

# ***Demanda Inelástica por Certificados Negociáveis de Poluição e o Problema da Alocação Inicial***

**Fernando de Mendonça Dias**  
*Doutorado em Economia, PIMES -UFPE*

**Francisco S. Ramos**  
*PhD, Louvain, PIMES-UFPE*

## ***Resumo:***

Constata que a análise de problemas ambientais e a proposta de políticas para sua solução tem cada vez mais se beneficiado do enfoque microeconômico. Os instrumentos de política *market-based* vêm sendo crescentemente utilizados, particularmente os denominados certificados negociáveis de poluição. Estes têm-se mostrado um forte instrumental de política ambiental, particularmente devido às suas propriedades de custo efetividade. O êxito dos programas de controle da chuva ácida nos EUA e Canadá serve de referência. Entretanto, diversos trabalhos apontam os problemas inerentes a este mecanismo, principalmente a questão da alocação inicial, que pode ter como consequência a existência de imperfeição de mercado. Mostra que se a função demanda por certificados for inelástica, ou apresentar regiões inelásticas, há possibilidade para que, sob determinada alocação, uma firma atue com poder de mercado. Conclui que a solução seria o estabelecimento de um critério adequado para alocação, baseado em informação sobre a estrutura de produção das firmas, mas isto acarretaria a possibilidade de comportamento estratégico.

## ***Palavras-chave:***

Mercados Ambientais; Eficiência; Poder de Mercado.

## 1 - INTRODUÇÃO

A análise de problemas ambientais e a proposta de políticas para sua solução têm cada vez mais se beneficiado do enfoque microeconômico. Os instrumentos de política *market – based* vêm sendo crescentemente utilizados, particularmente aqueles denominados de certificados negociáveis de poluição-CNP's.<sup>1</sup> A criação de mercados para CNP's como forma de atingir metas ambientais foi proposta inicialmente por DALES (1968), e está se tornando cada vez mais importante do ponto de vista político, social e econômico. A expansão do mercado de poluentes relacionados à chuva ácida (como por exemplo, nos Estados Unidos e Canadá) e a criação de um mercado internacional para controlar a emissão de gases que provocam o efeito estufa, são algumas indicações que este tipo de instrumento está se tornando uma importante ferramenta de política ambiental. Contudo, diversos estudos apontam alguns problemas destes mecanismos, tais como a questão da alocação inicial de CNP's entre os agentes econômicos e a existência de poder de mercado por parte das firmas participantes, como HAHN (1984) e MISIOLEK & ELDER (1989).

A formalização da proposta de DALES foi feita por MONTGOMERY (1972), que descreveu as condições necessárias e suficientes para que um mercado de CNP's possa atingir uma determinada meta ambiental ao menor custo social<sup>2</sup>. Um importante resultado obtido por MONTGOMERY (1972) é que esta propriedade independe das alocações iniciais de certificados: a obtenção da custo-eficiência independe de qualquer tipo de informação a respeito das firmas por parte da entidade responsável pela política ambiental da região em questão. Desta forma, se as condições propostas por MONTGOMERY (1972) forem satisfeitas, não há lugar para comportamento estratégico por parte das firmas. Entretanto, o problema da alocação inicial tem se constituído num dos maiores obstáculos a implementação destes mercados. Uma das questões levantadas é que se houver uma firma com poder de mercado, a eficiência em

termos de custo social ficaria comprometida. HAHN (1984) demonstra que a eficiência de custo dependeria do tipo de alocação inicial adotada.

A *rationale* da argumentação de HAHN (1984) é que quando uma firma possui poder de mercado, ela está apta a influenciar o preço dos certificados e age de forma a minimizar o custo de aquisição destes, adicionado os custos de redução de emissões: a este tipo de comportamento denomina-se de manipulação de minimização de custo-MMC. Em contraste, no modelo proposto por MONTGOMERY (1972), todas as firmas são tomadoras de preço. Apesar de analisar os efeitos que MMC causa no mercado de CNP's, HAHN (1984) não tece considerações a respeito de porque uma determinada firma possui poder de mercado.

MISIOLEK & ELDER (1989) demonstraram a seguir que os efeitos descritos no trabalho de HAHN (1984) podem ser potencializados ou amenizados quando se incorpora a estrutura do mercado do produto das firmas. Basicamente, caso a firma dominante no mercado de CNP's possa influenciar o preço deste insumo, de forma a alterar a participação das demais firmas no mercado de produto, ela poderia agir estrategicamente nos moldes descritos por SALOP & SCHEFFMAN (1983). Ou seja, estaria apta a auferir ganhos afetando a divisão do mercado de produto em relação à encontrada antes da adoção de um mercado de CNP's.

Este trabalho procura demonstrar que quando existe uma demanda inelástica de certificados por parte de um grupo de firmas, se uma delas for agraciada com um volume inicial “exagerado” de certificados, estará apta a agir “como se” possuir poder de mercado, ou seja, estaria apta a praticar MMC sem ser necessário qualquer outro tipo de caracterização a respeito desta firma. Isto implica que caso existam firmas com fortes restrições tecnológica de redução de emissões, existe possibilidade de uma firma agir com poder de mercado, mesmo que esta não o exerça antes da imposição de um mercado de CNP's. Da mesma forma, será demonstrado que se a entidade responsável pela distribuição inicial de CNP's estiver

<sup>1</sup> Uma completa explanação desta metodologia pode ser obtida em TIETENBERG (1985).

<sup>2</sup> Esta é a propriedade de custo-eficiência.

apta a identificar os segmentos inelásticos nas funções demanda de certificados das firmas que virão a participar deste mercado, o problema de perda de eficiência de custo derivado de MMC pode ser praticamente eliminado.

Para tanto, será utilizado uma função particular de demanda por certificados de poluição, que foi estimada para o controle de partículas de sulfato em Los Angeles, Estados Unidos, e que é utilizada por HAHN (1984) para ilustrar seu argumento. Serão feitas diversas hipóteses acerca da irreducibilidade do vetor de emissões sobre esta função e determinado os efeitos que estas hipóteses têm sobre a função de preço de equilíbrio dos certificados.

Na seção 2 serão apresentados os modelos de MONTGOMERY (1972) e de HAHN (1984), explicitando a possibilidade de comportamento manipulador de minimização de custo, bem como o problema decorrente da inelasticidade na função demanda por certificados. Este se origina de restrições tecnológicas e/ou institucionais. Na seção seguinte é mostrada a solução vislumbrada para o problema levantado na seção 2, mostrando entretanto que há espaço para comportamento estratégico por parte das firmas. A seção 4 apresenta os comentários finais.

## 2 - O MODELO

Inicialmente, apresenta-se as principais características do problema de manipulação de minimização de custos, utilizando a notação adotada em HAHN (1984). A seguir será exposto a importância que a inelasticidade na função demanda de certificados tem sobre este problema, e então serão feitas propostas para que este problema seja contornado.

Na literatura de CNP's, a concentração de poluentes é tratada como decorrente de um vetor de emissões de um único poluente, onde a relação entre a concentração de poluição e o vetor de emissões é capturada por uma matriz semi-positiva (MONTGOMERY, 1972). Desta forma, caso exista uma agência de controle ambiental que tenha como objetivo realizar uma determinada meta de

poluição, e esta meta possa ser exposta como decorrente de um vetor de emissões identificáveis das firmas, é possível demonstrar que a emissão de certificados de montante equivalente ao vetor de emissões desejado, por parte da agência para as firmas, e a permissão para que os mesmos possam ser transacionados livremente entre estas, pode levar a que o vetor meta seja atingido ao menor custo social (MONTGOMERY, 1972).

Suponha então a seguinte situação. Existe um grupo de "m" firmas em uma determinada região emitindo o poluente "X", e contribuindo assim para a degradação do meio-ambiente. Existe uma agência de controle ambiental, e a mesma constata que o máximo nível de emissão tolerável é "L". Se a eficiência de custos é o principal parâmetro a guiar a escolha de uma política por parte da agência, (MONTGOMERY, 1972) demonstra que um mercado para certificados negociáveis de poluição é a maneira mais adequada para se atingir esta meta. Suponha também que por algum motivo existe uma firma dentre o grupo de firmas envolvidas neste mercado que esta apta a exercer poder de mercado, que será doravante identificada como firma 1.

Desta forma, a firma 1 é tida como capaz de influenciar o preço de equilíbrio dos certificados, enquanto as demais firmas se comportam como tomadoras de preço. A alocação inicial de CNP's, por sua vez, é feita pela agência de controle seguindo um critério qualquer (como por exemplo, distribuição gratuita no montante equivalente às emissões atuais). Seja então  $C_i(Q_i)$ ,  $i = 2, \dots, m$ , a função de custo de redução de emissão para a firma  $i$ , onde  $Q_i$  é o número de certificados utilizados, com  $C'_i < 0$  e  $C''_i > 0$ . O problema destas firmas, quando da implementação de um mercado de CNP's, será de minimizar o custo de redução adicionado do custo de aquisição dos certificados, ou seja:

$$\min_{Q_i} C_i(Q_i) + P(Q_i - Q_i^0) \quad (i=2, \dots, m) \quad (1)$$

onde  $Q_i^0$  representa a quantidade de certificados inicialmente alocadas à firma  $i$  e  $P$  é o preço do certificado.

Dado que a firma 1 pode influenciar os preços, será mais eficiente para a mesma procurar reduzir os custos com a obtenção de certificados, caso tenha que adquiri-los no mercado, ou elevar o preço dos mesmos caso venha a vendê-los no mercado, e a este conjunto de atitudes chama-se de manipulação de minimização de custos-MMC. Intuitivamente, a firma 1 será vendedora ou compradora neste mercado, dependendo de sua alocação inicial. Com este tipo de comportamento por parte da firma 1, não se pode garantir que seja realizada uma solução que minimize o custo social total<sup>3</sup>. O problema da firma 1 é dado por:

$$\begin{aligned} \text{Min}_P C_1(Q_1) + P(Q_1 - Q_1^0) \\ \text{sujeito a: } Q_1 = L - \sum_{i=2}^m Q_i(P) \end{aligned} \quad (2)$$

com  $C_1' < 0$  e  $C_1'' > 0$ . HAHN (1984) demonstra que, nestas condições, o volume de certificados utilizado pela firma 1 é diretamente relacionado com a alocação inicial, e a solução que minimiza custos sociais só é obtida para uma determinada alocação inicial. Este resultado serve de contraponto ao modelo proposto por MONTGOMERY (1972), onde a solução de mínimo custo social era obtida para qualquer que fosse a alocação inicial de certificados.

A argumentação de HAHN (1984) pode ser descrita da seguinte forma: a firma 1 recebe inicialmente uma quantidade de certificados e entra no mercado com o intuito de influenciar preços. Como o número de certificados utilizados pela firma 1 é diretamente relacionado com a sua alocação inicial, ocorre que caso a firma 1 receba poucos certificados<sup>4</sup>, ela poderá entrar no mercado como monopsonista e pagar muito pouco para que a meta de controle ambiental seja atingida; caso receba certificados em excesso, pode entrar no mercado como monopolista, e as demais firmas pagam ex-

cessivamente. Um problema menos geral, mas igualmente importante, é que o efeito sobre os preços é maior quando ela age como monopolista do que como monopsonista: como monopsonista a firma 1 atua para que o preço se desvie o mínimo possível da solução de minimização de custo, enquanto que como monopolista ela procura elevar os preços dos certificados.

Desta forma, HAHN (1984) expressa os preços de equilíbrio dos certificados como uma função da alocação inicial da firma 1. Intuitivamente, tendo em vista que o máximo montante permitido de emissões é  $L$ , ter-se-ia que  $Q_1^0 = L$  seria a assíntota desta função.

Entretanto,  $L$  só determinará a assíntota quando as demais firmas forem aptas a ajustar completamente o seu nível de emissão, ou seja, quando  $Q_i$ ,  $i = 2, \dots, m$ , definido em  $[0, L]$  estiver dentro do horizonte de planejamento da firma  $i$ . Se houver um segmento inelástico na função de demanda por certificados, isto não será válido: ter-se-á que  $Q_1^0 = L - K$ , onde  $K$  é o nível irredutível agregado<sup>5</sup> das demais firmas, determinará a assíntota da função preço. Por simplificação, denomine  $L - K = Q^*$ . Isto implica que no segmento inelástico da demanda de certificados, a firma 1 estaria apta a estabelecer qualquer preço<sup>6</sup>. Esta situação, entretanto, não ocorre sempre, pois depende basicamente do montante alocado inicialmente à firma 1; se este estiver muito próximo de  $Q^*$ , o preço dos certificados se elevará rapidamente. HAHN (1984) aponta que a chave para o resultado final está nas funções excesso de demanda, mas não tece mais considerações sobre o que influencia estas funções, que são em essência, questões de natureza tecnológica.

Torna-se portanto necessário, uma explanação um pouco mais elaborada deste problema de demanda inelástica de certificados. Uma razão

<sup>3</sup> Assim como em MONTGOMERY (1972), o custo social total é definido como o custo agregado das firmas em realizar a redução de emissões imposta no programa de controle ambiental. Da mesma forma, a custo-eficiência de programas deste tipo equivale a realização do custo social total mínimo.

<sup>4</sup> A firma 1 irá receber certificados em excesso (insuficiência) se  $Q_1^0$  for maior (menor) que  $Q_1^{**}$ , onde  $Q_1^{**}$  é solução para (2).

<sup>5</sup> O nível irredutível de uma firma é o volume de emissões além do qual ela é incapaz de reduzir, dada sua tecnologia de redução e as restrições econômicas de participação no mercado. O nível irredutível agregado é o somatório do nível irredutível das firmas envolvidas no mercado.

<sup>6</sup> Entretanto,  $P$  não é definido, pois, para  $Q_1^0 \rightarrow Q^*$ , não existe  $P > 0$  que seja solução de (2).

que poderia ser inicialmente apontada seria a necessidade de um tamanho mínimo da planta de produção associado ao *break even point*, que estaria relacionada a uma determinada taxa de emissão de poluentes. Outro motivo poderia ser restrições tecnológicas de redução (como no caso dos alto-fornos das siderúrgicas, que precisam estar permanentemente em atividade). Pode ser ainda de natureza institucional; por exemplo, uma firma que produz energia elétrica é, em geral, obrigada a atender a uma demanda mínima, o que implica que não pode emitir menos do que o necessário para produzir o fluxo de energia associado a esta demanda mínima, utilizando a melhor tecnologia de redução disponível. É razoável, portanto, supor que no mundo real existe presença de níveis irreduzíveis de emissão por parte das plantas industriais das firmas. Assim sendo, será feita uma análise dos efeitos da presença destes níveis irreduzíveis em um mercado de certificados de poluição, sujeito à MMC.

Um estudo mais acurado do artigo de HAHN (1984) revela que, em boa parte, o efeito da alocação inicial pode ser, em parte, devido à presença de segmentos inelásticos nas funções de demanda por certificados: ocorre um contínuo aumento de preços como função da distribuição inicial para a firma dominante, que se intensifica a medida que esta distribuição se aproxima de um nível crítico  $Q^*$ . Deve-se então demonstrar esta relação tanto em uma estrutura de mercado tal como proposta por HAHN (1984), como na proposta por MONTGOMERY (1972).

Desenvolvendo as condições de primeira ordem-CPO para a estratégia de MMC da firma 1, e levando depois em consideração uma flutuação hipotética no nível irreduzível  $K$  de poluição das demais firmas, obtém-se:

CPO de (2)

$$(-C'_1 - P) \sum_{i=2}^m Q'_i(P) + (L - \sum_{i=2}^m Q_i(P) - Q_1^0) = 0 \quad (3)$$

7 Esta hipótese equivale a supor que as firmas estão aptas a alterar suas tecnologias de produção, face à implantação de um mercado de certificados para poluição.

explicitando-se então o nível irreduzível agregado na função demanda de certificados

$$\sum_{i=2}^m Q_i(P) = K + f(P) \quad (4)$$

com  $f'(P) < 0$ , indicando que a demanda de certificados se comporta normalmente em relação aos preços. Rescrevendo (3) utilizando (4) resulta:

$$(-C'_1 - P) f'(P) + (L - K - f(P) - Q_1^0) = 0 \quad (5)$$

Derivando P em relação a K obtém-se:

$$\frac{\partial P}{\partial K} = \{C'_1 [f'(P)]^2 - 2f'(P) + (-C'_1 - P) f''(P)\}^{-1} \quad (6)$$

De HAHN (1984, eq. (5))

$$\frac{\partial P}{\partial Q_1^0} = \{C'_1 [f'(P)]^2 - 2f'(P) + (-C'_1 - P) f''(P)\}^{-1} \quad (7)$$

e, finalmente:

$$\frac{\partial P}{\partial K} = \frac{\partial P}{\partial Q_1^0} \quad (8)$$

Estes resultados são produzidos utilizando a condição de primeira ordem para o problema de minimização de custo da firma 1, junto com a restrição adicional de que as firmas menores possuem um segmento inelástico na sua curva de demanda por certificados, refletindo uma restrição tecnológica em reduzir emissões, além de um determinado nível, sendo esta restrição capturada pela constante K. Tem-se também que a equação (7) representa as condições de segunda ordem para o problema da firma 1, e deverá ser positiva para satisfazermos as condições de suficiência.

Outro problema a ser tratado é a existência de níveis irreduzíveis nas funções de demanda de certificado em uma situação hipotética de preço competitivo, indicando que, dada a estratégia da firma com poder de mercado, o custo marginal de redução desta é igual ao preço competitivo. Esta também é a situação onde não há firma com poder de mercado, mas uma delas age "como se" o possuísse. Observa-se que, mesmo nesta situação, a alocação inicial é importante para a determinação do nível de equilíbrio de preços.

De fato, o problema de indefinição de preços quando o número de certificados restantes para as firmas marginais, é inferior ao nível irreduzível agregado, permanece mesmo com esta hipótese forte. Isto também decorre do fato de que não existe um preço positivo que satisfaça o problema da firma 1 quando ela oferta no intervalo  $[Q^*, L]$ . Ocorre, como em HAHN (1984), que esta hipótese equivale a que os custos marginais de redução para todas as firmas marginais e para a firma 1 são iguais. Estabelece-se abaixo os dois casos principais. No primeiro caso (caso1), avalia-se os efeitos da variação de  $K$  quando  $Q_1^0$  é fixado, supondo que existem condições competitivas; o segundo caso corresponde a um caso particular do resultado de HAHN (1984), e estabelece que os efeitos de MMC permanecem mesmo se o mercado apresenta condições competitivas.

Uma vez que para incorporar a hipótese de uma situação competitiva à equação (5) basta fa-

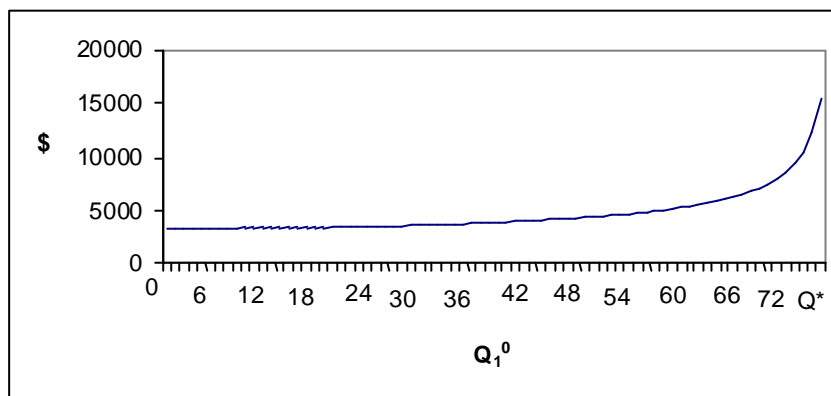
zer com que o preço seja igual ao custo marginal de redução, o que implica que a equação se reduz ao segundo termo, a situação competitiva tornar-se um caso particular de (8), onde:

$$\frac{P}{K} = \frac{P}{Q_1^0} = 1 \quad (8a)$$

### 3 - ESTUDO DE CASO

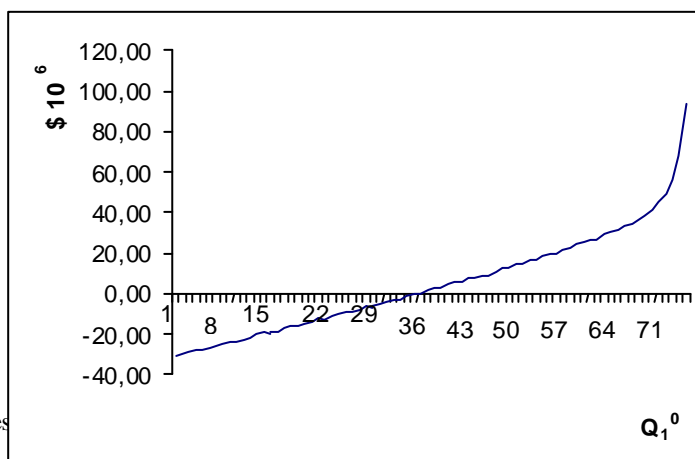
A fim de ilustrar os efeitos da presença de segmentos inelásticos nas funções de demanda por certificados, serão utilizados as estimativas realizadas por HAHN (1984) para o problema de controle de emissão de sulfatos na região de Los Angeles. Este autor estimou as funções de custo marginal da firma com poder de mercado<sup>8</sup> (9) e de demanda diária<sup>9</sup> por certificados das demais firmas<sup>10</sup> (10), onde (10) é uma função do mesmo tipo de (4) e  $L = 149$  tons/dia.

**GRÁFICO 1**  
PREÇO DOS CERTIFICADOS COMO FUNÇÃO DA  
ALOCÇÃO INICIAL DA FIRMA COM PODER DE MERCADO



FONTE: Elaboração do autor.

**GRÁFICO 2**  
RECEITA ANUAL DA FIRMA 1 COM CERTIFICADOS



FONTE: Elaboração do autor.

$$-c_1' = 88.300 Q_1^{-0,87} \quad (9)$$

$$Q_i(P) = 73 + \frac{154.000}{P} \quad (10)$$

O vetor de preços e quantidade de equilíbrio neste mercado pode ser obtido substituindo (9) e (10) em (3), sendo claro entretanto que, dada a forma especial de (10),  $Q^*$  será assíntota da função preço. Desta forma, não existirá um vetor de preços positivo que seja solução de (3) quando  $Q_1^0 > Q^*$ , como pode ser percebido no GRÁFICO 1. Segue diretamente o primeiro resultado originado pela existência de inelasticidade de demanda: não existe equilíbrio de mercado para um vasto espectro de alocações iniciais.

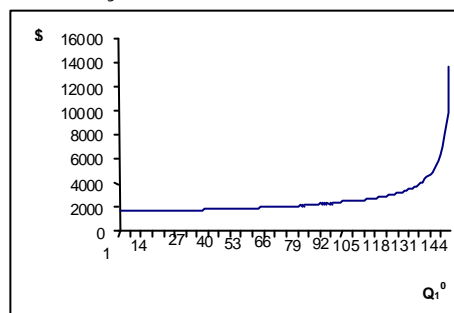
O segundo problema decorre de que, a medida que a alocação de certificados da firma 1 (com poder de mercado) aumenta, esta se torna monopolista neste mercado. Este problema foi identificado por HAHN (1984) e MISIOLEK & ELDER (1989), mas adicionaremos aqui a questão da inelasticidade. Uma vez  $Q^*$  determina a assíntota do nível de preços, segue que para alocações iniciais da firma 1 acima de  $Q^*$ , esta está apta a retirar todo o excedente das demais firmas (discriminação de preço), ou forçar a saída destas do mercado utilizando uma estratégia do tipo *Raising Rival's Cost* (SALOP & SCHEFFMAN, 1983). Isto pode ser observado pelo comportamento da receita da firma 1 com a venda de certificados, como indicado no GRÁFICO 2.

De forma a determinar o efeito de variações em  $Q^*$  para a solução de equilíbrio deste problema, serão utilizados dois níveis adicionais de  $K$ . Toma-se inicialmente  $K = 0$ , o que corresponde a hipótese de que todas as demais firmas podem ajustar totalmente suas emissões de acordo com os preços dos certificados. Os resultados para esta hipótese são observados nos GRÁFICOS 3.a e 3.b, que mostram o comportamento dos preços de equilíbrio como função da alocação inicial, assim como a receita da firma 1 com a venda de certificados.

Caso seja considerado que as firmas estejam aptas a ajustar completamente seus níveis de emissão, não só a firma 1 só passa a exercer poder de mercado a partir de alocações iniciais bastante elevadas (acima de 2/3 do total de certificados), como os preços de equilíbrio são estáveis a níveis bem abaixo da situação original (GRÁFICO 3a). Mesmo quando a firma 1 exerce poder de mercado, os custos relacionados à compra de certificados desta pelas demais firmas é significativamente inferior, como indicam os GRÁFICOS 2 e 3b.

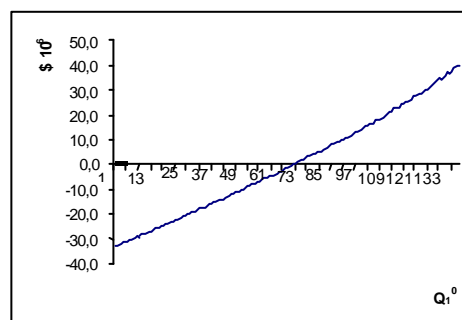
Mesmo com uma alocação inicial de 140 certificados/dia, que corresponde a praticamente todo o volume permitido, a receita da firma 1 no mercado de certificados (custo para as demais firmas) é inferior a \$ 50 milhões/ano, enquanto que no caso anterior esta receita era de cerca de \$ 80 milhões/ano para alocações iniciais ao redor de 74 certificados.

**GRÁFICO 3a**  
PREÇO DOS CERTIFICADOS



FONTE: Elaboração do autor.

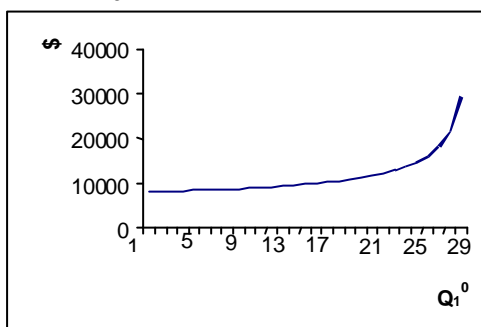
**GRÁFICO 3b**  
RECEITA ANUAL DA FIRMA 1 COM  
CERTIFICADOS



FONTE: Elaboração do autor.

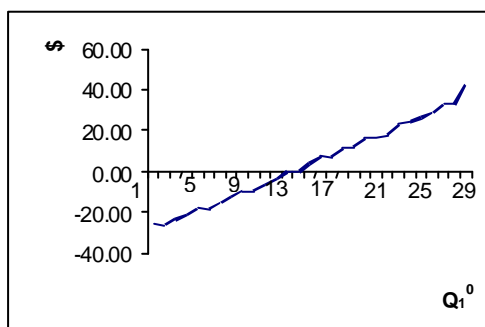
Resta considerar um caso onde existe fortes restrições à redução de emissões, o que possivelmente se assemelharia mais a uma situação real. Supondo um nível de irredutibilidade  $K = 120$ , os GRÁFICOS 4a e 4b ilustram os efeitos sobre os preços e a renda da alocação inicial da firma 1. Neste caso, dado a forte restrição de redução das firmas é esperado que a firma 1 possa exercer poder de mercado para um baixo volume de alocação inicial, o que é indicado pelo GRÁFICO 4a. Da mesma forma, os preços permanecem estáveis para um curto espectro de distribuição de  $Q_1^0$ , a um nível acima dos dois casos anteriores.

**GRÁFICO 4a**  
PREÇO DOS CERTIFICADOS



FONTE: Elaboração do autor.

**GRÁFICO 4b**  
RECEITA ANUAL DA FIRMA 1 COM CERTIFICADOS



FONTE: Elaboração do autor.

Em relação à receita da firma 1 no mercado de certificados, esta cresce rapidamente, atingindo cerca de \$ 25 milhões/ano com uma alocação inicial de apenas 25 certificados/dia. Em ambos os casos propostos, estes resultados decorrem naturalmente do fato de  $Q^*$ , ser assíntota do vetor de preços, devido a forma especial de (4). Assim, é possível caracterizar o exercício de poder de mer-

cado pela firma 1 como decorrente de alocações “excessivas” de certificados à firma 1 por parte da autoridade ambiental. Uma vez que quando a alocação de certificados é suficientemente distante do nível crítico  $Q^*$  os preços são estáveis em níveis competitivos, caso se possa garantir que todas as firmas recebam inicialmente ao menos certificados no montante de seus níveis incontroláveis de emissões, uma solução para o primeiro problema apontado poderia ser induzida, e o segundo problema seria evitado.

### 3.1 - Solução Proposta

A proposição de uma política ambiental que poderia gerar monopolização ou oligopolização de mercados não seria defensável do ponto de vista político, e mesmo econômico. Claramente, esta sofreria forte resistência dos setores afetados negativamente. Entretanto, não têm havido evidências de que tenha havido surgimento ou exercício de poder de mercado, como descrito por HAHN (1984). Todavia, tem havido uma preocupação dos planejadores em aplicar políticas ambientais baseadas em mercados quando há indícios que já existe a presença de uma ou mais firmas monopolizando os setores a serem regulados.

Entretanto, caso as firmas neste mercado possuam estruturas de demanda tais como (4), então pode-se apontar pelo menos um critério de alocação inicial onde é improvável que hajam manifestações de poder de mercado tal como descrito acima. Alternativamente, a agência poderia arbitrar um preço máximo para os certificados e se utilizar de um critério qualquer de distribuição inicial. Esta solução entretanto não garante a eficiência do sistema. Caso a firma 1 tivesse a oportunidade de atuar no segmento inelástico do mercado, ou seja, tivesse recebido certificados em quantidade próximas ou superiores a  $Q^*$  e o preço máximo estabelecido pela agência fosse inferior à disposição a pagar das demais firmas, a firma 1 poderia não negociar seus certificados em excesso, de forma a provocar uma pressão do mercado a elevar o teto de preços estabelecido pela agência.

Caso a agência tenha conhecimento perfeito do nível irredutível de cada uma das firmas *price-*



taker, então o excesso de custo causado pela presença de poder de mercado da firma 1, dado a existência de inelasticidade, poderia ser reduzido pela distribuição mínima inicial de  $k_i$ ,  $i = 2, \dots, m$ , onde  $k_i$  é o nível irreduzível da firma  $i$ , e

$$\sum_{i=2}^m k_i = K.$$

Entretanto, a agência teria que ter conhecimento das verdadeiras funções de demanda de certificados de cada empresa. Ocorre que uma das principais vantagens da abordagem de mercado sobre as demais políticas ambientais é justamente a capacidade de realizar as metas propostas de redução, sem a necessidade deste tipo de conhecimento (MONTGOMERY, 1972).

Ocorre que, para o mais simples e também o até então mais utilizado critério de alocação inicial de certificados, é sempre verdade que cada firma recebe ao menos seu nível de irreduzibilidade. A utilização de médias históricas de emissão garante que não há possibilidade da firma, com poder de mercado, explorar o segmento inelástico de demanda por certificados.

**PROPOSIÇÃO 1:** Se é adotado uma política ambiental baseada em mercados de certificados e a média histórica de emissão de cada firma é o critério de alocação inicial utilizado, mesmo que exista uma firma com poder de mercado tal como descrito por HAHN (1984), não é possível que ocorra  $Q_i^0 > Q^*$ .

A demonstração da proposição 1 é trivial, pois se as emissões de cada firma são decompostas em cada período de tempo,  $t$ , como  $Q_{it} = k_{it} + e_{it}$ , com  $i = 2, \dots, n$  e  $e_{it} > 0$  para todo  $i$  e todo  $t$ , segue que  $\bar{Q}_i \geq k_i$ . Segue a firma só poderá exercer poder de mercado se for agraciada com volumes de alocações iniciais próximos à  $Q^*$ . Mesmo isto entretanto é improvável ocorrer, pois implicaria a junção de uma distribuição inadequada com o fato das demais firmas estarem operando a níveis muito próximos do melhor permitido por suas tecnologias de controle de poluição, ou a baixos níveis de atividade econômica, ambos durante todo o intervalo considerado para cálculo.

Quando as médias de emissões são ponderadas pelos padrões de emissões desejáveis pela agência, a proposição 1 deixa de ser verdadeira. Dependendo do nível de redução inicialmente exigido em relação às emissões atuais das firmas, poderia haver  $\bar{Q}_i \leq k_i$ . Esta seria entretanto uma situação rara, pois exigiria não só uma distribuição de certificados francamente favorável à firma com poder de mercado, como também uma configuração especial entre os níveis históricos de emissão das firmas e o padrão ambiental proposto pela agência.

#### 4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de sistemas de mercado tem se mostrado uma ferramenta cada vez mais popular como forma de controlar o problema da poluição. O êxito do programa de controle da chuva ácida nos Estados Unidos e Canadá inspira a instalação de uma série de novos mercados de CNP's, como o mercado mundial para emissões de gases de efeito estufa (HAHN & STAVINS, 1999). Dentre os problemas inerentes a este tipo de abordagem, o problema da alocação inicial é um dos mais conhecidos. A solução que tem sido dada pela *United States Environmental Protection Agency*-USEPA, que administra a maior parte dos programas deste tipo, é utilizar uma média ponderada das emissões históricas das firmas para determinar a quantidade de licenças concedidas sem ônus financeiro para as mesmas. Este critério permite comportamento estratégico por parte das firmas envolvidas, que podem elevar suas emissões no período de medida de forma a receber mais certificados. Entretanto, viu-se aqui que existe uma compensação para a agência.

Ela deriva justamente do problema da possível presença de níveis de irreduzibilidade de emissões por parte de algumas firmas a serem envolvidas no mercado. Uma vez que este nível está necessariamente presente na série histórica de emissões por parte da firma, ao adotar uma estratégia deste tipo a reduz à possibilidade de existência de MMC. Esta é certamente uma estratégia custosa para a agência, pois ela transfere boa parte do valor de mercado dos certificados sem ônus

para as firmas, mas os efeitos potencialmente nefastos de MMC, tanto para a viabilidade do mercado de certificado quanto para o mercado de produtos finais (MISIOLEK & ELDER, 1989) é uma boa justificativa para esta atitude.

Diversas questões nestes mercados, entretanto, merecem ser abordadas, tais como:

(i) a solução proposta é de custo mínimo ou depende da existência de uma firma líder?

(ii) para as diversas alocações iniciais, como ficam distribuídos os custos?

(iii) por que inelasticidade eleva o custo agregado? Uma pista é que isto ocorre porque a medida que a firma líder recebe mais certificados, tende a usá-los em maior quantidade.

Estas respostas ainda não são encontradas na literatura concernente, e motivo de trabalhos posteriores.

## **AGRADECIMENTO**

Os autores agradecem ao apoio financeiro do CNPq.

## **Abstract:**

The analysis of environmental problems and the proposal of policies for its solution have been more and more benefitted by the Microeconomic Theory. The market-based policy instruments have been highly used, particularly the tradable pollution permits. They are a strong tool of environmental policy, particularly due to its properties of cost effectiveness. The success of the programs shows acid rain control in the USA and Canada as a reference. However, several works aim the inherent problems of this mechanism, mainly the issue of the initial allocation, that can have as a consequence the existence of market imperfection. This work shows that if the demand function for permits is inelastic (or presents segments of inelasticities), there is a possibility that, under certain allocation, a firm acts with some market power. The solution would be the establishment of an approach adapted for allocation, based on information on the structure of production of the

firms, but this would induce to the possibility of strategic behavior.

## **Key Words :**

Environmental markets; Efficiency; Market Power.

## **5 - BIBLIOGRAFIA CONSULTADA**

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

ELLERMAN, A. D. et al. **Emissions trading under the U. S. acid rain program:** evaluation of compliance costs and allowance market performance: Cambridge: MIT Center for Energy and Environmental Policy Research, 1997.

HAHN, R. W. Market power and transferable property rights. **Quarterly Journal of Economics**, v. 99, p. 753-765, 1984.

HAHN, R. W., AXTELL, R. L. Reevaluating the relationship between transferable property rights and command-and-control regulation. **Journal of Environmental Economics**, v. 8, n. 2, p. 125-148, 1994.

HAHN, R. W., STAVINS, R. N. What has Kyoto wrought? the real architecture of international tradeable permit markets. Harvard University, 1999. (Mimeogr.).

JOSKOW, P. L. **Auctions design and the market for sulfur dioxide emissions.** Cambridge: MIT Center for Energy and Environmental Policy Research, 1996.

LYON, R. M. Equilibrium properties of auctions and alternative procedures for allocating transferable permits. **Journal of Environmental, Economics and Management**, v. 13, p. 129-152, 1986.

MALLORY, C. D. **The use of tradable permits for the control of acid rain in Cana-**

da. Montreal, 1990. Relatório para o Environmental Canada Corporate Policy Group.

MISIOLEK, W. S., ELDER, H. W. Exclusionary manipulation of markets for pollution rights. **Journal of Environmental Economics and Management** v. 16, p. 156-166, 1989.

MONTGOMERY, W. D. Markets in license and efficient pollution control programs. **Journal of Economic Theory**, v. 5, p. 395 – 418, 1972.

NUGENT, R. A. Teaching tools: a pollution rights trading game. **Economic Inquiry**, v. 35, p. 679-685, july 1997.

SALOP, S. C., SCHEFFMAN, D. T. Raising rivals costs. **American Economic Review**, v. 73, p. 267-271, 1983.

TIETENBERG, T. **Emissions trading**: an exercise in reforming pollution policy- resources for the future. Washington, D. C.: Resources for the Future, 1985.

---

Recebido para publicação em 27.AGO.1999.