

# Comércio e meio ambiente e os modelos de Equilíbrio Geral Computável\*

Flavio Tosi Feijó\*\*

*Doutor em Economia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); Professor Adjunto da Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG)*

André Filipe Zago de Azevedo\*\*\*

*Doutor em Economia pela University of Sussex (Reino Unido); Coordenador do Mestrado em Economia da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos)*

## Resumo

*Este artigo apresenta uma revisão de literatura sobre o tema comércio internacional e meio ambiente à luz do instrumental baseado em modelos de Equilíbrio Geral Computável (EGC). As aplicações do modelo examinadas mostram que predominam dois aspectos: os trabalhos que avaliam os impactos no meio ambiente que decorrem das políticas comerciais, e os que buscam estimar os efeitos econômicos advindos da implementação de políticas ambientais decorrentes da internalização dos impactos ambientais. Em nível mundial, esse tema já foi bastante pesquisado, entretanto, ainda é uma questão que carece de maior investigação empírica, pois os resultados encontrados na literatura pertinente são ainda muito controversos. No Brasil, no entanto, o tema ainda não foi suficientemente explorado.*

## Palavras-chave

**Comércio internacional e meio ambiente; Equilíbrio Geral Computável; impactos ambientais e competitividade.**

---

\* Artigo recebido em set. 2008 e aceito para publicação em jul. 2009.

\*\* E-mail: tosifl@yahoo.com.br

\*\*\* E-mail: aazevedo@unisinos.br

## ***Abstract***

*This paper presents a survey of literature about the issue of international trade and environment based on Computable General Equilibrium (CGE) models. The applications examined show that they are concentrated on two subjects: those which evaluate the impacts on environment caused by trade policies, and those which seek to estimate the economic effects originated from the implementation of environmental policies stemming from of the internalization of environment impacts. This issue has been studied worldwide, however it still needs more empirical investigation, since the results found in the literature are controversial. In Brazil, however, the issue has not been sufficiently explored.*

## ***Key words***

***International trade and environment; Computable General Equilibrium; environment impacts and competitiveness.***

**Classificação JEL: F18, Q56.**

## **1 Introdução**

A relação entre comércio internacional e meio ambiente, atualmente pesquisada com bastante profundidade, foi pela primeira vez explorada no trabalho de Grossman e Krueger (1991). Os ramos nos quais esse tema se divide abrangem as mais variadas situações: os efeitos do comércio sobre o meio ambiente (poluição do ar, água e uso da terra); a política ambiental sobre a competitividade dos países através da internalização dos custos ambientais; as medidas ambientais com propósitos de proteção comercial; e as medidas comerciais com propósitos ambientais.

O tema comércio internacional e meio ambiente é considerado na literatura como uma via de mão dupla. Essa abordagem pode ser encontrada, por exemplo, em Grossman e Krueger (1993), Tobey (1990) e Antweiler, Copeland e Taylor (1998). Se, por um lado, tem-se a abertura comercial como possível indutora da degradação ambiental, por outro, pode-se ter os padrões de exigências ambientais

afetando a competitividade dos países.<sup>1</sup> Dentro dessa literatura, é possível observar duas hipóteses conflitantes quanto à abertura comercial e aos futuros níveis de qualidade ambiental: a Hipótese de Dotação de Fatores (HDF) e a Hipótese de Portos de Poluição (HPP).<sup>2</sup>

De acordo com a teoria clássica do comércio, sabe-se que a vantagem comparativa de um país vem das diferenças de tecnologia e dotação de fatores, quando comparadas a seu respectivo parceiro comercial. Um país que possui uma tecnologia que o permite produzir com um custo relativamente menor (ou que tem abundância em certos recursos) tem vantagem comparativa na produção de bens intensivos nessa dotação. Isso implica que, em um mundo totalmente integrado com livre-comércio, no limite extremo, toda produção mundial seria alocada de acordo com as respectivas vantagens comparativas. Assim, devido às características referentes à dotação de fatores de produção, muitos países seriam obrigados a se especializar na produção de bens ambientalmente sensíveis, ou seja, bens cuja produção degrada o meio ambiente em maior grau (Braga; Miranda, 2002).

A primeira hipótese (HDF) prevê que a liberalização comercial resultará em padrões de comércio consistentes com a teoria de Heckscher-Ohlin-Samuelson, ou seja, a teoria das vantagens comparativas resultantes dos diferenciais de dotação de fatores. Embora, não de forma definitiva, a premissa aceita pela literatura anteriormente citada é a de que os bens intensivos em poluição são relativamente também intensivos em capital e, portanto, as indústrias poluidoras realocariam sua produção de países relativamente “trabalho-abundante” (Sul) para os países com produção “capital-abundante” (Norte).<sup>3</sup> Essa hipótese é suportada pela observação de que as indústrias do Sul têm sido historicamente protegidas da concorrência internacional e, quando expostas à abertura comercial, suas ineficiências acabam provocando a realocação da produção do Sul para o Norte.

Por outro lado, relacionando o conceito de vantagem comparativa com a questão ambiental, tem-se que a vantagem comparativa tecnológica de um país pode ser alterada pela política ambiental. A análise econômica sugere que a

---

<sup>1</sup> Uma definição comum de competitividade é o grau pelo qual um país pode, sob condições de mercado livre e justo, produzir bens e serviços que possam ser vendidos no mercado internacional, mantendo e expandindo, ao mesmo tempo, a renda real de sua população. Isso sugeriria que é sua relativa posição competitiva em relação a outros países que determina o sucesso econômico de um país. De acordo com Krugman (1994), “[...] o que importa, predominantemente, é o absoluto crescimento da produtividade doméstica”.

<sup>2</sup> Tradução dos termos em inglês, respectivamente, Factor Endowment Hypothesis (FEH) e Pollution Haven Hypothesis (PHH).

<sup>3</sup> Indústrias químicas, de metais ferrosos e não ferrosos, papel e celulose, e refino de petróleo.

utilização de políticas ambientais aumenta o custo de produção e, assim, reduz a possibilidade de especialização de países na produção de bens que exigem atividades poluidoras. Ou seja, como afirma Siebert (1977), países com políticas ambientais menos rígidas têm sua vantagem comparativa aumentada em bens ambientalmente sensíveis (bens produzidos em indústrias “sujas”).<sup>4</sup>

Desta relação citada no parágrafo acima, surge outra hipótese, a Hipótese de Portos de Poluição. Essa hipótese é derivada da legislação ambiental que pode comprometer a competitividade, distorcendo os padrões de vantagem comparativa. Uma vez que a severidade das regulações ambientais aumenta com a renda e o desenvolvimento econômico, a HPP assume que os países em desenvolvimento (Sul) passam a adquirir uma vantagem comparativa na produção “poluição-intensiva”.<sup>5</sup> Assim, as indústrias consideradas “suja” poderiam deslocar-se do Norte para o Sul (através do investimento estrangeiro direto — IED) e, dessa forma, os países do Sul tornar-se-iam deliberadamente “receptores” das indústrias mais poluidoras do mundo (Anderson, 1996).<sup>6</sup> De uma forma geral, a evidência empírica não sustenta essa hipótese. Na verdade, há certo consenso de que existem outros fatores que podem pesar mais nas decisões de investimento do que os custos de controle ambiental, tais como estabilidade política, qualificação da mão de obra, acesso aos mercados, disponibilidade de matérias-primas, infraestrutura, custos de transportes, incentivos fiscais etc (World Bank, 1992). Por outro lado, existe o argumento de que, nos anos 70, houve uma migração das indústrias de base dos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) para os países em desenvolvimento.<sup>7</sup> Entretanto, esta migração, como é colocada em Togeiro de Almeida (Almeida, 1998), tanto pode ter um caráter de incentivo da política ambiental mais branda, quanto pode ser devida a uma nova etapa do desenvolvimento desses países.

---

<sup>4</sup> Não existe um consenso sobre essa questão, sendo necessárias maiores comprovações empíricas. Estudos mostram que os custos de abatimento de poluição nos países desenvolvidos ficam em torno de 1% do custo total de produção para a média da indústria, podendo chegar a, no máximo, 5% para as indústrias mais poluidoras. Portanto, pode ser que essa desvantagem no custo de produção não seja determinante do padrão de comércio.

<sup>5</sup> A hipótese de que o aumento da renda melhora a qualidade ambiental é baseada na existência de uma Curva de Kuznets Ambiental. Ou seja, com padrões de vida melhores decorrente do aumento na renda, a população passaria a exigir um meio ambiente mais limpo para viver.

<sup>6</sup> Na literatura especializada [ver, por exemplo, Kuit (2001)], esta situação é conhecida como “*race to bottom*”: os países afrouxam suas leis ambientais para atrair investimentos produtivos.

<sup>7</sup> São exemplos de indústrias de base as indústrias química, petroquímica, siderúrgica, metalúrgica, de fertilizantes, de celulose e papel, etc.

O objetivo deste artigo é apresentar uma breve revisão dos modelos econômicos que tratam desse assunto — mais especificamente, os que analisam os trabalhos produzidos à luz do instrumental de Equilíbrio Geral Computável (EGC). Para isso, este artigo foi organizado da seguinte maneira: na seção 2, é apresentada uma análise da perspectiva teórica da utilização dos modelos EGC nas duas vias supracitadas; na seção 3, apresenta-se uma revisão da literatura das principais aplicações no Brasil e no mundo, utilizando esse instrumental; finalmente, algumas considerações finais são traçadas.

## **2 Modelos de equilíbrio geral e o meio ambiente**

Os modelos de equilíbrio geral adotam uma solução que define uma situação econômica estável, nos quais a demanda e oferta são equalizadas em todos os setores. Os componentes básicos destes modelos são as preferências, descritas pelas funções utilidade dos consumidores; tecnologia, a qual define como os insumos são transformados em produtos; atividade, que são as ações que usam certas quantidades de insumos por unidade de operação; e as dotações, que definem a propriedade inicial dos fatores e dos insumos. Esses modelos focalizam a interdependência dos mercados, possibilitando, desse modo, fazer inferências sobre os impactos de externalidades de políticas de comércio e ambientais sobre os custos de produção e bem-estar do consumidor.

### **2.1 Aspectos teóricos dos efeitos ambientais da abertura comercial**

Os modelos de equilíbrio geral, quando utilizados para avaliar os impactos da liberalização comercial sobre o meio ambiente, permitem contemplar uma série de importantes interações entre diferentes setores e países (no caso de um modelo global). Desde o trabalho de Grossman e Krueger (1991), tornou-se comum a decomposição do impacto ambiental do comércio em três elementos que interagem entre si: efeito composição, efeito escala e efeito técnica.

O efeito composição trata da especialização que é induzida pelo comércio internacional. Isso acontece devido aos benefícios inerentes às economias de escala e à eficiência na produção preconizada pela teoria do comércio. Países que produzem uma grande variedade de produtos para satisfazerem sua demanda

local, com o advento do comércio, tendem a se especializar na produção de um subconjunto de produtos e importar outros. O efeito líquido sobre o meio ambiente será positivo se a especialização ocorrer em setores que são menos poluidores, na média, do que os setores que se contraem em função das importações e, negativo, se acontecer o contrário. Como os bens exportados por um país são os importados por outros, a totalidade dos países não poderá se especializar somente em indústrias consideradas “limpas”. Portanto, os problemas de poluição no mundo serão realocados pelo comércio internacional de acordo com as vantagens comparativas dos países nele inseridos.

Entende-se por efeito escala o aumento na poluição decorrente do crescimento da atividade econômica gerado pelo comércio. Tendo em vista a composição da produção e os coeficientes de poluição de cada indústria, o crescimento econômico poderá ser prejudicial ao meio ambiente. Associado a esse crescimento de renda, aumenta também o desejo da sociedade em demandar um ambiente mais limpo e saudável. Isso conduz os consumidores a desejarem pagar por produtos produzidos dentro de padrões ambientais mais rígidos e, conseqüentemente, à criação de instituições e regulamentações capazes de coagir as empresas a internalizarem os danos causados ao meio ambiente, através, por exemplo, de impostos, taxas, restrições e outras medidas regulatórias. O aumento de custo às indústrias força-as a desenvolverem tecnologias menos poluidoras, obtendo-se, assim, a redução de emissão de poluentes. A essa relação indireta entre aumento da renda e a adoção de novas tecnologias para redução da poluição dá-se o nome de efeito técnica.

Apesar da importância de se poder identificar a direção dos resultados individualmente através dos efeitos composição, escala e técnica, o que realmente importa é o resultado líquido. Se a demanda por qualidade ambiental aumentar mais que proporcionalmente com o aumento da renda, é possível que o efeito técnica neutralize o efeito escala. Entretanto, o resultado líquido ainda dependerá da direção do efeito composição.<sup>8</sup> A exposição a seguir ilustra como podem ser medidos esses três efeitos. Para modelar as mudanças projetadas para a economia da Indonésia, Strutt e Anderson (1999) criaram um módulo ambiental

---

<sup>8</sup> Copeland e Taylor (1994) desenvolveram um dos primeiros estudos decompondo esses efeitos dentro de um modelo de comércio. Eles dividiram o mundo em dois conjuntos de países, Norte (desenvolvidos) e Sul (em desenvolvimento), gerando uma série de produtos diferentes em intensidade de poluição. A principal conclusão foi que a liberação comercial diminuiria os problemas de poluição nos países desenvolvidos e aumentaria nos países em desenvolvimento.

separadamente e o juntaram à parte do Global Trade Analysis Project (GTAP) correspondente à Indonésia.<sup>9</sup>

Como comentado anteriormente, três fontes de efeitos ambientais de mudanças em políticas são identificadas: a mudança no nível da atividade econômica agregada (efeito escala); a mudança na contribuição de cada setor para o produto (efeito composição); e a mudança na tecnologia de produção (efeito técnica).

Seja (P) a variação total na poluição, a soma das variações na poluição de cada setor ( $P_j$ ):

$$P = \sum_{j=1}^n P_j \quad (1)$$

A mudança na poluição em cada setor  $j$  é a soma do efeito escala ( $A_j^o$ ), do efeito composição intersetorial ( $C_j^o$ ), e o efeito tecnologia ( $T_j$ ):

$$P_j = A_j^o + C_j^o + T_j \quad (2)$$

O efeito escala decorrente do aumento da atividade econômica conduz a um aumento na demanda por todos os bens e serviços, e isto tem um efeito positivo sobre as emissões de poluentes. A mudança no produto devido ao efeito escala é a variação proporcional no produto real agregado da economia ( $g$ ) multiplicada pelo produto inicial em cada setor ( $X_j$ ). Isso resulta na variação na escala do produto em cada setor com todos os setores crescendo à taxa de crescimento agregado da economia. A alteração na escala do produto em cada setor é então multiplicada pelo coeficiente ambiental do mesmo ( $E_j^o$ ). Essa relação está representada pela equação (3), que fornece as respectivas variações em emissões ambientais devidas ao efeito escala.

$$A_j^o = X_j * g * E_j^o \quad (3)$$

Discorre-se agora sobre o efeito composição intersetorial. Visto que alguns setores são mais poluidores que outros, as alterações na composição do produto mudarão a poluição. O efeito composição intersetorial é mensurado mantendo-se constante o produto agregado em seu nível inicial e permitindo que a

<sup>9</sup> O *software* utilizado para esta a modelagem foi o General Equilibrium Modelling Package (Gempack). O Gempack é um *software* próprio para modelagem econômica, especialmente utilizado em modelos de equilíbrio geral e parcial, produzido e distribuído pelo Centre of Policy Studies and Impact Project, Monash University.

composição do produto mude através da expansão de alguns setores e da contração de outros. A variação no produto setorial devida ao efeito composição intersetorial ( $C_j^o$ ) é encontrada multiplicando-se, primeiramente, o produto inicial de cada setor ( $X_j$ ) pela diferença entre a respectiva variação proporcional no produto ( $x_j$ ) e a variação proporcional no produto da economia como um todo ( $g$ ). Esse procedimento resulta na variação do tamanho relativo de cada setor que, por sua vez, quando multiplicada pelo coeficiente ambiental inicial ( $E_j^o$ ), fornece a variação de emissões ambientais no setor, como mostrado na equação (4).

$$C_j^o = X_j * (x_j - g) * E_j^o \quad (4)$$

Para modelar o efeito técnica, deve-se utilizar um conjunto de parâmetros ambientais que reflitam mudanças antecipadas nas técnicas produtivas. Geralmente, esses parâmetros refletem a opinião de especialistas sobre métodos de produção.<sup>10</sup> Mudanças tecnológicas alterarão a quantidade de degradação causada por cada unidade de produto em cada setor. A equação (5) ilustra como se pode obter tal efeito. As emissões geradas pelos novos e pelos antigos coeficientes devem ser comparadas. O primeiro colchete mostra a presença do novo coeficiente ambiental na atividade agregada e na composição intersetorial de mudanças no produto. O segundo reflete a ideia de que o produto inicial em cada setor também será obtido utilizando-se a nova tecnologia, e assim contribuirá para alterações na emissão de poluentes. Entretanto, quando são levadas em conta as alterações de políticas comerciais provenientes dos acordos, deve-se assumir que a nova tecnologia está dada em uma base de dados apropriadamente atualizada. Assim, deve-se considerar que as reformas comerciais não alteram os novos coeficientes de dano ambiental (Strutt; Anderson, 1999).

$$T_j = [(A_j^n - A_j^o) + (C_j^n - C_j^o)] + [X_j * (E_j^n - E_j^o)] \quad (5)$$

onde  $A_j^n = X_j * g * E_j^n$  e  $C_j^n = X_j * (x_j - g) * E_j^n$

Enfim, os impactos no meio ambiente decorrente da atividade econômica impulsionada pelo comércio internacional podem ser quantitativamente mensurados. Entretanto, do outro lado da via de mão dupla, pode-se fazer

<sup>10</sup> Outros possíveis componentes do efeito técnica são discutidos por Fredriksson (1999).



inferências também acerca dos efeitos sobre a competitividade e os padrões de comércio que as políticas ambientais podem causar.

## **2.2 Aspectos teóricos dos impactos da política ambiental sobre competitividade**

As políticas ambientais podem atuar sobre a competitividade internacional dos países. Weyant e Hill (1999) dividem os modelos para avaliar as consequências das políticas de redução de emissões de carbono em duas dimensões: a representação da economia e a representação dos setores de energia e o processo de geração de carbono. Quanto aos primeiros, a representação varia de modelos muito simples, como uma função de produção ou custo agregado, a modelos de equilíbrio geral multissetoriais. No que se refere à representação do carbono/energia, as aplicações variam de simples aplicações de coeficientes de poluição (multiplicações de coeficientes de carbono por dólar no produto da indústria tal) a detalhados submodelos do setor de energia.

A análise econômica sugere que a utilização de políticas ambientais aumenta o custo de produção e, assim, reduz a possibilidade de especialização de países na produção de bens que exigem atividades poluidoras. Ou seja, países com políticas ambientais menos rígidas têm sua vantagem comparativa aumentada em bens ambientalmente sensíveis (Siebert, 1977). Entretanto, esta teoria padrão de comércio é desafiada por uma recente visão revisionista. Porter e Van der Linde (1995) argumentam que políticas ambientais rígidas levam as firmas e a economia como um todo a tornarem-se mais competitivas, através do incentivo à inovação em tecnologias ambientais menos poluidoras. Os autores destacam casos de empresas que, forçadas por regulações mais exigentes, conseguiram reduzir seus custos de produção.

Essa controvérsia também é um assunto que está longe de ser conclusivo, e é mais uma questão que também necessita de maior investigação empírica. Através do instrumental de EGC, é possível que se façam simulações para prever o impacto de políticas ambientais sobre a competitividade dos setores através do padrão de comércio dos países. A implementação dessas simulações geralmente pode ser feita através da construção de cenários onde são introduzidos "choques" em variáveis exógenas representativas de impostos sobre atividades que causam poluição. Os choques funcionam como desequilíbrios gerados exogenamente no modelo para que, endogenamente, as condições de equilíbrio se restabeleçam através da variação de preços, quantidades ofertadas e demandadas nos vários níveis da atividade econômica, como consumo privado,

produção, poupança e gastos governamentais. O efeito final é obtido com a análise da variação do bem-estar em sua decomposição nos termos de troca e efeitos alocativos.

### 3 Aplicações de modelos de EGC ao comércio e meio ambiente

Uma proeminente vantagem de modelos de EGC reside na possibilidade de relacionar o ferramental teórico com uma base de dados consistente com o mundo real. É por isso que os modelos EGC têm sido frequentemente usados nestes tipos de estudo, por exemplo, Lee e Roland-Holst (1997), Perroni e Wigle (1994) e Dessus e Bussolo (1998). Esses modelos, que foram desenvolvidos a partir de modelos de planejamento com programação linear, descrevem o equilíbrio *walrasiano* com muitos bens e fatores, usando estruturas de mercado e produção baseadas no comportamento otimizador dos produtores e consumidores. A teoria de equilíbrio geral empregada é a teoria do comércio, modelando economias abertas. A desvantagem desses modelos é sua complexidade na computação e dificuldade de validação.<sup>11</sup>

É difícil obter uma sistematização das aplicações dos modelos EGC ao tema comércio e meio ambiente, pois as suposições levantadas sobre essa questão para a utilização desse instrumental variam de trabalho para trabalho. Entretanto, pode-se observar que as análises predominam basicamente em dois pontos, como pode ser observado no Quadro 1. Existem trabalhos que avaliam os impactos no meio ambiente que decorrem das políticas comerciais, enquanto outros buscam estimar os efeitos econômicos advindos da implementação de políticas ambientais decorrentes da internalização dos impactos ambientais.

---

<sup>11</sup> Validação na linguagem dos modeladores de EGC envolve a simulação de situações reais do passado para efeito de comparação dos resultados.

Quadro 1

## Aplicações recentes de modelos EGC ao comércio e meio ambiente

MODELO	ASSUNTO/TEMA
Perroni e Wigle (1994)	Impactos do comércio no meio ambiente
Dessus e Bussolo (1994)	<i>Trade-off</i> entre a liberalização comercial e o abatimento de poluição
Perroni e Wigle em Hertel (1997)	Efeitos do comércio na degradação do meio ambiente
Strutt e Anderson (1999)	Impactos dos acordos de comércio na água e no ar
Ferrantino (1999)	Efeitos da liberalização comercial na poluição manufatureira
Burniaux e Martins (2000)	Análise de sensibilidade dos parâmetros sobre o escape de carbono
Kuit (2001)	Impactos da implementação do Protocolo de Quioto sobre o “escape de carbono” com e sem o livre-comércio e análise de sensibilidade nos parâmetros e suposições dos cenários
Buchner e Roson (2002)	Análise integrada de avaliação da adoção do simultânea de internalização de externalidades ambientais com liberalização comércio
Burniaux e Truong (2002)	Cenários para a implementação do Protocolo de Quioto
Unterberdoerter (2003)	Ganhos do comércio sob internalização da poluição e deslocamento das indústrias sujas para os países em desenvolvimento devido a padrões ambientais mais baixos
Pant, Tulpulé e Fisher (2002)	Análise dos aspectos teóricos do modelo GTEM
Seroa da Motta (2003)	Impactos do comércio no meio ambiente
Tourinho <i>et al.</i> (2003)	Impactos econômicos de uma política ambiental
Feijó e Azevedo (2006)	Impactos do comércio no meio ambiente e Impactos econômicos e comerciais decorrentes das políticas ambientais

### 3.1 Aplicações no mundo

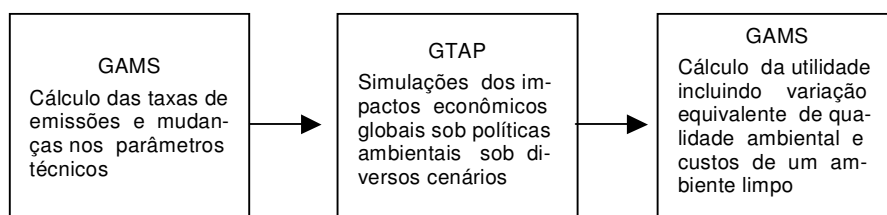
Perroni e Wigle (1994) construíram um modelo EGC para a economia mundial com externalidades global e local para investigar os impactos do comércio internacional na qualidade do meio ambiente. Seus resultados mostraram que, apesar de o livre-comércio ter um efeito negativo na qualidade ambiental, sua contribuição relativa para degradação ambiental é muito pequena. Os autores também encontraram que a magnitude dos efeitos das políticas ambientais no bem-estar não é significativamente afetada por mudanças nas políticas de comércio.

Dessus e Bussolo (1998) desenvolveram um modelo EGC para examinar se existe um *trade-off* entre a liberalização comercial e o abatimento de poluição na Costa Rica. Eles mostraram que a futura integração da Costa Rica com a economia mundial representa um grande risco de degradação ambiental, se a mesma não for acompanhada por reformas institucionais voltadas à preservação do meio ambiente.

O modelo proposto por Perroni e Wigle em Hertel (1997) incorpora os benefícios do abatimento tecnológico.<sup>12</sup> Eles desenvolveram um modelo de equilíbrio geral numérico para a economia mundial com externalidades ambientais globais e locais, para examinar os efeitos do comércio na degradação do meio ambiente. Os países são agrupados dentro de categorias de alta, média e baixa renda, assumindo-se competição perfeita e imobilidade de capitais. De uma forma geral, a proposta de ligação entre o GTAP e o modelo proposto para a política ambiental pode ser ilustrada pela Figura 1.

Figura 1

Procedimento computacional para análise de política ambiental usando o GTAP



FONTE: Hertel (1997).

NOTA: Uma exposição mais detalhada do procedimento utilizado por Perroni e Wigle pode ser encontrada em Hertel (1997).

<sup>12</sup> Entende-se por abatimento tecnológico a redução do impacto da poluição sobre o meio ambiente decorrente de uma melhoria da técnica de produção.

O programa General Algebraic Modeling System (GAMS) é utilizado para calcular os choques que são necessários para se alcançar uma dada combinação de taxas de emissão e abatimento. Esses choques são implementados dentro do GTAP, e as mudanças resultantes no produto setorial e a variação equivalente da renda são utilizados como insumos dentro de uma terceira etapa. A última etapa, que também é implementada dentro do GAMS, consiste em calcular as mudanças de bem-estar que são explicadas pela qualidade ambiental e custos de limpeza do meio ambiente.

Strutt e Anderson (1999), utilizando a base de dados do GTAP, analisaram os impactos dos acordos de comércio na água e no ar da Indonésia. Comparando dois cenários alternativos, os autores mediram os impactos ambientais resultantes da completa implementação dos acordos comerciais da Rodada do Uruguai em 2010 e do livre comércio das Nações Mais Favorecidas (NMF) pelos países da Asian Pacific East Countries (APEC) em 2020. O resultado geral foi que a reforma nas políticas de comércio na Indonésia nas próximas duas décadas melhoraria a qualidade do ar e da água, além de reduzir a depredação dos recursos naturais daquele país.

Ferrantino (1999) usa o GTAP para estimar os efeitos da liberalização comercial na poluição manufatureira. O estudo simula duas situações utilizando uma análise estática comparativa, com retornos constantes de escala e competição perfeita. A primeira refere-se às mudanças na proteção alcançadas na Rodada do Uruguai, através da remoção das restrições voluntárias de exportação e quotas bilaterais; a segunda, através da retirada dos impostos de importação (mantendo restrições voluntárias e as e quotas) sobre manufaturados e alguns produtos primários. O resultado mostrou que os efeitos técnica e composição mais que compensam o efeito negativo do aumento na escala de produção.

Burniaux e Martins (2000), utilizando o modelo GREEN da Organização para a Cooperação de Desenvolvimento Econômico, discutem os principais determinantes utilizados para quantificar a magnitude dos escapes de carbono. Os autores do artigo chamam a atenção para a multidimensionalidade da análise de sensibilidade dos parâmetros sobre o escape de carbono. Ou seja, é preciso que se leve em conta a dependência entre os parâmetros (elasticidades de substituição) quando se promove uma análise de sensibilidade.<sup>13</sup> Os principais

---

<sup>13</sup> Os autores chamam a atenção para a enorme dificuldade de implementação de tal análise devido, sobretudo, à larga escala dos modelos de EG. Assim, o trabalho retém sua análise somente em interações bidimensionais, ou seja, dois parâmetros, tornando possível a interpretação da taxa de escape de carbono como uma função de um par de parâmetros em um espaço tridimensional.

resultados encontrados no trabalho sugerem que a taxa de “escape” de carbono (LR — *leakage rate*, na sigla em inglês) permanece pequena mesmo na presença de um alto grau de substituição em mercados “não-energia” (incluindo as indústrias intensivas em energia).<sup>14</sup> Subjacente ao escape de carbono nesse mercado está o fluxo de capital. Foi verificado que esse fluxo se dá em sentido contrário ao que preconiza a teoria quando as elasticidades de Armington são baixas e moderadas, ou seja, o capital migra dos países de fora em direção aos participantes do Anexo I.<sup>15</sup> Quando o grau de substituição entre os bens “não-energia” é alto, o fluxo de capital segue o rumo normal (em direção aos países não integrantes do Anexo I).<sup>16</sup>

Nos mercados de energia, ainda conforme Burniaux e Martins (2000), o tamanho do escape de carbono é sensível à reação dos produtores de carvão em nível mundial. Quando a oferta de carvão é elástica, a LR é pequena.<sup>17</sup> A elasticidade da oferta de petróleo também afeta a LR, ainda que seja menos relevante comparativamente à do carvão. Se for tomada a sensibilidade da oferta de energia pouco intensiva em carbono, o resultado é menos relevante ainda. Quanto à influência da integração no mercado internacional de carvão, o estudo encontrou que a mesma depende da elasticidade de oferta de carvão que, por sua vez, afeta positivamente a LR.<sup>18</sup> Enfim, taxas de escape dependem fortemente da suposição feita para a elasticidade de oferta de carvão e petróleo.

Kuit (2001) investigou os impactos da implementação do Protocolo de Quioto sobre o “escape de carbono” com e sem o livre-comércio (Rodada do Uruguai), utilizando o GTAP-E (Energia). A problemática da pesquisa enfocou o dilema das PHH *versus* FEH, já comentada anteriormente no item 1.2. Foram realizados três experimentos, constituindo, assim, três cenários. O primeiro (cenário referência) retratou a economia em 2010 assumindo crescimento dos fatores de

---

<sup>14</sup> Portanto, a escolha das suposições sobre as elasticidades de Armington e modelos do tipo H-O é irrelevante para explicar diferenças em LR entre os modelos.

<sup>15</sup> Países comprometidos com a redução de CO<sub>2</sub> no Protocolo de Quioto.

<sup>16</sup> Entretanto, sugerem os autores, mesmo com um irrealístico grau de substituição entre esses produtos associada a uma completa mobilidade de capitais, o efeito escape de carbono é ainda modesto.

<sup>17</sup> O resultado é intuitivo. Se a oferta é totalmente inelástica, o ajustamento se dá exclusivamente nos preços. Assim, uma redução no consumo de carbono nos países do Anexo I deverá se refletir em uma queda acentuada no nível de preços mundiais, o que aumentará o consumo de energia nos países de fora do Anexo I. No caso extremo de uma oferta completamente inelástica, a LR será 100%.

<sup>18</sup> Pode-se dizer que, quanto maior a elasticidade de substituição do comércio de carvão, mais integrado é esse mercado e vice-versa.

produção e progresso técnico com base em Hertel *et al.* (2000). No segundo experimento, são implementadas as metas estabelecidas no Protocolo. No terceiro, ocorre, de forma simultânea, a implementação do Protocolo de Quioto e a Rodada do Uruguai.

Adicionalmente, é feita uma análise de sensibilidade nos parâmetros e suposições dos cenários. Os resultados obtidos apontam que a redução de carbono nos países do Anexo I apresenta certo vazamento para os países em desenvolvimento, onde os maiores ajustamentos se dão nos setores produtores de energia, principalmente no de carvão. No que diz respeito à liberalização comercial, o autor evidencia que o escape de carbono é positivo, porém pequeno. Ele atribui esse fato mais à redução dos preços da energia do que à realocação da indústria. Quanto à competitividade industrial, existe um encorajamento a uma estrutura industrial intensiva em CO<sub>2</sub> na maioria dos países da OECD, fato este que não suporta a PHH. A hipótese de dotação de fatores (FEH), por sua vez, não foi corroborada nem descartada nesse exercício, pois o resultado não é conclusivo. Os efeitos nas regiões dos países não pertencentes ao Anexo I são variáveis entre as regiões e países. Finalmente, as análises de sensibilidade mostram que os resultados foram robustos, mesmo variando a suposição nas políticas e parâmetros do modelo. O estudo mostra ainda que é de crucial importância fazer-se uma suposição de integração internacional no mercado de carvões.

Para analisar o conflito de interesses nas negociações que envolvem o tema comércio e meio ambiente no âmbito da Organização Mundial do Comércio (OMC), Buchner e Roson (2002) implementam uma análise integrada de avaliação de dois impactos, ou seja, a adoção simultânea de internalização de externalidades ambientais com liberalização do comércio.<sup>19</sup> Utilizando um modelo teórico bem simples de Heckscher-Ohlin-Samuelson (H-O-S), com dois países, duas indústrias (uma suja) e um recurso (em cada país), os autores mostram, através de uma matriz de *pay-offs* de elasticidades de renda equivalente, que a solução ótima seria a eliminação das barreiras ao comércio e a introdução de

---

<sup>19</sup> Buchner e Roson (2002) destacam o abismo existente entre as perspectivas de estratégias dos ambientalistas e defensores do livre comércio. Por um lado, os primeiros veem o livre-comércio como principal demônio responsável pela deterioração ambiental e, portanto, as barreiras ao comércio aparecem como uma estratégia no sentido de coibir a poluição. De outro, os que defendem o livre comércio alegam que os acordos ambientais têm o poder de deslocar as vantagens comparativas de certas indústrias e regiões impactando, dessa forma, o comércio internacional. Contra esse argumento, os ambientalistas alegam que o custo de abatimento da poluição é baixo e, portanto, não afeta os termos de troca e vantagens comparativas. De novo, cabe ressaltar que essa dúvida pode ser dirimida somente através da investigação empírica.

impostos sobre externalidades em ambos os países. A seguir, o mesmo experimento é testado empiricamente com o GTAP, e os resultados qualitativos são significativamente alterados. Para os autores, as principais causas das diferenças encontradas do modelo teórico para o empírico devem-se às baixas elasticidades de substituição, pelos deslocamentos da produção de bens intensivos em carbono, e a ausência do efeito “imposto de exportação” que justifica o uso de imposto sobre carbono como uma arma protecionista. Isso ocorre porque, no modelo GTAP, os padrões de consumo nos dois países são diferentes, devido ao maior peso dado por um país ao seu próprio produto. Portanto, a distorção doméstica provoca uma variação positiva nos seus termos de troca.

Em Burniaux e Truong (2002), são feitas importantes mudanças na teoria do GTAP padrão para a avaliação de emissões de CO<sub>2</sub> via queima de combustíveis fósseis. Nessa versão do GTAP, chamado GTAP-E, é incluída uma descrição mais detalhada das possibilidades de substituição entre as diferentes fontes de energia (carvão, petróleo, gás natural e derivados de petróleo e carvão). Além disso, o modelo incorpora emissões de carbono e um mecanismo de comércio internacional dessas emissões<sup>20</sup>. São simulados três cenários para a implementação do Protocolo de Quioto. O primeiro cenário não admite o comércio de permissões de emissões<sup>21</sup>. No segundo, é permitido o “comércio” dentro do Anexo I. No terceiro cenário, chamado de caso “comércio mundial”, é assumido que as emissões de carbono são comercializadas no mercado mundial sem qualquer restrição. De uma forma geral, os resultados dessas simulações apontam que o custo de implementação do Protocolo é menor quando são utilizados os mecanismos de flexibilidade.

Unteroberdoerster (2003) traz, para o contexto da liberalização do comércio entre os países membros da Asian Pacific East Countries (APEC), a problemática que envolve o tema comércio e meio ambiente. Utilizando o instrumental EGC através de um modelo de comércio multipaíses estático e incorporando um submodelo ambiental baseado em Perroni e Wigle (1994), ele investiga os ganhos do comércio quando são internalizadas as perdas decorrentes da poluição e a

---

<sup>20</sup> O GTAP-E foi desenvolvido especialmente para simular políticas de abatimento de emissões dos gases do efeito estufa.

<sup>21</sup> No Protocolo de Quioto, é permitido o uso “mecanismos de flexibilidade” para que os países constantes no Anexo 1 possam realocar as reduções de emissões e, conseqüentemente, a meta seja alcançada conjuntamente. Entre os países do Anexo I, esses mecanismos são chamados de “Comércio de Emissões” e “Implementação Conjunta”. Entre os países não integrantes do Anexo I, o instrumento recebe o nome de “Mecanismo de Desenvolvimento Limpo”, onde é permitido que os primeiros reduzam suas emissões nesses últimos através de investimentos em projetos ambientais.



questão do deslocamento das indústrias sujas para os países em desenvolvimento devido a padrões ambientais mais baixos. Quatro principais resultados são obtidos através das simulações. O primeiro sustenta que, sob um cenário de regulação ambiental tipo “comando e controle”, a política comercial tem somente pequenos efeitos sobre a poluição. Já para o segundo, a liberação do comércio pode até mesmo reduzir a poluição em países com padrões ambientais menos rígidos, devido à anterior proteção das indústrias intensivas em poluição.<sup>22</sup> Terceiro, quanto à poluição decorrente do consumo, ocorre um efeito estabilizante nos níveis totais de poluição. Finalmente, o autor observa que os resultados sugerem que barreiras ao comércio são menos efetivas e menos eficientes para controlar problemas ambientais do que a regulação ambiental doméstica.

Pant, Tulpulé e Fisher (2002) utilizam o Global Trade and Environment Model (GTEM) com três propósitos.<sup>23</sup> O primeiro foi derivar uma versão intertemporal através da imposição do comportamento intertemporalmente otimizador dos agentes na alocação da renda entre consumo e poupança e dos investidores na determinação do nível acumulação de capital. O segundo foi demonstrar a aplicabilidade do método descrito em Pant (2002) de um modelo de equilíbrio geral intertemporal no GEMPACK com uma base de dados de um simples período não *steady state*. O terceiro propósito foi verificar as propriedades de *steady state* do modelo. Os autores utilizaram a base de dados do GTAP versão 5, com agregação de seis regiões e 24 setores, e foi simulado para 23 períodos, 20 com intervalos de cinco anos, e três períodos com intervalos de um ano, cobrindo ao todo o período de 1997 até 2100. Nesse exercício, população e oferta de trabalho são tratadas como exógenas. Os principais resultados mostraram que as taxas de crescimento dos principais agregados econômicos, como PIB, PNB, estoque de capital e investimento, convergem para as taxas de crescimento da oferta de trabalho, recursos naturais e terra (variáveis exógenas). Adicionalmente, o teste de convergência mostrou que não houve diferença quando as suposições para as expectativas foram alteradas.

---

<sup>22</sup> Nesse caso, baixo padrão ambiental parece não gerar vantagem comparativa.

<sup>23</sup> O GTEM é um modelo dinâmico da economia global multissetorial e multirregional desenvolvido a partir do GTAP (Hertel, 1997) pelo Australian Bureau of Agricultural and Resource Economics (ABARE). Suas principais diferenças com relação a este último são a utilização de uma “cesta” tecnológica para as indústrias intensivas em energia, um módulo que gera mudanças endógenas na população e oferta de trabalho, um módulo que gera emissões da produção de alguns produtos e uso de combustíveis fósseis, e as relações entre acumulação de capital, dívida e população. Essa última característica é o que o torna dinâmico.

### 3.2 Aplicações para o Brasil

Embora os impactos ambientais decorrentes de acordos comerciais e vice-versa já sejam um tema bastante pesquisado em nível mundial, no Brasil, essa abordagem pode ser considerada ainda incipiente. Uma excelente resenha dos trabalhos relacionados a esse tema na América Latina é feita em Braga e Miranda (2002); mais especificamente, quando se trata dessa problemática para Brasil, utilizando o instrumental de EGC, têm-se ainda menos trabalhos aplicados. Entretanto, devem ser destacados os esforços dos pesquisadores do Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas (IPEA) nesse sentido.

Seroa da Motta (Motta, 2003) utilizou os resultados obtidos na simulação de Tourinho e Kume (2002) para medir os impactos macroeconômicos e setoriais da liberação do comércio no âmbito da ALCA sobre o meio ambiente brasileiro.<sup>24</sup> O método utilizado pelo primeiro consistiu na multiplicação dos coeficientes de poluição e uso dos recursos naturais às variações agregada e setorial na produção, exportação e importação. Os principais resultados obtidos apontam que os impactos diretos agregados são, em geral, bem pequenos e na direção de mais baixa intensidade na poluição do ar e nos usos de energia, e mais alta intensidade na poluição e usos da água e nas emissões de CO<sub>2</sub>.

Para avaliar os impactos econômicos de uma política de tributação sobre emissões de CO<sub>2</sub> na economia brasileira, Tourinho, Motta e Alves (2003) adaptam o modelo de Tourinho e Andrade (1998) através da inserção de um vetor de intensidade de poluição contendo coeficientes de poluição setoriais. São realizadas simulações retratando três cenários: taxação de três, 10 e 20 dólares por tonelada de carbono emitida por setor produtivo. De uma forma geral, os resultados apontam para uma redução no nível de emissões de carbono; transferência dos setores mais intensivos em carbono para os menos intensivos; queda na renda das famílias e no PIB; e aumento do investimento. Os autores destacam que as variações dos valores das taxas geraram apenas pequenas alterações com relação ao cenário-base, embora na direção esperada.

Feijó e Azevedo (2006) avaliaram de forma integrada os efeitos da ALCA e das reduções de emissões de CO<sub>2</sub>, tratadas pelo Protocolo de Quioto, a fim de se fazer uma comparação dos benefícios (ou perdas), tanto econômicos quanto ambientais. O instrumento utilizado para as simulações — GTAP-E (energia) — é uma versão modificada do GTAP e foi projetado para analisar assuntos relacionados ao uso de energia e de políticas que provoquem mudanças

---

<sup>24</sup> Esses últimos utilizam um modelo EGC estático *walrasiano* com competição perfeita.

climáticas. Os resultados obtidos apontam que a política ambiental de redução de emissões, apesar de contribuir para a diminuição de CO<sub>2</sub> na atmosfera, de forma geral, afeta negativamente o bem-estar econômico nos países que abatem emissões. Esse resultado sugere que um determinado país que adotasse um comportamento *free rider* na hipótese de consolidação da ALCA, não reduzindo suas emissões, seria beneficiado em relação aos demais países que adotassem outra postura.

## 4 Considerações finais

Nesse artigo, conforme descrito, o tema comércio e meio ambiente é ainda relativamente novo no contexto econômico mundial e está muito longe de ser considerado uma matéria que dispense novos trabalhos acadêmicos. Existem ainda muitas controvérsias sobre essa relação conflituosa que estão a exigir que se façam mais estudos aplicados. As hipóteses de dotação de fatores (HDF) e de portos de poluição (HPP) são exemplos claros de controvérsias nas quais está inserida a questão do comércio internacional e o aquecimento global e, conseqüentemente, a emissão de gases do efeito estufa e o Protocolo de Quioto. A forma como o comércio internacional afeta o meio ambiente das nações — e as políticas ambientais adotadas unilateralmente podem afetar a competitividade dos mesmos — ainda é uma questão que carece de maior investigação empírica. Como mostrado no texto, os resultados encontrados na literatura pertinente são ainda muito controversos.

A ciência econômica fornece vários instrumentos para análise do tema comércio e meio ambiente e, nesse trabalho, foram apresentadas algumas aplicações dando ênfase especial aos modelos de EGC, cujas aplicações mais recentes foram apresentadas. As suposições levantadas para tratar o tema comércio internacional e meio ambiente que utilizam esse instrumental variam de trabalho para trabalho. Entretanto, numa tentativa de sistematização dessas aplicações, observou-se que as análises predominam basicamente em dois pontos: trabalhos que avaliam os impactos no meio ambiente que resultam das políticas comerciais, enquanto outros buscam estimar os efeitos econômicos advindos da implementação de políticas ambientais decorrentes da internalização dos impactos ambientais. Em nível mundial, os impactos ambientais originados de acordos comerciais e vice-versa já são um tema bastante pesquisado; entretanto, no Brasil, o tema ainda não foi suficientemente explorado. Portanto, fica como sugestão para trabalhos futuros o preenchimento desta lacuna na literatura sobre comércio e meio ambiente. Os modelos de EGC para a avaliação

desses potenciais impactos são poderosos instrumentos que podem ser mais utilizados no Brasil.

## Referências

ALMEIDA, L. Togueiro de. **Política ambiental: uma análise econômica**. São Paulo: Unesp, 1998.

ANDERSON, K. Environmental standards and international trade. In: BRUNO, M.; PLESKIVIC, B. (Ed.). **Annual World Bank Conference on Development Economics 1996**. Washington, D. C.: World Bank, 1996.

ANTWEILER, W.; COPELAND, B.; TAYLOR, S. **Is free trade good for the environment?** Cambridge: NBER, 1998. (Working paper, n. 6707).

BURNIAUX, J.; MARTINS, J. Oliveira. **Carbon emission leakages: a general view**. Cambridge: OECD Economic Department, 2000. (Working paper, n. 242).

BURNIAUX, J.; TRUONG, P. **GTAP-E: an energy-environmental version of the GTAP model**. Lafayette, IN: Purdue University: Center for Global Trade and Analysis, 2002. (GTAP technical paper, n. 16).

BRAGA, A.; MIRANDA, L. (Org.). **Comércio e meio ambiente: uma agenda positiva para o desenvolvimento sustentável**. Brasília: MMA/SDS, 2002.

BUCHNER, B.; ROSON R. **Conflicting perspectives in trade and environmental negotiations**. Milan: FEEM, 2002. (FEEM working papers, n. 68).

COPELAND, B.; TAYLOR, M. North-south trade and the environment. **Quarterly Journal of Economics**, v. 109, p. 755-787, 1994.

DESSUS, S.; BUSSOLO, M. Is there a trade-off between trade liberalization and pollution abatement? a computable general equilibrium assessment applied to Costa Rica. **Journal of Policy Modeling**, v. 20, p. 11-31, 1998.

FEIJO, F.; AZEVEDO, A. Comércio e meio ambiente: políticas ambientais e competitividade no âmbito da ALCA. **Revista de Economia Aplicada**, v. 10, p. 561-587, 2006.

FERRANTINO, M. **Estimating effects of trade liberalization on forest cover: some methodological issues**. Cambridge: OECD, 1999.

FREDRIKSSON, P. Trade global policy, and the environment: new evidence and issues. In: FREDRIKSSON, P. **Trade global policy and the environment**. Washington D. C.: World Bank, 1999.

GROSSMAN, G.; KRUEGER, A. **Environmental impacts of a North American free trade agreement**. Cambridge: NBER, 1991. (Working paper, n. 3914).

GROSSMAN, G.; KRUEGER, A. Environmental impacts of a North American free trade agreement. In: GARBER, P. **The Mexico-US free trade agreement**. Cambridge: MIT Press, 1993.

HERTEL, T. **Global trade analysis: modeling and applications**. New York: Cambridge University, 1997.

HERTEL, T. et al. Agriculture and non-agricultural liberalization in the millennium round. In: GLOBAL CONFERENCE ON AGRICULTURE AND THE NEW TRADE AGENDA. **Interests and options in WTO 2000 negotiations**, Geneve, Oct., 1999. Geneve: World Bank; WTO, 2000.

KRUGMAN, P. International competitiveness: a dangerous obsession. **Foreign Affairs**, p. 28-44, Ma./Apr., 1994.

KUIT, O. The effect of trade liberalization on carbon leakage under the Kyoto protocol: experiments with GTAP-E. In: ANNUAL CONFERENCE ON GLOBAL ECONOMIC ANALYSIS, 4., Lafayette, IN., Purdue University, June 2001.

LEE, H.; ROLAND-HOLST, D. The environment and welfare implication of trade and tax policy. **Journal of Development Economics**, v. 52, n. 1, p. 65-82, 1997.

MOTTA, R. Seroa da. **Os impactos ambientais industriais da ALCA no Brasil**. Rio de Janeiro: IPEA, 2003. (Texto para discussão, 962). Disponível em: <[www.ipea.gov.br](http://www.ipea.gov.br)>.

PANT, H. **Global trade and environment model (GTEM): a computable general equilibrium model of the global economy and environment**. Canberra: ABARE, 2002.

PANT, H.; TULPULE, V.; FISHER, B. The global trade and environment model: GTEM. In: ANNUAL CONFERENCE ON GLOBAL ECONOMIC ANALYSIS, 5., Taiwan, 2002.

PEREIRA, A.; MAY, P. Economia do aquecimento global. In: MAY, P.; LUSTOSA, M.; VINHA, V. (Org.). **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

PERRONI, C.; WIGLE, R. M. International trade and environment quality: how important are the linkages? **Canadian Journal of Economics**, v. 27, n. 3, p. 551-567, 1994.

PORTER, M. E.; VAN DER LINDE, C. Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship. **Journal of Economic Perspectives**, v. 9, p. 97-118, 1995.

SIEBERT, H. Environmental quality and the gains from trade. **Kyklos**, v. 30, n. 4, p. 657-673, 1977.

STRUTT, A.; ANDERSON, K. Will Uruguay round and APEC trade liberalization harm the environment in Indonesia? **ACIAR Indonesia Research Project**, 1999. (Working paper, 98/02).

TOBEY, J. The effects of domestic environmental policies on patterns of World Trade: an empirical test. **Kyklos**, v. 43, n. 2, p. 191-209, 1990.

TOURINHO, O.; ANDRADE, S. **Cenários para o início do milênio no Brasil**. Rio de Janeiro: IPEA, 1998. (mimeo).

TOURINHO, O.; KUME, H. **Os impactos de acordos de livre-comércio: uma avaliação com modelo CGE para a economia brasileira**. Rio de Janeiro: IPEA, 2002. (mimeo).

TOURINHO, O.; MOTA, R. Seroa da; ALVES, Y. **Uma aplicação ambiental de um modelo de equilíbrio geral**. Rio de Janeiro: IPEA, 2003. (Texto para discussão, n. 976). Disponível em: <[www.ipea.gov.br](http://www.ipea.gov.br)>. Acesso: dez. 2003.

UNTEROBERDOERSTER, O. **Trade policy and environmental regulation in the Asia-Pacific: a simulation**. Oxford: Blackwell, 2003.

WEYANT, J.; HILL, J. The costs of the Kyoto Protocol: a multi-model evaluation: introduction and overview. **The Energy Journal Special Issue**, vii-xliv, 1999.

WORLD BANK. **International trade and the environment**. Washington, D. C.: World Bank, 1992.