

# **Interações Estratégicas e Financiamento de Projetos Ambientais: alguns efeitos localizados acerca do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo**

Fernando de Mendonça Dias<sup>1</sup>  
Francisco S. Ramos

## *Resumo*

*A partir da utilização de quatro mecanismos de flexibilidade o Protocolo de Kyoto pretende conduzir uma política em escala mundial a fim de tratar do fenômeno do aquecimento global. Dentre estes instrumentos, o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (CDM) afeta diretamente os países em desenvolvimento a partir do financiamento, por países desenvolvidos, de projetos resultando em reduções certificadas de emissões (CER's), desde que estes sejam revertidos, total ou parcialmente, ao país financiador. Entretanto, na ausência de um design apropriado para o CDM e para as políticas ambientais domésticas, é possível que ações estratégicas das firmas resultem em perda de bem-estar social para os países em desenvolvimento interessados em neste ingressar. Neste trabalho demonstra-se que na ausência de qualquer mecanismo de incentivo por parte das firmas interessadas em financiar tais projetos, esta é uma possibilidade credível.*

Palavras chave: Meio-ambiente; Regulação; Mecanismo de Desenvolvimento Limpo.  
Código JEL: K 32.

## **1. Introdução**

Durante a terceira Conferência da Partes (COP3) surgiu o Protocolo de Kyoto, pelo qual as nações industrializadas signatárias concordaram em reduzir em 5%, em média, entre 2008 e 2012, as emissões de gases de efeito estufa (GEE's), relativamente aos níveis de 1990. Este protocolo também cria as bases para o estabelecimento de um mercado internacional para negociação de GEE's entre estas nações, listadas no Anexo-I do Protocolo. Da mesma forma, se permitirá alguma forma de transação destas emissões entre os países desenvolvidos e os em desenvolvimento, através do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (CDM).

O CDM permite que créditos resultantes de reduções de emissões obtidas em países que não fazem parte do Anexo-I, possam ser aproveitados por países do Anexo-I no cumprimento de suas quotas acordadas. Estes instrumentos fazem parte dos Mecanismos de Flexibilidade previstos no Protocolo para atenuar os efeitos econômicos decorrentes de uma redução abrupta nos níveis de emissões, assim como induzir a uma eficiência de custos durante o processo.

De fato, o Protocolo de Kyoto prevê que a participação dos países em desenvolvimento junto aos Mecanismos de Flexibilidade se dará unicamente através do CDM. Desta forma, se procura garantir que o crescimento econômico destas nações não será cerceado pela necessidade de utilização de políticas ambientais restritivas, até porque o “efeito estufa” decorre basicamente das emissões oriundas dos países

---

<sup>1</sup> PIMES - UFPE, fmd@decon.ufpe.br, fsr@npd.ufpe.br. Os autores agradecem o suporte financeiro do CNPq.

constantes no Anexo-I. A imposição de controles ambientais que implicariam em custos econômicos aos países em desenvolvimento seria inviável sem que houvesse algum tipo de compensação. Este fato ficou claro durante as rodadas de negociações realizadas durante a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, nas três primeiras Conferência das Partes.

Durante a quarta Conferência das Partes (COP4), realizada em Buenos Aires em 1998, ficou estabelecido a criação de um grupo de trabalho encarregado de estabelecer as regras para o funcionamento destes mecanismos. Entretanto, a forma final do CDM somente será conhecida a partir do fim do ano 2000, na 6ª Conferências das Partes (COP-6). Todavia, já existe um projeto tramitando no Senado americano, permitindo a emissão provisória de certificados, o que ratificaria o que algumas empresas estão fazendo voluntariamente.

A situação dos grandes países em desenvolvimento como o Brasil permanece, entretanto, incerta, dado que o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo envolve negociações individuais, a nível de projetos conjuntos de redução de emissões, ou de mercado, transacionando CER's como certificados. Esta incerteza tende a se agravar, pois segundo Hahn & Stavins (1999), a política ambiental interna terá papel decisivo no êxito completo do futuro mercado internacional de quotas de emissões de GEE's, conhecido como *International Trading Quotas* (ITQ).

Para que tais projetos de redução sejam implementados é necessário que existam emissões de GEE's que possam ser controladas a partir da utilização de novas tecnologias e/ou novos processos de produção. Deve também existir uma instituição credenciada a certificar estas emissões como CER's, de forma que as mesmas possam ser utilizadas por países do Anexo-I.

O comprador final destes CER's pode ser um país do Anexo-I, ou firmas sediadas nestes países, desde que este tenha transferido para estas o custo da realização das metas constantes do Protocolo. Dado o grande volume de GEE's emitidos pelos países do Anexo-I (cerca de 80% do total), percebe-se que os maiores beneficiados com o CDM serão os países em desenvolvimento que possuem parques industriais extensos e diversificados, que não estão e/ou estiveram sujeitos a fortes legislações ambientais. Estes países poderiam gerar grandes volumes de CER's, competindo diretamente com o ITQ. O grande atrativo destes CER's é que é suposto que os custos de reduções de emissões nos países em desenvolvimento seja substancialmente menor que nos países desenvolvidos.

Esta não é, entretanto, a única forma como os créditos resultantes de CER's poderão ser repassados aos países do Anexo-I. Considerando a natureza das economias em desenvolvimento, e o volume de CER's possivelmente demandados pelos países do Anexo-I, a questão do financiamento dos projetos de redução de emissões torna-se fundamental.

Um aspecto a ser levantado é que, caso as firmas dos países em desenvolvimento venham, genericamente, a financiar seu próprios projetos de redução de emissões de forma a obter CER's e oferecê-los à venda, as economias em desenvolvimento estariam, de fato, financiando a política ambiental nos países do Anexo-I, sendo este financiamento amortizado pelo pagamento dos CER's. Dado o diferencial no porte e no

volume de emissões de GEE's destas economias, duas situações podem ser esperadas: o preço dos CER's pode convergir para o preço dos títulos negociados através do ITQ, e o custo das inversões necessárias para a obtenção de um volume economicamente viável de CER's pode ser proibitivo nas economias em desenvolvimento.

A primeira situação deriva do fato de que quando as firmas ofertam diretamente CER's, a um preço por unidade de redução inferior ao praticado no ITQ, estas deslocam a demanda do ITQ para o CDM. Ocorre que o volume de CER's que as economias em desenvolvimento podem disponibilizar é provavelmente insuficiente para atender a demanda dos países do Anexo-I, provocando excesso de demanda, que, por sua vez, provoca uma elevação nos preços dos CER's em direção aos praticados no ITQ. Ocorre que os preços no ITQ refletem os custos de redução nos países desenvolvidos, hipoteticamente mais elevados que nas economias em desenvolvimento. Apesar desta elevação dos preços favorecer, por um lado, estas economias, pois eleva a rentabilidade dos projetos de redução, ela, por outro lado, reduz a competitividade dos CER's.

Um segundo ponto é a realização das inversões necessárias para o projeto de redução de emissões, de forma a que se gere CER's. Estes projetos tipicamente apresentam componentes de custo "irreversíveis" de elevado montante, que podem afetar diretamente a estrutura produtiva da firma, além de, em geral, utilizarem tecnologias de controle ambiental completamente novas. Em suma, o custo do projeto é esperado ser elevado. Dadas as restrições de crédito nas economias em desenvolvimento, e a incerteza em relação a um mercado completamente novo, é improvável que as firmas obtenham linhas domésticas de crédito favoráveis aos desenvolvimento de tais projetos. Salvo a utilização de subsídios por parte das autoridades locais, que corresponderiam a subsídios as políticas ambientais dos países desenvolvidos, mesmo que os projetos fossem implementados diretamente pelas firmas os preços dos CER's que chegariam ao mercado refletiriam, além dos custos de redução de emissões, os custos do crédito necessário a implementação do projeto.

Deve, portanto, ser considerada a possibilidade de que as próprias firmas localizadas nos países desenvolvidos disponham-se a financiar diretamente estes projetos. Em termos do senso comum, as economias em desenvolvimento teriam apenas vantagens decorrentes deste tipo de atitude, uma vez que atrairiam capitais, tecnologia, e teriam parte do custo de uma política de desenvolvimento sustentável financiado a custos praticamente nulos. Além disso, a implementação dos projetos levaria a uma melhoria na qualidade ambiental nas áreas atingidas, que provoca externalidades positivas nas populações destas áreas.

Ocorre porém, que também devem ser considerados os efeitos cruzados derivados dos custos para a firma localizada no país desenvolvido em implementar uma solução alternativa. Ao contrário do que poderia parecer inicialmente, é possível que as firmas sediadas nos países em desenvolvimento não tenham qualquer interesse em permitir que suas emissões sejam controladas (mesmo sem custo), quando estas vislumbram um cenário onde sua participação de mercado, e seus lucros, podem se elevar devido a uma mudança da estrutura de custos das demais firmas.

Será aqui desenvolvido um modelo onde tal resultado emerge como consequência de determinadas estratégias de ambas as firmas, sendo uma em um país desenvolvido, e interessada em desenvolver um projeto através do CDM, e outra em um

país em desenvolvimento que pode ou não aceitar esta parceria. Será também desenvolvido um mecanismo de incentivo no qual a firma que propõe o projeto pode induzir uma melhor situação para si, afetando a decisão para a firma receptora do projeto. Por fim, com tal mecanismo, a própria agência de controle ambiental do país desenvolvido pode determinar *a priori* se o projeto será ou não implementado no país em desenvolvimento.

### 3. O Modelo

Considere uma economia onde existem apenas dois países e duas firmas produzindo um bem homogêneo. A firma 1 está localizada no país A e a firma 2 é localizada no país B, podendo ambas transacionar nos dois mercados. O país A é desenvolvido e o país B está em desenvolvimento. Será considerado aqui o impacto do CDM sobre as estratégias das firmas, onde a estratégia escolhida define o nível de produção. Antes da adoção do CDM, ambas as firmas são supostas estarem maximizando lucros dadas as estratégias escolhidas pela concorrente. Por simplificação, é considerado uma economia onde a informação é completa, perfeita, e simétrica.

A fim de estudar o impacto do CDM sobre as estratégias das firmas em relação a adoção de um projeto conjunto de redução de emissões, será considerada a seguinte situação: dada a necessidade de controle das emissões de um GEE específico associado a produção do bem no país A, de forma a este adequar-se a quota acordada de emissões do mesmo, a agência de controle ambiental deste país resolve transferir os custos desta redução para a firma 1, responsável pela emissão do GEE. A firma 1 é suposta ser detentora e utilizar-se da melhor tecnologia possível de redução de emissões. Desta forma, existem duas possibilidades: a agência cobra uma taxa da firma 1 de forma a financiar a compra de quotas no ITQ<sup>2</sup>, ou a firma 1 desenvolve um projeto em parceria com a firma 2, no país B, que é suposta não utilizar a melhor tecnologia de redução de emissões disponível<sup>3</sup>. Por simplicidade, será feita a suposição de que o projeto irá gerar exatamente o volume de créditos de emissões necessários ao país A.

Existem basicamente duas formas como a interação entre as firmas ser interpretada em uma situação deste tipo. Uma primeira hipótese seria onde a estrutura de mercado fosse tal que as decisões de produção são tomadas de forma independente e simultânea, em uma competição clássica de Cournot. A não existência de diferenças tecnológicas e barreiras a entrada podem explicar um comportamento deste tipo e neste caso ambas as firmas competiriam diretamente no mercado do produto em ambos os países, e a única diferença entre estas seriam os custos decorrentes do controle da poluição. Esta situação pode ser encontrada, por exemplo, na indústria de papel e celulose.

Uma segunda hipótese seria o caso da tecnologia e da escala das plantas serem distintas, admitindo-se que a firma localizada no país mais desenvolvido apresentasse

---

<sup>2</sup> *A priori*, o ITQ está restrito apenas aos governos das nações constantes do Anexo-I do Protocolo de Kyoto (Hahn & Stavins, 1999).

<sup>3</sup> Existe, de fato, uma terceira possibilidade: a agência cobrar uma taxa e financiar o projeto junto a firma 2. Entretanto, pode haver perda de eficiência associada a gestão pública de um projeto de cunho privado. Esta alternativa é aqui suprimida pela posse privada (pela firma 1) da tecnologia necessária a que a firma 2 realize a redução necessária de emissões.

uma planta maior e mais tecnologicamente intensiva, com custos unitários inferiores. Desta forma, esta firma poderia exercer um poder de mercado no sentido de determinar, direta ou indiretamente, os preços do bem no mercado. Tal situação caracteriza um grande número de setores nas economias em desenvolvimento, como a indústria química por exemplo, assim como pode ser interpretada através de uma competição típica de Stackelberg.

Ocorre porém que tal situação pode ocorrer mesmo quando as tecnologias são semelhantes desde que a capacidade de produção das plantas, entre as firmas, seja distinta, assim como a capacidade de endividamento das mesmas. Como argumenta Tirole (1989), a capacidade de produção possui um valor intrínseco na medida em que, uma vez definida a planta, os custos são do tipo *sunk*. Esta seria uma situação onde apesar dos custos de produção serem basicamente idênticos, uma das firmas poderia elevar a oferta em ambos os mercados de tal forma que os preços de equilíbrio permaneceriam abaixo dos custos unitários de produção, em uma estratégia de dumping. Para tanto, além da questão da escala, tal firma deve ser capaz de poder financiar a adoção de estratégias deste tipo. Um exemplo destas práticas pode ser frequentemente encontrado na indústria de calçados chineses, que conta com financiamento estatal a suas ações.

Desta forma, uma situação deste tipo não corresponde apenas a uma curiosidade teórica. Além disto, constitui-se de certa forma em uma situação limite onde uma determinada firma impõe liderança no mercado devido unicamente a capacidade da firma em utilizar comportamento predatório contra as demais. Uma vez que estratégias de *dumping* podem vir a se tornar demasiadamente custosas e seu êxito depende crucialmente de avaliações acerca dos lucros provenientes de um mercado monopolista, é bastante provável que firmas que possam operar tais estratégias não o façam, exercendo entretanto algum tipo de liderança no mercado, seja em preços ou em quantidades, como é tratado neste trabalho.

Em geral, a liderança no mercado é justificada por economias de escala e/ou inovações tecnológicas e, caso tais fatores sejam incorporados as hipóteses aqui feitas, estes iriam reduzir os ganhos relativos que a firma 2 obteria a medida que a firma 1, a líder, reduz sua participação no mercado devido a imposição de uma política ambiental no país A e, desta forma, o modelo apresentado a seguir refere-se a situações limites onde a liderança de mercado pode ser exercida. Com isto, pretende-se demonstrar que mesmo nestas situações um equilíbrio que beneficia ambas as sociedades pode emergir, desde que a questão da interação estratégica entre as firmas seja considerada.

Tal situação é aqui modelada a partir de algumas considerações acerca do comportamento das firmas no mercado. Admite-se que existe uma firma líder, localizada no país mais desenvolvido, e uma seguidora, localizada no País em desenvolvimento. As interações estratégicas destas firmas no mercado são tratadas através de um “duopólio de Stackelberg” (ver Mas-Colell, 1995). Neste tipo de estratégia, a firma líder resolve seu problema de maximização de lucros incorporando diretamente a função de reação da firma seguidora. Esta, por sua vez, maximiza lucros dada a escolha da líder.

Alguma hipóteses são necessárias para que os payoffs resultantes das diferentes escolhas para ambas as firmas sejam determinados. Os custos fixos para ambas as firmas são supostos serem “irreversíveis” (*sunk*). O custo para a firma 1 em realizar o projeto em parceria com a firma 2 é também suposto ser “irreversível”, e igual a  $\Psi$ . A taxa cobrada pela agência é aplicada ao nível de produção da firma 1, e igual a  $\delta$ , onde  $1 > \delta > 0$ . É também suposto que existe algum tipo de restrição impedindo que as firmas estabeleçam plantas de produção no outro país. Dada a imposição da agência de controle, a firma em A contempla as seguintes estratégias: pagar a taxa a agência ou implementar o projeto em parceria com a firma 2, em B. A firma 2, por sua vez, também contempla duas estratégias: aceitar ou não a parceria com a firma 1. Ambas as firmas são maximizadoras de lucros.

Uma vez suposto que não pode haver deslocamento das plantas de produção, as estratégias possíveis para a firma 1 são bastante reduzidas. De fato, como indicam Motta & Thisse (1994), a imposição de padrões ambientais em um país pode levar ao deslocamento total ou parcial das plantas para países que pratiquem políticas ambientais menos restritivas. Entretanto, isto só ocorre em situações muito especiais, como no caso dos custos de implementação de uma nova planta serem relativamente baixos em relação ao custo da política ambiental. Dada a natureza capital - intensiva das plantas emissoras de GEE's, esta hipótese pode ser considerada improvável de ocorrer.

A função demanda é dada por  $P_i = a_i - Q_i$ ,  $i = A, B$ , onde  $Q_i$  é o produto total,  $P_i$  é o preço no país  $i$  e  $a_i$  é o consumo autônomo. Uma vez suposto que o país A é desenvolvido e o país B é em desenvolvimento, é provável que  $a_A > a_B$ . Os custos de produção variáveis são constantes e iguais a  $c$  para ambas as firmas.

A natureza de um jogo tipo Stackelberg é dinâmica (firma 2 joga após firma 1), mas as hipóteses acerca da natureza da informação aqui feitas permitem que o payoff de cada tipo de atitude, de cada uma das firma, possa ser calculado. Desta forma, o jogo pode ser reduzido a forma normal, obtendo-se uma matriz de *payoff's* reduzida, através de um refinamento conhecido como indução retroativa.

A estratégia para a firma  $j$  será um par de quantidades ( $q_{jA}$ ,  $q_{jB}$ ) vendidas nos países A e B, respectivamente. A matriz de *payoff* reduzida será dada pelo lucro associado as estratégias escolhidas. As opções possíveis são em relação a política ambiental no país A e a escolha da firma 2 quanto ao projeto de redução de emissões implementado conjuntamente:

- firma 1 escolhe pagar a taxa mesmo quando a firma 2 aceitaria a implementação do projeto;
- firma 1 escolhe pagar a taxa e firma 2 não aceita implementar o projeto;
- firma 1 escolhe o projeto e firma 2 aceita a sua implementação e, por fim;
- firma 1 escolhe o projeto mas a firma 2 não aceita sua implementação.

Serão agora descritos as soluções de equilíbrio associados com cada uma das quatro configuração possíveis. Apresenta-se inicialmente a solução de equilíbrio anterior à imposição de uma política ambiental, para efeito de comparação. Uma vez que a álgebra do modelo padrão de Stackelberg é simples, serão apresentados apenas as estratégias e os lucros associados. Adicionalmente, a não ser que seja explicitamente mencionado,  $c$  é tal que as quantidades de equilíbrio são estritamente positivas.

**Configuração Inicial:** Neste caso, cada firma apresenta as seguintes funções lucro:

$$p_1 = P_A q_{1A} + P_B q_{1B} - c(q_{1A} + q_{1B}) \quad (1)$$

$$p_2 = P_A q_{2A} + P_B q_{2B} - c(q_{2A} + q_{2B}) \quad (2)$$

Os lucros para cada uma das firmas associados com as estratégias de equilíbrio são dados pelas seguintes expressões:

$$p_1^* = \frac{(a_A - c)^2}{8} + \frac{(a_B - c)^2}{8} \quad (3)$$

$$p_2^* = \frac{(a_A - c)^2}{16} + \frac{(a_B - c)^2}{16} \quad (4)$$

As quantidades vendidas em cada país seriam:

$$Q_A = \frac{3}{4}(a_A - c) \quad (5)$$

$$Q_B = \frac{3}{4}(a_B - c) \quad (6)$$

**Caso I:** Ocorre quando a firma 1 prefere pagar a tarifa mesmo quando a firma 2 aceitaria a realização de um projeto conjunto de redução de emissões. Neste caso, os lucros seriam dados por:

$$p_1 = P_A q_{1A} + P_B q_{1B} - c(q_{1A} + q_{1B}) - d(q_{1A} + q_{1B}) \quad (7)$$

$$p_2 = P_A q_{2A} + P_B q_{2B} - c(q_{2A} + q_{2B}) \quad (8)$$

Os lucros para cada uma das firmas associados com as estratégias de equilíbrio são dados pelas expressões seguintes:

$$p_1^* = \frac{(a_A - c)^2}{8} + \frac{(a_B - c)^2}{8} - \frac{d}{2}[a_A + a_B - 2(d + c)] \quad (9)$$

$$p_2^* = \frac{(a_A - c)^2}{16} + \frac{(a_B - c)^2}{16} + \frac{d}{4}[a_A + a_B + 2(d - c)] \quad (10)$$

Caso a firma 1 pague uma taxa a agência de controle ambiental, as quantidades negociadas em cada país serão dadas por:

$$Q_A = \frac{3}{4}(a_A - c) - \frac{d}{2} \quad (11)$$

$$Q_B = \frac{3}{4}(a_B - c) - \frac{d}{2} \quad (12)$$

Como pode ser deduzido da comparação entre as equações (11) e (12) com as equações (5) e (6), quando a firma 1 opta por pagar uma taxa ambiental, as quantidades de equilíbrio são reduzidas em ambos os países, e os preços devem se elevar em relação ao equilíbrio original. Mais importante, o lucro da firma 1 pode decrescer, enquanto que o lucro da firma 2 irá aumentar.

**Caso 2:** Ocorre quando a firma 1 prefere pagar a tarifa e a firma 2 não aceitaria o projeto, não importa como seja proposto. As estratégias e os *payoffs* associados a este caso seriam as mesmas do caso anterior, pois quando a firma 1 escolhe pagar a taxa ambiental, as decisões da firma 2 não afetam o resultado final do jogo.

**Caso 3:** Ocorre quando a firma 1 prefere implantar o projeto de redução de emissões, e a firma 2 aceita a parceria. A firma 1 então banca todos custos do projeto, ocorrendo uma redução das emissões no país B. Neste caso, as funções lucro seriam dadas como segue:

$$p_1 = P_A q_{1A} + P_B q_{1B} - c(q_{1A} + q_{1B}) - \Psi \quad (13)$$

$$p_2 = P_A q_{2A} + P_B q_{2B} - c(q_{2A} + q_{2B}) \quad (14)$$

Uma vez que a firma 1 irá bancar todos os custos do projeto, e estes são fixos, as estratégias e os *payoffs* de equilíbrio não irão diferir da situação inicial, exceto em relação ao lucro da firma 1, que será dado por:

$$p_1^* = \frac{(a_A - c)^2}{8} + \frac{(a_B - c)^2}{8} - \Psi \quad (15)$$

$$p_2^* = \frac{(a_A - c)^2}{16} + \frac{(a_B - c)^2}{16} \quad (16)$$

Segue que a escolha da utilização de um projeto em parceria com a firma 2 não alteraria nem os preços nem as quantidades de equilíbrio em ambos os países, com relação a equilíbrio resultante antes da imposição de uma política ambiental.

**Caso 4:** Ocorre quando a firma 1 prefere implantar o projeto mas a firma 2 não aceita a parceria. Neste caso, a decisão da firma 2 afeta o *payoff* do jogo porque quando esta recusar o projeto, a melhor (e a única) opção para a firma 1 é pagar a taxa. Neste caso, as estratégias de equilíbrio e os *payoffs* deste caso são idênticos aos indicados no **Caso 1**.



Uma vez que os payoffs para cada uma das configurações possíveis foram estabelecidos, a matriz do jogo pode ser expressa como segue. Observe-se, entretanto, que esta matriz é constituída a partir da hipótese de que a informação é perfeita, simétrica e completa e, neste caso, cada firma pode antecipar os resultados que decorrerão de suas escolhas. Desta forma, o equilíbrio de Nash resultante desta análise é perfeito em subjogos. Cada célula apresenta o lucro da firma 1 e da firma 2, respectivamente, associado com a escolha de cada uma.

### **Matriz de Payoff**

		Firma 2	
		Aceita o Projeto	Não Aceita o Projeto
Firma 1	Implementa o Projeto	$\frac{(a_A - c)^2}{8} + \frac{(a_B - c)^2}{8} - \Psi;$ $\frac{(a_A - c)^2}{16} + \frac{(a_B - c)^2}{16}$	$\frac{(a_A - c)^2}{8} + \frac{(a_B - c)^2}{8} - \frac{d}{2}[a_A + a_B - 2(d + c)];$ $\frac{(a_A - c)^2}{16} + \frac{(a_B - c)^2}{16} + \frac{d}{4}[a_A + a_B + 2(d - c)]$
	Paga a Taxa	$\frac{(a_A - c)^2}{8} + \frac{(a_B - c)^2}{8} - \frac{d}{2}[a_A + a_B - 2(d + c)];$ $\frac{(a_A - c)^2}{16} + \frac{(a_B - c)^2}{16} + \frac{d}{4}[a_A + a_B + 2(d - c)]$	$\frac{(a_A - c)^2}{8} + \frac{(a_B - c)^2}{8} - \frac{d}{2}[a_A + a_B - 2(d + c)];$ $\frac{(a_A - c)^2}{16} + \frac{(a_B - c)^2}{16} + \frac{d}{4}[a_A + a_B + 2(d - c)]$

O exame da matriz revela que a estratégia dominante para a firma 2 é não aceitar a parceria, mesmo quando a firma 1 propõe o projeto sem qualquer tipo de custo para esta. A estratégia para a firma 1 depende do custo do projeto em relação ao custo total da tarifa. Este será tanto menor quanto maiores forem as diferenças entre as tecnologias de redução de emissões entre as firmas, o que reduz  $\Psi$ , quanto maiores forem as diferenças entre  $\Psi$ ,  $\alpha_A$  e  $\alpha_B$ , e quanto maior for a taxa cobrada ( $\delta$ ).

Apesar disto, não importa o quanto a firma 1 ganhe com a implementação do projeto, o equilíbrio resultante deste esquema será onde a firma 1 pagará a taxa ambiental e a firma 2 se beneficiará da redução da participação de mercado desta, elevando seus lucros em relação ao equilíbrio original.

Ocorrerá, portanto, uma clara perda de bem-estar para o país A, pois os lucros da firma 1 se reduziram e o preço aumentou. Em relação ao país B, há uma perda devido ao aumento do preço, mas como os lucros da firma 2 aumentaram, é necessário que se verifique qual dos efeitos irá predominar. Uma vez que  $\delta$  é menor que 1, sua dimensão relativa aos  $\alpha$ 's deverá ser bastante reduzida, indicando que os custos sociais decorrentes da redução na quantidade demandada e do aumento dos preços deverão ser também reduzidos. Entretanto, apenas a firma 2 (seus acionistas), se beneficiarão deste resultado.

Ocorre porém que o acréscimo de lucro da firma 2 é inferior a perda da firma 1, o que indica que existe uma perda global de bem-estar social devido a imposição de uma política ambiental em um dos países.

Estes resultados indicam que uma política ambiental mais restritiva no país desenvolvido, junto com a possibilidade da utilização por parte de um mecanismo como o CDM, ao invés de induzir uma solução custo-eficiente, com financiamento de projetos ambientais em países em desenvolvimento, levaria a uma solução onde existe perda de bem-estar, além de que o equilíbrio resultante não é de custo mínimo para a política ambiental global.

A questão é que a possibilidade das firmas em países desenvolvidos realizarem poupanças de custo reduzindo emissões em países menos tecnologicamente intensivos, em relação a processos de produção “limpos”, gera um valor para o excesso de emissões realizadas pelas firmas dos países em desenvolvimento, que serão receptoras dos projetos. No modelo aqui utilizado, este valor é dado pelo lucro extra que a firma 2 obtém induzindo a firma 1 a pagar uma tarifa ambiental. A firma 2 somente irá aceitar ser receptora do projeto se a firma 1 oferecer um valor superior a este lucro extra pelo “direito” de implementar um projeto de redução de emissões. Neste caso, pode ser dito que firma 2 vende à firma 1 seu excesso de emissões.

Uma questão que surge é que se existe algum tipo de estratégia que possa ser utilizada pela firma 1, de forma que esta possa se aproveitar do potencial de redução de custos de emissão de poluentes a partir da implantação de projetos de redução em países em desenvolvimento.

### **3.1 Efeito de Estratégias de Incentivo**

Considera-se nesta seção os efeitos decorrentes de estratégias que induzam a firma 2 a cooperar, sempre que isto lhe seja requisitado. Como visto na seção anterior, a firma 2 não tem qualquer incentivo a cooperar, permitindo a implantação de um projeto de redução de emissões. Isto decorre do fato de que a imposição de uma taxa ambiental a firma 1 reduz a participação desta no mercado, e parte desta perda é “repassada” a firma 2, que com isto eleva seus lucros. Permitindo que o projeto seja realizado, entretanto, esta não tem qualquer ganho adicional.

Para a firma 1, porém, a escolha entre o projeto e a taxa depende dos custos de cada um. Esta escolha pode ser sintetizada pela equação (17) a seguir. Esta expressão indica que a firma 1 irá preferir o projeto sempre que o impacto sobre o seu próprio lucro seja menor com a realização deste do que com o pagamento da taxa.

$$\Psi < \frac{d}{2} [a_A + a_B - 2(d + c)] \quad (17)$$

Todavia, a expressão dada por 17 não tem qualquer efeito sobre o resultado do jogo, pois a escolha da firma 2 é que irá determinar o equilíbrio resultante. Observe porém que a aplicação de (17) determina o par de estratégias resultante, ocorre porém dos *payoff*'s associados a qualquer das duas estratégias restantes ser o mesmo.

De forma a incorporar uma restrição de incentivo ao problema, suponha que a firma 2 concorda em permitir que o projeto seja implantado, desde que a perda de seus lucros extras devido a imposição de taxas seja compensada. Assim, a firma 1 poderia adicionar aos custos do projeto ( $\Psi$ ) o lucro extra da firma 2 quando a firma 1 paga uma

taxa ambiental. Desta maneira, a firma 1 iria considerar a viabilidade do projeto em relação ao pagamento de uma taxa de acordo com a expressão dada por (18), ou alternativamente, por (18a).

$$\Psi + d \frac{(a_A - c + d)}{4} + d \frac{(a_B - c - d)}{4} < \frac{d}{2} [a_A + a_B - 2(d + c)] \quad (18)$$

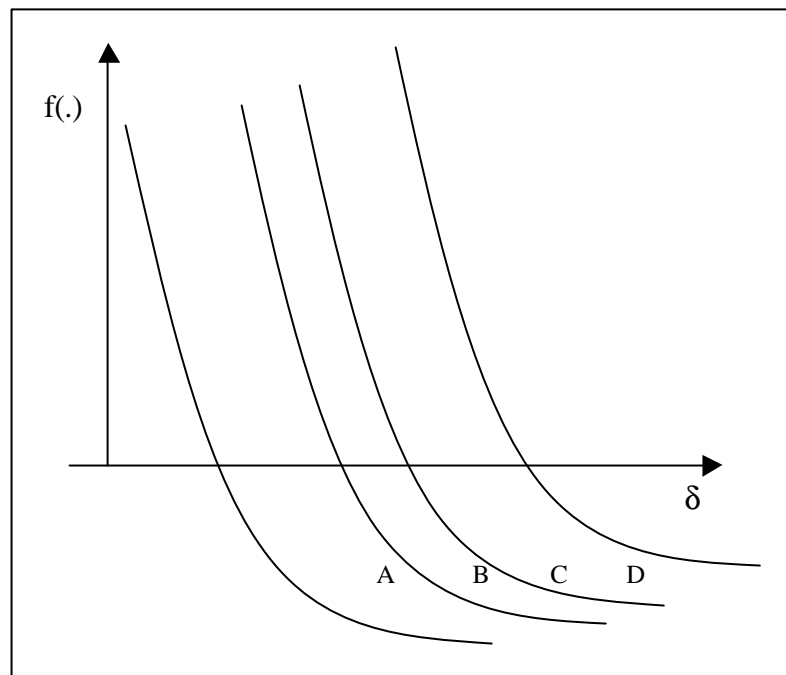
que resulta em:

$$\Psi + d^2 - \frac{1}{2} \left\{ \frac{d}{2} [a_A + a_B - 2(d + c)] \right\} < 0 \quad (18a)$$

A hipótese de que a firma 2 permite o projeto quando este é solicitado, com o mecanismo de incentivo dado acima altera completamente os equilíbrios resultantes. A estratégia dominante para a firma 2 passa a ser “permitir a implantação”, e a expressão dada por 18a irá determinar o payoff do jogo. Observe-se que para a firma 2, a implantação do projeto, sem perda de lucros extras é suposta ser preferível apenas aos lucros extras (talvez pela redução local de emissões, ou por uma melhor imagem da firma no mercado), e no caso da firma 1 não solicitar o projeto, o payoff para a firma 2 é indiferente.

Quando a desigualdade dada por 18 ou 18a é verdadeira, a firma 1 irá propor o projeto a firma 2. Note-se, no entanto, que para tal se realize as diferenças entre o custo do projeto e a dimensão dos componentes de consumo autônomo de ambos os mercados serão determinantes, assim como o valor da taxa ambiental a ser cobrada. Por simplicidade, chame-se o lado direito de 18a de  $f(\delta, \Psi, \alpha_A, \alpha_B, c)$ , onde sempre que  $f(\cdot)$  for menor que 0, a firma 1 irá propor o projeto. Um importante ponto de vista surge a partir do gráfico de  $f(\cdot)$  quando apenas a taxa ambiental varia, como pode ser visto na figura 1.

**FIGURA 1**  
Efeitos de Diferentes Taxas e Tamanhos de Mercado



Como pode ser observado pela Figura 1, quanto menor for a taxa cobrada, maior a probabilidade da firma 1 preferir este mecanismo a implantação do projeto. Na figura acima, os parâmetros que determinam o deslocamento a direita da curva são o tamanho mais reduzido dos componentes de consumo autônomo ( $\alpha_A$  e  $\alpha_B$ ) assim como custos mais elevados para a implementação do projeto. Assim, uma vez que a taxa ambiental seja fixada, a firma 1 observaria o  $f(\delta)$  associado e decidiria se proporia um projeto ambiental a firma 2, ou se pagaria a taxa ao país onde está implantada, e o equilíbrio resultante seria conhecido. Por exemplo, se o custo do projeto for muito pequeno em relação aos componentes de consumo autônomo, uma curva tal como A poderia ser encontrada, onde mesmo para taxas reduzidas o projeto apresenta-se a alternativa mais viável para a firma 1.

Uma forma alternativa para a utilização de uma expressão tal como 18 seria caso a agência de controle ambiental do país A pretendesse que a imposição da taxa levasse a realização de um projeto de controle ambiental no país B, ou, pelo contrário, que resultasse em redução da emissões locais de GEE's (observe-se que com o pagamento da taxa as quantidades produzidas pela firma 1 irão se reduzir e, conseqüentemente, suas emissões deveriam se reduzir). Uma vez que toda a informação é de conhecimento comum, a agência teria conhecimento de 18a, e estabeleceria uma taxa em conformidade com seus objetivos. Para tanto, determina-se  $\delta$  de tal forma que o lado direito de 18a seja zero, pois variações ao redor desta taxa afetam imediatamente o resultado do jogo. No caso específico tratado aqui esta taxa limite seria dada por:

$$d = \frac{a_A + a_B - 2c - \sqrt{(2c - a_A - a_B)^2 - 96\Psi}}{12} \quad (19)$$

Um outro resultado que surge da utilização de um mecanismo de incentivo tal como indicado por 18 é que o equilíbrio final resultante pode, a grosso modo, ser determinado no início do jogo, sendo dado pelas expressões abaixo:

$$p_1^* = \begin{cases} \frac{(a_A - c)^2}{8} + \frac{(a_B - c)^2}{8} - \Psi - \frac{d}{4} [a_A + a_B + 2(d - c)], & \text{se } 18a < 0 \\ \frac{(a_A - c)^2}{8} + \frac{(a_B - c)^2}{8} - \frac{d}{2} [a_A + a_B - 2(d + c)] & \text{noutros caso} \end{cases} \quad (20)$$

$$p_2^* = \frac{(a_A - c)^2}{16} + \frac{(a_B - c)^2}{16} + \frac{d}{4} [a_A + a_B + 2(d - c)] \quad (21)$$

#### 4. Conclusões

O relatório final resultante da Terceira Conferência das Partes (COP3), realizada em Kyoto em 1997, propõe quatro mecanismos básicos para o controle global das emissões de GEE's. A abordagem que se pretende utilizar nestes mecanismos é orientada à utilização de mercados ambientais, onde o principal elemento indutor da eficiência de custos desta política global deverá ser o ITQ.

De forma a financiar a implantação de programas de controle ambiental nos países em desenvolvimento foi incluído o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, pelo qual os créditos decorrentes de reduções efetuadas a partir de projetos implementados nestes países podem ser aproveitados pelos países do Anexo-I. Inicialmente, é provável que este seja o mecanismo mais utilizado devido a grande economia de custos que pode gerar, uma vez que as políticas ambientais nos países em desenvolvimento são, em geral, menos rígidas. É também provável que estes projetos sejam diretamente financiados por parte dos países do Anexo-I, ou por firmas nestes localizadas.

Entretanto, como salientam Hahn & Stavins (1999), o papel das políticas domésticas é determinante para o êxito do programa, uma vez que boa parte das emissões de GEE's derivam de processos industriais. Foi visto neste estudo que a imposição de uma determinada política ambiental em um país desenvolvido pode gerar, através do CDM, valor para o excesso de emissões nos países em desenvolvimento. Desta forma, caso a responsabilidade pelo cumprimento das quotas acordadas em Kyoto seja transferida às firmas sediadas nos países desenvolvidos, estas poderão ter de barganhar pelo direito de realizar reduções nos países em desenvolvimento.

Sob determinadas hipóteses, viu-se aqui que o próprio mercado é capaz de prover os instrumentos necessários para que tal não venha a comprometer a eficiência, em termos de alocação de emissões, que deriva da escolha de instrumentos do Protocolo de Kyoto. Entretanto, no modelo aqui apresentado tal somente é possível dadas as hipóteses realizadas a respeito da natureza da informação entre os países envolvidos. Tais hipóteses podem ser consideradas, no mínimo, fortes, indicando que o papel das autoridades ambientais locais em propiciar condições para que falhas de mercado não venham a comprometer a eficácia do programa será fundamental.

Conclui-se, portanto, que apesar do CDM apresentar uma série de vantagens para os países em desenvolvimento, alguns aspectos em relação ao comportamento dos agentes devem ser considerados em relação as políticas ambientais praticadas nestes países, de forma que a ação individual das firmas não prejudique o bem-estar da população. Uma alternativa seria o mapeamento imediato das fontes de emissão de GEE's nestes países, bem como a imposição de custos referentes as externalidades provocadas por este tipo de poluição, como forma de induzir as firmas locais a aceitarem a implantação de projetos de controle de emissões financiados por recursos externos.

### ***Referências bibliográficas:***

GOLDEMBERG, J., 1999, Um "Fast Track" para a implementação do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo CDM no Brasil, [URL:www.mct.gov.br](http://www.mct.gov.br).

HAHN, R. W. & STAVINS, R. N., 1999, What has Kyoto Wrought? The Real Architecture of International Tradeable Permit Markets. Mimeo.

MAS-COLELL, A., WHINSTON, M. D. & GREEN, J. R., 1995, Microeconomic Theory. New York, Oxford University Press.

- MCT, 1999, Pontos de Vista do Brasil sobre o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. URL:www.mct.gov.br.
- MOTTA, M. & THISSE, J-F., 1994, Does Environmental Dumping Lead to Delocation? European Economic Review, 38, 563 - 576.
- PROTOCOLO DE KYOTO, Documento On-line, URL:www.mict.gov.br, 1999.
- TIETENBERG, T., 1985, Emissions Trading: An Exercise in Reforming Pollution Policy. Resources for the Future, Washington, D. C.
- TIROLE, J., 1989, The Theory of Industrial Organization. MIT Press. Cambridge, Massachusetts. 479p.
- YOUNG, C. E. F. & BARBOSA FILHO, F. H. B., 1998, Comércio Internacional, Política Econômica e Poluição no Brasil. Anais do XXVI Encontro Nacional de Economia, Vitória – ES, Vol. 3, 1573 – 1584.

## ANEXO

### RELATÓRIO DA CONFERÊNCIA DAS PARTES EM SUA TERCEIRA SESSÃO

**Tabela: Total das emissões de dióxido de carbono das Partes do Anexo I em 1990, para os fins do Artigo 25 do Protocolo de Quioto<sup>a</sup>**

Parte	Emissões(Gg)	Porcentagem
Alemanha	1.012.443	7,4
Austrália	288.965	2,1
Áustria	59.200	0,4
Bélgica	113.405	0,8
Bulgária	82.990	0,6
Canadá	457.441	3,3
Dinamarca	52.100	0,4
Eslováquia	58.278	0,4
Espanha	260.654	1,9
Estados Unidos da América	4.957.022	36,1
Estônia	37.797	0,3
Federação Russa	2.388.720	17,4
Finlândia	53.900	0,4
França	366.536	2,7
Grécia	82.100	0,6
Hungria	71.673	0,5
Irlanda	30.719	0,2
Islândia	2.172	0
Itália	428.941	3,1
Japão	1.173.360	8,5
Letônia	22.976	0,2
Liechtenstein	208	0
Luxemburgo	11.343	0,1
Mônaco	71	0
Noruega	35.533	0,3
Nova Zelândia	25.530	0,2
Países Baixos	167.600	1,2
Polônia	414.930	3
Portugal	42.148	0,3
Reino Unido da Grã-Bretanha e Irlanda do Norte	584.078	4,3
República Checa	169.514	1,2
Romênia	171.103	1,2
Suécia	61.256	0,4
Suíça	43.600	0,3
<b>Total</b>	<b>13.728.306</b>	<b>100</b>

<sup>a</sup> Dados baseados em informações recebidas das 34 Partes do Anexo I que submeteram suas primeiras comunicações nacionais em 11 de dezembro de 1997 ou antes dessa data, compiladas pelo Secretariado em vários documentos (A/AC.237/81/; FCCC/CP/1996/12/Add.2 e FCCC/SB/1997/6). Algumas das comunicações continham dados sobre as emissões de CO<sub>2</sub> por fontes e remoções por sumidouros resultantes de mudança do uso da terra e florestas, porém esses dados não foram incluídos porque as informações foram relatadas de diferentes modos.