 2, no qual mostramos, para a presente hipótese de cobrança, os totais abatidos dos diversos poluentes por setor, os totais despejados no meio receptor, igualmente por setor, bem como o total de recursos financeiros arrecadados via tarifação. Ele informa, inclusive, o percentual de abatimento, por poluente, induzido pela tarifa.

O exame dos dados do Quadro 2 permite-nos ver claramente que um programa de quatro anos permite arrecadar 4 anos X US\$ 3,8 milhões/ano = US\$ 15,2 milhões, quantia praticamente suficiente para financiar os investimentos necessários para que os setores ACA e FDR façam os abatimentos induzidos pelas tarifas (Tabela 2).

Observações

● É claro que o comitê pode ter pressa no sentido de apresentar resultados e, por conseguinte, tentar realizar esse programa de despoluição em, digamos, dois anos. Se enveredarmos por tal tipo de alternativa, duas coisas devem ser ponderadas. Em primeiro lugar, a questão da exeqüibilidade financeira: em dois anos não se pode arrecadar, via tarifas, o total necessário aos investimentos e, embora a tarifa seja incitativa no sentido de que os setores ACA e FDR tomem empréstimos no mercado de capitais (pois a taxa de juros implícita na tarifa é realista), isto nem sempre é possível ou mesmo adequado. Em segundo lugar, a exeqüibilidade técnica: nesse caso concreto, casualmente começamos pelo combate a poluições difusas, o que implica não só um trabalho de cobrança, mas, também e principalmente, de extensão agrícola, para levar a tecnologia a áreas bastante dispersas na bacia, de modo que a questão do prazo deve ser bem examinada.

● O cálculo de arrecadação anual foi feito na suposição de que o setor “abatedor” é isento da tarifa pela parcela abatida já desde o primeiro ano, embora partes do setor só vão começar a abater efetivamente no segundo, terceiro e quarto anos. O comitê deverá avaliar tal critério e decidir de acordo.

● O comitê também deverá decidir se os recursos arrecadados serão repassados aos setores “abatedores” a juros de mercado, a juros subsidiados ou a fundo perdido.

● Toda essa discussão, evidentemente, deverá ser intercalada com informações técnicas, fornecidas pela Agência de Bacia, no sentido de visualizar as repercussões financeiras sobre os setores pagantes e “abatedores”, bem como o resultado do abatimento na melhoria da qualidade do rio, tendo em vista os objetivos de longo prazo estabelecidos no enquadramento.

Quadro 2

Abatimento, despejo de efluente e arrecadação na hipótese 1

$$\left\{ \begin{array}{l} 5,00 \text{ US\$/t de DBO}_5, \text{ N e P} \\ 60,00 \text{ US\$/t de ST} \end{array} \right.$$

	ABATIDO (t/ano)				DESPEJADO (t/ano)			
	DBO	N	P	ST	DBO	N	P	ST
ACA	18 898	927	234	-	4 635	1 391	351	
RSD	-	-	-	-	28 031	1 649	550	-
EDR	-	-	-	-	1 030	81	20	-
FDR	1 955	464	150	50 219	489	695	225	27 041
EDU	-	-	-	-	24 177	1 899	476	-
DPU	-	-	-	-	4 876	467	58	2 476
EIT	-	-	-	-	4 360	410	44	28 130
TOTAIS	20 853	1 391	384	50 219	67 597	6 592	1 723	57 647
% de Abatimento	24%	17%	18%	47%	75 912 t/a		57 647 t/a	
					X 5,00 US\$/t		X 60,00 US\$/t	
					379 559 US\$/a		3 458 834 US\$/a	
					TOTAL 3 838 393 US\$/ano			

FONTE: Tabelas 1 e 2.

Quadro 1.

Figuras 3, 4, 5 e 6.

Uma segunda hipótese

Caso a hipótese inicial seja considerada muito tímida (por exemplo, por causa da baixa repercussão na previsão de melhoria de qualidade das águas da bacia), o comitê pode analisar uma segunda hipótese. Assim, uma tarifa de US\$ 20/t sobre a DBO₅, o N e o P seria indutora do abatimento dos setores ACA e RSD. Mantendo a tarifa de US\$ 60/t para ST, toda a análise pode ser refeita (Quadro 3). E assim sucessivamente, até que se chegue a uma decisão negociada. De qualquer modo, deve ter ficado clara para o leitor a importância do trabalho da Agência para o embasamento das decisões do comitê.

Quadro 3

Abatimento, despejo de efluentes e arrecadação na hipótese 2 { 20,00 US\$/t de DBO₅, N e P
60,00 US\$/t de ST

	ABATIDO (t/ano)				DESPEJADO (t/ano)			
	DBO	N	P	ST	DBO	N	P	ST
ACA	18 898	927	234	-	4 635	1 391	351	
RSD	22 424	660	220	-	5 606	989	550	-
EDR	-	-	-	-	1 030	81	20	-
FDR	1 955	464	150	50 219	489	695	225	27 041
EDU	-	-	-	-	24 177	1 899	476	-
DPU	-	-	-	-	4 876	467	58	2 476
EIT	-	-	-	-	4 360	410	44	28 130
TOTAIS	43 277	2 050	604	50 219	45 173	5 932	1 503	57 647
% de Abatimento	49%	26%	29%	47%	52 608 t/a			57 647 t/a
					X 20,00 US\$/t			X 60,00 US\$/t
					1 052 161 US\$/a			3 458 834 US\$/a
					TOTAL 4 510 995 US\$/ano			

FONTE: Tabelas 1 e 2.
Quadro 1.
Figuras 3, 4, 5 e 6.

Outros critérios de ponderação dos custos

Como já foi explicado, a repartição dos custos totais das tecnologias entre os diversos poluentes foi feita com critério de estrita proporcionalidade: um poluente que implique, digamos, 10% do total dos resíduos (em t/ano) tem 10% dos custos atribuídos a ele. Isto só foi possível porque há uma unidade comum de medida (t/ano). Não sendo assim, haveria necessidade de se adotar outro critério de alocação, como, por exemplo, dividir os custos igualmente entre os poluentes: assim, se uma tecnologia abate três poluentes, os custos são atribuídos à base de um terço para cada poluente. Evidentemente, esse tipo de ponderação pode ser feito, inclusive, para o caso aqui analisado, onde havia uma unidade comum de medida. Em futuros aprofundamentos deste trabalho, serão conduzidas simulações nesse sentido.

Bibliografia

- BALARINE, O. F. O. (org.). **Projeto Rio Santa Maria: a cobrança como instrumento de gestão**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2000.
- BARRE, R. **Économie politique**. 4.ed. rev. Paris: PUF, 1964. t. 2.
- BLAUG, M. **História do pensamento econômico**. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1990. (Trad. da 4.ed. inglesa; ver, especial., cap. 3).
- CÁNEPA, E. M. Fundamentos econômico-ambientais da cobrança pelo uso dos recursos hídricos. In: BALARINE, O. F. O. (org.). **Projeto Rio Santa Maria: a cobrança como instrumento de gestão**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2000.
- CÁNEPA, E. M.; PEREIRA, J. S.; LANNA, A. E. L. A política de recursos hídricos e o princípio usuário-pagador. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 4, n. 1, jan./mar. 1999.
- CÁNEPA, E. M. et al. Os Comitês de Bacia no Rio Grande do Sul: formação, dinâmica de funcionamento e perspectivas. In: MACHADO, C. J. Saldanha (org.). **A gestão das águas internas no Brasil: usos múltiplos, políticas públicas e exercício da cidadania**. [s.n.t.]. (em fase de publicação pela UERJ).
- CRABBÉ, P. J. The contribution of L. C. Gray to the economic theory of exhaustible natural resources and its roots in the history of economic thought. **Journal of Environmental Economics and Management**, v. 10, 1983.
- DALES, J. H. Land, water and ownership. **Canadian Journal of Economics**, Nov. 1968.

DALES, J. H. **Pollution, property and prices**. Toronto: University of Toronto, 1968.

FAUCHEUX, S.; NOËL, J.-F. **Economia dos recursos naturais e do meio ambiente**. Lisboa: Instituto Piaget, 1998.

GORDON, H. SCOTT. The economic theory of a common-property resource: the fishery. **The Journal of Political Economy**, Apr. 1954.

GRANZIERA, M. L. M. **Direito das águas** – disciplina jurídica das águas doces. São Paulo: Atlas, 2001.

GRAY, L. C. Rent under the assumption of exhaustibility. **Quarterly Journal of Economics**, v. 28, 1914.

HARDIN, G. The tragedy of commons. **Science**, v. 162, 1968.

HOTELLING, H. The economics of exhaustible resources. **Journal of Political Economy**. Apr. 1931.

JARDIM, S. B. Cobrança pelo uso da água: uma proposta de modelagem. In: BALARINE, O. F. O. (org.). **Projeto Rio Santa Maria: a cobrança como instrumento de gestão**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2000.

JOHANSSON, P.-O. **An introduction to modern welfare economics**. Cambridge: Cambridge University, 1991.

KOLSTAD, C. D. **Environmental economics**. New York: Oxford University, 2000.

LENZ, M. H. **A categoria econômica renda da terra**. Porto Alegre: Fundação de Economia e Estatística, 1992. (Teses, n.1).

McKENZIE, R. B.; TULLOCK, G. **Modern political economy**. New York: McGraw-Hill, 1978. cap. 5.

MISHAN, E. J. **Introduction to normative economics**. New York: Oxford University, 1981. Ver a pte. IX.

PEREIRA, J. S.; LANNA, A. E. L.; CÂNEPA, E. M. Desenvolvimento de um sistema de apoio à cobrança pelo uso da água: aplicação à bacia do Rio dos Sinos, RS. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 4, n. 1, jan./mar. 1999.

POMPEU, C. T. Fundamentos jurídicos do anteprojeto de lei da cobrança pelo uso das águas do domínio do Estado de São Paulo. In: THAME, A. C. de M. (org.). **A cobrança pelo uso da água**. São Paulo: IQUAL, 2000.

SIMULAÇÃO de uma proposta de gerenciamento dos Recursos Hídricos na bacia do Rio do Sinos: relatório final elaborado por Magna Engenharia, com a colaboração do Instituto de Pesquisa Hidráulicas da UFRGS. Porto Alegre: CRH/RS, 1996.

TIETENBERG, T. **Environmental and natural resource economics**. 3.ed. New York: HarperCollins, 1992. Ver especialmente o cap. 2.