

# 2

## LOS IMPUESTOS ECOLÓGICOS — *ECO TASAS*: APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DE SUS IMPACTOS

Miriam Liliana Hinojosa Suárez<sup>1</sup>  
Sinclair Mallet-Guy Guerra<sup>2</sup>

- 1- Candidata a Doctor en el Programa de Planeamiento de Sistemas Energéticos del DE/FEM, UNICAMP.
- 2- Pesquisador, Profesor Dr. del Programa de Planeación de Sistemas Energéticos del DE/FEM UNICAMP.

## RESUMEN

Entre los instrumentos económicos utilizados como políticas de reducción de CO<sub>2</sub>, se encuentran los impuestos/tasas ambientales — “eco tasas”. Tales tasas tendrían la función de inhibir las emisiones de CO<sub>2</sub> relacionadas a la combustión de combustibles, a partir de la contracción del consumo por el incremento de los precios debido a las tasas. Este trabajo tiene como objetivo evaluar una supuesta aplicación de tasas al consumo de combustible en el Brasil. Los montos de las

tasas propuestas son US\$ 20, 30, y 50/TEP que serían aplicados en cuatro escenarios de crecimiento económico del país (0, 2, 4 y 5% a.a.). Para lograr este objetivo se elaboró un modelo macroeconómico de crecimiento a largo plazo medido por el PBI.

### Palabras claves

Energía, emisión de CO<sub>2</sub>, políticas ambientales, eco tasas, crecimiento económico.

## 1. INTRODUCCIÓN

La mayoría de los problemas ambientales han sido atribuidos al proceso de producción, distribución y consumo de los recursos energéticos, especialmente de los combustibles fósiles. Existen evidencias de que la combustión de estos está incrementando la acumulación de gases de efecto de invernadero/GEI en la atmósfera, especialmente del dióxido de carbono/CO<sub>2</sub>. Igualmente existen evidencias de que la tendencia del consumo de estos recursos en los países en desarrollo es creciente. Por esas razones la controversia actual es que la mayoría de los mecanismos de control parecen sugerir la disminución de la demanda de energía fósil. El afán es, por tanto, buscar los medios de disminuir el consumo de energía — mediante la adopción de políticas que desestimen su consumo — sin afectar el proceso de desarrollo de los países. Para ello se plantean diferentes programas y medidas tales como: la conservación de energía y la búsqueda de fuentes alternativas de los recursos fósiles.

Muchos países ya han conseguido encontrar en los recursos renovables (como la biomasa) una salida que promete ser ambientalmente limpia, con muchas ventajas económicas: costos relativamente más baratos, generación de puestos de trabajo, etc. El obstáculo con el que se tropieza para realizar estas medidas, es que en algunos países como el Brasil es difícil conseguir, a mediano plazo, un cambio estructural del sistema de demanda energética que involucre un cambio de

tecnología basada en energía fósil, principalmente por la falta de financiamiento e inversión. Por ser este el principal problema de muchos países, actualmente se discuten medidas que además de mitigar los daños ambientales generen una renta cuyo destino sería su inversión en investigación y desarrollo (R&D—sigla en inglés). Entre las principales propuestas que se siñen a esta modalidad están los instrumentos económicos, ampliamente estudiados propuestos y defendidos por la teoría económica neoclásica, que varían desde la imposición de impuestos hasta los derechos negociables — propuestos, con mayor fundamento, por los Estados Unidos en el protocolo de Kyoto (1997).

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es evaluar cuáles serían los impactos económicos de una posible aplicación de mecanismos de mercado como control ambiental en el Brasil. Se discute la hipótesis de que la imposición de un impuesto a la energía necesario y suficiente para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en la economía brasileña, en los actuales niveles de desarrollo, trae como consecuencia la reducción del nivel de crecimiento del producto medido por el Producto Bruto Interno/PBI. Por otro lado, si la economía estuviera creciendo a una tasa mayor del 5% esos impactos serían positivos, es decir la imposición de una eco tasa, además de cumplir con la función de reducir las emisiones de GEI, contribuiría también a incrementar el nivel de crecimiento económico del país.

Para lograr este objetivo se presenta una metodología que consiste en la aplicación de un modelo de crecimiento económico a largo plazo (MCELP), que calcula el comportamiento del crecimiento económico representado por el PBI, ante la imposición

de tres montos de impuestos sobre el consumo de combustible a saber US\$ 20, 30 y 50/IEP. El impacto de esos impuestos — *eco tasas* — es evaluado sobre cuatro escenarios que consisten en tasas de crecimiento de la economía brasileña: 0, 2, 4 y 5% a.a.

## 2. CONSIDERACIONES INICIALES

La energía consumida de forma desigual por las diferentes capas sociales, ha sido históricamente una forma de poder y representa uno de los factores más importantes de producción. Ella se ha presentado como el recurso cuyo uso intensivo fue necesario para el desarrollo de las grandes potencias mundiales. La quema de combustibles fósiles representa la mayor fuente de las emisiones de gases contribuyentes a aumentar el efecto de invernadero principalmente el CO<sub>2</sub>. El cambio del clima por la concentración de los GEI, cuyas emisiones (según el Panel Intergubernamental de Cambios Climáticos/IPCC-sigla en inglés) se han incrementado en los años recientes en la atmósfera, es una de las grandes cuestiones con vistas a la introducción de mejorías en las políticas energéticas de todos los países. Considerando el carácter global del los GEI, reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> es particularmente importante, por ser responsable del 50% del impacto proveniente de las emisiones antropogénicas de los GEI.

A pesar de las incertezas, los impactos de los cambios climáticos como consecuencia del efecto de invernadero, serían a largo plazo catastróficos. Esa es una conclusión a la que llegan los diferentes estudios realizados por diversas instituciones oficiales entre ellas el IPCC, quienes han insistido en su preocupación del incremento de la temperatura global media a un ritmo de 0,3°C por década. Si esto continúa, la preocupación también es que el nivel del mar se incrementará entre 20 y 50 cm en el año 2050 y 1 m en el año 2100 (IPCC, 1992). Las respuestas de los gobiernos mundiales a este problema ambiental global es la adopción de políticas de control de emisiones de GEI, siendo ampliamente discutida la idea de que la consecuencia in-

evitable de las políticas visando reducir los efectos de los GEI implica contraer la demanda de los combustibles fósiles, para lo cual se proponen, cada vez con mayor polémica, aplicar impuestos sobre el uso de combustibles fósiles como una medida efectiva para disminuir tales emisiones.

El *mix* de instrumentos y mecanismos de política ambiental, es amplio y variado. La Declaración de Río, Agenda 21 y el 5º Programa de Acción Ambiental llaman la atención al uso más amplio de los instrumentos económicos en las políticas ambientales. Por tal razón, entre las políticas de control del medio ambiente existentes, las tendencias internacionales apuntan a los instrumentos económicos, principalmente a los impuestos/tasas ecológicas o *eco tasas* — especialmente en países de la Unión Europea/UE<sup>1</sup>.

Dos de las ventajas decisivas de las *eco tasas*<sup>2</sup>, citadas con frecuencia en la bibliografía consultada, son: 1) corrigen las señales de precios falsas en el mercado incorporando a los precios los costos de la contaminación (internalización de las externalidades) y otros costos ambientales; 2) modifican a la vez el comportamiento de los consumidores por medio del mecanismo de los precios.

Se debate mundialmente, especialmente en la UE y otros países desarrollados, varias formas de implementación de esos impuestos. Sea cual fuera su modalidad, el propósito fundamental de los montos recaudados sería la inversión de éstos en proyectos con objetivos enfocados a la reducción de emisiones que conlleven a cualquier tipo de polución ambiental y asegurar un "estado aceptable" para el medio ambiente. De esta forma se ha registrado un aumento del uso de los impuestos ambientales, pero queda aún mucho margen para su mayor utilización

### 3. LA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEÑA Y EMISIONES DE CO<sub>2</sub>

A partir de los dos choques del petróleo de 1973 y 1979, la matriz energética brasileña, dominada por los combustibles fósiles, ha sufrido profundas alteraciones revirtiéndose el cuadro de consumo intensivo de tales recursos. Además de la expansión de la electricidad, se volvieron las atenciones a los recursos de biomasa, vista desde entonces como una alternativa limpia, de costos bajos y ambientalmente convenientes. Fueron varias las medidas adoptadas para enfrentar la coyuntura provocada por los mencionados choques y para reducir la dependencia del petróleo importado en el país, entre ellas la implementación de programas de sustitución y conservación de energéticos, las cuales fueron reforzadas por los siguientes factores:

- se adoptó una política de precios para forzar la detención de la demanda de los derivados de petróleo;
- se introdujeron nuevos insumos energéticos en la matriz nacional y
- se elaboraron programas con vistas a la expansión de la producción de energía eléctrica.

Además de eso, se pone más atención a los programas relacionados con el aumento de la eficiencia energética, centrales de cogeneración, sustitución de carbón por el gas natural, medidas éstas que también fueron reforzadas por el reconocimiento de la gravedad de los problemas ambientales globales y la participación brasileña en ellas, a pesar de que esa participación es mínima conforme se discute más adelante.

La Figura 1 muestra la evolución del consumo final energético en toneladas equivalentes de petróleo/TEP de los derivados de petróleo, electricidad, biomasa y otros energéticos. Los patrones de consumo de energía sufrieron una alteración acentuada entre 1980 y 1997. En 1980 la participación de los derivados de petróleo en la matriz energética fue de 38,6%, de la hidroelectricidad de

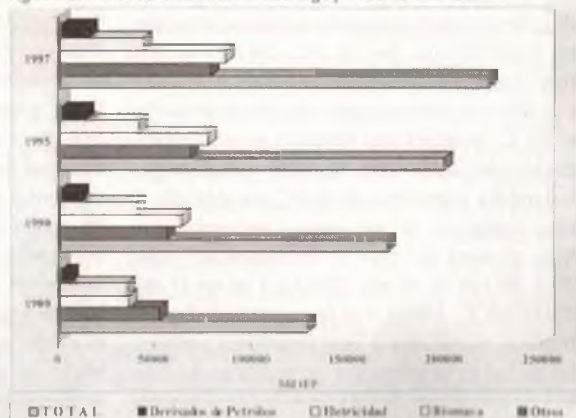
29% y de la biomasa de 22,8%. Después de 17 años, el panorama es diferente. Así la participación conjunta de los derivados de petróleo y de la hidroelectricidad es de 74% siendo 35% de los primeros y 39% de los últimos. Se debe resaltar que la generación de la electricidad en el Brasil, a diferencia de otros países, es básicamente hídrico. La participación de la biomasa tuvo una reducción de 2,8%, siendo que actualmente participa con el 19% del consumo total de energía en el país contra el 22,8% en 1980, según el Balance Energético Nacional/BEN (1997).

Conforme expuesto anteriormente, en vista de los precios relativamente bajos de los derivados de petróleo y dado que el proceso de desarrollo del país demanda mayor consumo de estos recursos, la tendencia del consumo de este grupo de energéticos es creciente.

Después de este breve panorama de la estructura de consumo de energía del país, se hace necesario también observar cuantitativamente la importancia de la responsabilidad brasileña en las emisiones de CO<sub>2</sub>, provenientes de la combustión de los derivados de petróleo, biomasa y otros energéticos. Partiendo de esa realidad, es importante la cuantificación de las emisiones de CO<sub>2</sub> para tener una referencia cuantitativa a partir de la cual se establezcan políticas de reducción.

Para la cuantificación de las emisiones de

Figura 1. Evolución del Consumo Final de Energía por Fuente 1980-1997



Fuente: BEN 1997.

CO<sub>2</sub> se tomaron en consideración los datos del consumo final energético por fuente, publicados anualmente en el balance energético nacional/BEN y los coeficientes internacionales de emisión por energético de acuerdo a la Agencia Internacional de Energía<sup>1</sup>. Aplicando la relación simple:

$$E = \Phi_i \cdot X_i$$

donde: E = emisión de CO<sub>2</sub> en Mt;  $\Phi_i$  = consumo final del combustible i; X<sub>i</sub> = coeficiente de emisión para el combustible i; se obtienen los resultados en MtCO<sub>2</sub> por fuente energética.

Los resultados se pueden ver en La Tabla 1 que muestra la evolución de las emisiones de CO<sub>2</sub> de 1980 a 1997. Se han agrupado la biomasa y los derivados de petróleo como biogénicos y no biogénicos<sup>2</sup> respectivamente. Es importante resaltar que el porcentaje de participación de las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la biomasa (por ejemplo, 32% en 1997) serían descontados de la cantidad total de CO<sub>2</sub> emitida, ya que, por lo menos teóricamente, este porcentaje estaría siendo reabsorbido por la producción de la materia prima de la misma, es decir por las plantaciones de árboles (para la producción de leña y carbón vegetal), caña de azúcar (para la producción de alcohol, bagazo de caña, etc.), cumpliendo de esta manera el ciclo de emisión-absorción.

Tabla 1. Emisión Biogénica/EB y no Biogénica/ENB de CO<sub>2</sub> en el Brasil (1980-1997)<sup>3</sup>.

| Fuente                   | 1980   | 1985   | 1990   | 1995   | 1996   | 1997   |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| ENB (MtCO <sub>2</sub> ) | 167.41 | 156.75 | 181.70 | 221.79 | 246.77 | 260.92 |
| EB (MtCO <sub>2</sub> )  | 122.16 | 141.29 | 125.08 | 127.77 | 123.60 | 132.34 |
| TOTAL                    | 289.57 | 298.05 | 306.79 | 349.56 | 372.37 | 393.26 |

Fuente: Hecologica, 1996

Comparado con los datos internacionales, la participación brasileña en las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub> es de apenas 2%. Sin embargo, en estos 17 años las emisiones no biogénicas de CO<sub>2</sub> en el país, han crecido a una tasa anual del 3%. Esta evidencia hace que el país no puede permanecer indiferente a los acuerdos y compromisos ambientales establecidos internacionalmente. En la conferencia de Kyoto<sup>4</sup> por ejemplo, se exigió la participación activa de los países en desarrollo en el combate al calentamiento global. A pesar de que el Mandato de Berlín

exceptúa a estos países de asumir nuevos compromisos de reducción de emisiones de GEI, Estados Unidos estableció que no ratificaría el Protocolo en el Senado de su país a menos que los países en desarrollo asuman responsabilidades serias en esta tarea. No obstante, no se han asumido compromisos obligatorios pero si voluntarios en la Cuarta Conferencia de los Países/COP4 de la Conferencia Marco de las Naciones Unidas sobre Cambios Climáticos/CMNUCC de Buenos Aires en 1998. Sin embargo, las presiones internacionales acerca de este problema global, del cual los países en desarrollo tienen una participación relativamente pequeña, son cada vez mayores.

Vale la pena mencionar que la quema de la floresta amazónica brasileña es la que más contribuye a las emisiones de GEI. La inclusión de los cálculos de dichas emisiones huyen al objetivo del trabajo. No obstante, es necesario mencionar un dato alcanzado por el *Environmental Defense Fund* (EDF). Esta organización muestra que entre 1996 y 1997, de acuerdo a un análisis de los datos del satélite, los incendios florestales en la región aumentaron en 50%, contribuyendo así a las emisiones de CO<sub>2</sub> y otros GEI por el país, posibilitando, además, la ocurrencia de cambios cualitativos de las especies vivas con la destrucción de la floresta amazónica<sup>5</sup>.

Al mismo tiempo se predice que para el año 2025 los países en desarrollo emitirán más GEI que los desarrollados y para el año 2015 China sería el mayor emisor general de los GEI. Por consiguiente, desde una perspectiva ambiental, este problema no tendría solución a menos que los países en desarrollo también hagan su parte. En ese sentido, conforme se mencionó anteriormente, una de las cuestiones consideradas para la formulación de las medidas ambientales es la reducción del uso de energía mejorando su eficiencia. Así mismo, se dice que los países en desarrollo tendrían la ventaja de desarrollarse con una tecnología que no disponían los países que se industrializaron antes. El requerimiento de recursos financieros para viabilizar ese

mejoramiento, y, el cambio de la estructura tecnológica existente, ha hecho con que se propongan mecanismos de control que generen renta además de cumplir con el objetivo final de reducir las emisiones de  $\text{CO}_2$ .

Entre ellas la imposición de impuestos al consumo de energía por ejemplo, es una alternativa ya adoptada por algunos países como una opción que vale la pena analizar y ver cuales serían sus impactos.

## 4. INSTRUMENTOS DE POLÍTICA AMBIENTAL

En forma general, la elaboración de políticas de control de medio ambiente se basa en las propuestas de libre negociación<sup>8</sup>, regulación directa<sup>9</sup> e instrumentos económicos/IE.

Entre esos tres lineamientos los IEs están actualmente siendo punto de debate, por su controvertida polémica sobre su implementación y por la base teórica que los sustenta<sup>10</sup>. La característica fundamental de los IEs es que permiten a los agentes poluidores la libertad de responder a estímulos - o desestímulos - de la forma y en el tiempo que más les convenga ya que tienen el objetivo de influenciar (indirectamente) los comportamientos decisivos de estos agentes. Resumidamente, las ventajas que se señalan con frecuencia sobre estos instrumentos son:

- a) *Costo efectivo*: Su función de flexibilidad toma en cuenta el hecho de que el costo de controlar polución puede no ser el mismo para todas las fuentes.
- b) *Incentivan la inversión*: Proporcionan incentivos económicos continuos para desarrollar e implementar nuevas tecnologías y procesos de control de producción.
- c) *Resultados más rápidos*: En algunos casos los IEs permiten alcanzar más rápidamente los objetivos ambientales que las regulaciones directas.
- d) *Multiplicidad de objetivos*: Por ejemplo en las emisiones atmosféricas, reducir emisiones de  $\text{CO}_2$ , por la combustión de combustibles, puede traer a colación reducir la emisión de otros gases como el  $\text{SO}_2$  y  $\text{NO}_x$ .
- e) *Menos carga administrativa*: En algunos casos, los IEs, pueden presentar menores costos administrativos tanto para el gobierno como para las industrias.
- f) *Facilita la entrada y crecimiento*: de nuevas compañías en la industria y la expansión de las existentes.

### 4.1 Las Eco Tasas y Discusiones Sobre su Aplicación en el Brasil.

La teoría económica neoclásica, considera el problema ambiental como una falla del mercado. Por esa razón, esa corriente trata los problemas ambientales como externalidades. La solución propuesta por los mismos a esa falla son los instrumentos económicos, particularmente los tributos/impuestos/tasas ecológicas — eco tasas. El objetivo de la imposición de una eco tasa es internalizar los costos asociados a las emisiones de GEI, específicamente el  $\text{CO}_2$  proveniente de la quema de combustibles (externalidades). El raciocinio teórico para la operación de la eco tasa es explorado por PEARCE<sup>11</sup> (1993); y por la OCDE (1995). Muchos estudios<sup>12</sup> consideran las eco tasas como políticas naturales de limitación de GEI para señalar la necesidad de disminuir tales emisiones. Con eso pueden ser captados recursos para la implementación de medidas que efectivisen las reducciones propuestas, creándose fondos para investigación, desarrollo y demostración (RD&D).

Las expectativas deberían resultar en los siguientes cambios:

- a) reducción de la demanda de combustibles con alto contenido de carbono;
- b) sustitución de combustibles con alto contenido de carbono;
- c) sustitución de determinados factores de producción, altamente intensivos en energía, por otros con menos;
- d) sustitución de productos y procesos más intensivos en carbono por otros menos intensivos;
- e) desarrollo de métodos, normas y procesos de eficiencia en el uso de combustibles y en el abastecimiento de servicios energéticos particulares y
- f) desarrollo de nuevas tecnologías, productos y procesos menos intensivos en carbono.

A pesar de la recomendación creciente de mayor uso de las tasas ambientales, su utilización ha registrado escasos avances a nivel internacional. Sin embargo, a nivel de los Estados miembros de la UE ha tenido lugar un continuo aumento del uso de las tasas ambientales, en relación a la década pasada. Esto se verifica especialmente en los países escandinavos, pero también en Austria, Bélgica, Francia, Alemania, los Países Bajos y el Reino Unido (AFEMA, 1997)<sup>13</sup>.

Paralelamente al estudio de la aplicación de esas medidas, fueron y vienen siendo elaborados varios estudios<sup>14</sup> sobre la evaluación de los impactos que podría causar su implementación. La característica fundamental de esos estudios es que la mayoría considera la mensuración del bienestar económico, representado por el PBI, como variable principal para tales evaluaciones.

Por otro lado, con respecto a la política ambiental brasileña existen pocos estudios de evaluación de la misma, sobre todo prestando atención a sus propuestas. No obstante, se realizaron algunos diagnósticos sobre la situación ambiental del país, destacándose los papeles de los varios agentes sociales en el enfrentamiento de los problemas inherentes, así como son lanzadas muchas propuestas de política. Sin embargo, lo que se observa es que no se analiza, con mayor profundidad, las amplias y complejas consecuencias de la opción por un tipo de instrumento u otro.

En el Brasil, son raros los planteamientos de políticas basadas en instrumentos económicos. Normalmente, en medio de un conjunto bastante amplio de propuestas en la línea de regulación directa, aparece alguna mención en ese sentido. Esto ocurre en el documento de la Asociación Brasileña de Estudios de Medio Ambiente ABEMA (1992) y también en las propuestas de política del municipio de São Paulo. En el primero está incluido de forma muy genérica en "medidas económicas" instituir y aplicar el principio del *poluidor pagador/PPP*<sup>15</sup>, subordinándolo a un programa de acción que contemple incentivos, normas técnicas específicas y metas de reducción de las cargas poluidoras (SERÇA DA MOTTA, 1992).

Entre los estudios nacionales sobre la política ambiental brasileña, pueden ser apuntados los de SERÇA DA MOTTA (1992) en cuanto a la utilización de instrumentos económicos. Ese autor considera que los instrumentos superarían dos grandes deficiencias hoy existentes:

- 1) la escasez de recursos financieros y humanos y
- 2) la débil integración inter e intra gubernamentales.

De igual forma, el autor considera que los instrumentos económicos mejorarían el desempeño de la gestión ambiental, teniendo en vista ventajas como la generación de ingresos, los bajos costos administrativos y el incentivo a la introducción de nuevas tecnologías "limpias".

Bajo esa premisa, y habiendo reconocido algunos aspectos que influenciarían el aumento de emisiones de CO<sub>2</sub> en el país — como la tendencia creciente de la demanda de los combustibles de origen fósil debido al crecimiento económico, generando un círculo vicioso entre crecimiento económico, consumo de energía y emisiones de CO<sub>2</sub> — es importante considerar la posibilidad de aplicar la receta y las sugerencias de economistas y del relato de la experiencia internacional con instrumentos económicos. La imposición de tasas sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> por la quema de combustibles puede venir a ser una de las medidas seleccionadas. Por lo tanto, en este estudio se ensaya una aplicación de tres alternativas de impuestos sobre el consumo de combustible (en toneladas equivalentes de petróleo/TEP) necesarios para producir una unidad de PBI. Así serían aplicados impuestos<sup>16</sup> de US\$ 20, US\$ 30 y US\$ 50/TEP en cada uno de los escenarios de crecimiento económico propuestos.

#### 4.2 Impactos Macroeconómicos de la Imposición de las *Eco Tasas*

Generalmente existen tres factores claves que determinan los impactos macroeconómicos de las tasas ambientales:

- a) el tipo de uso de los ingresos de los impuestos o tasas;
- b) la necesidad de ajustes que implican in-

cremento de costos;  
 c) además del beneficio ambiental, la introducción de una eco tasa podría tener un impacto positivo en el bienestar económico, si sus ingresos o rentas fueran utilizadas para incrementar el potencial de la estructura de ajustes de la economía y para reducir las tasas que ocasionan distorsiones en su proceso (KOOPMAN et. alii. 1993).

No obstante, en este trabajo no se tomaron en cuenta esos factores debido a que, a semejanza de otros estudios ya efectuados a nivel internacional,<sup>17</sup> la variable principal que se tomó en cuenta para este estudio es el PBI. Para ver qué efectos tendría la imposición de eco tasas al consumo de combustibles que emiten CO<sub>2</sub> sobre el PBI se elaboró un modelo macroeconómico de crecimiento a largo plazo/MCELP acoplado a la idea de generación de escenarios, creando una relación temporal entre el crecimiento del PBI y el consumo de energía.

El modelo parte de la identidad keynesiana básica que une demanda agregada con oferta agregada:

$$Y = C + I + G + (X - M)$$

Donde:

Y = Producto Bruto Interno (a precios de mercado);

C = Consumo doméstico;

I = Formación bruta de capital fijo;

G = Consumo del gobierno;

(X-M) = Balanza comercial (HINOSTROZA, 1996).

A partir de esta identidad, se desglosa una serie de ecuaciones macroeconómicas<sup>18</sup>, las cuales fueron divididas en tres bloques, siendo el primero de ecuaciones macroeconómicas en sí; el segundo, de ecuaciones de regresión que relacionan tendencias entre variables<sup>19</sup> y el tercero de ecuaciones de escenario. Siendo la eco tasa un impuesto indirecto que incide en el precio de la energía, su impacto inmediato será afectar la variable

consumo. Por lo tanto, esta variable mide el grado de incidencia de la tasa en el PBI.

Así mismo, es necesario aclarar que como todo modelo econométrico, este posee la limitación de no capturar cambios tecnológicos y alteraciones estructurales rápidas siendo sus principales características las siguientes:

- a) considera los límites impuestos por la capacidad instalada y por las cuentas externas;
- b) evalúa, a largo plazo, fenómenos coyunturales de corto plazo como consideraciones monetarias, inflación, desempleo, no captados por el modelo.
- c) en función de la diversidad de abordajes sobre la inversión, aliada a la inexistencia de datos adecuados, este fue considerado exógeno al modelo de la demanda agregada.

Los escenarios considerados para medir los impactos de las eco tasas, en la economía brasileña son cuatro:

Escenario 1: Crecimiento económico nulo/CEN = 0% a.a.;

Escenario 2: Crecimiento económico tendencial/CET = 2% a.a.;

Escenario 3: Crecimiento económico intermedio/CEI = 4% a.a.;

Escenario 4: Crecimiento económico alto/CEA = 5% a.a. En cada uno de estos escenarios se aplican impuestos de US\$20, US\$30 y US\$50/TEP al consumo de combustible cuya quema emite CO<sub>2</sub>.

Los resultados, conforme la tabla 2, muestran que la estabilización y/o reducción del CO<sub>2</sub> mediante esta política tiene fuertes y serios impactos en la economía brasileña. En el primer escenario, donde la economía no tiene crecimiento — CEN=0%, con la aplicación de una eco tasa de US\$50/TEP a los ener-

Tabla 2. Impactos de la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> mediante la imposición de eco tasas en el Brasil en el año 2005.

| Escenarios | Reducción en las emisiones de CO <sub>2</sub> (%) |    |    | Impactos en el PBI: reducción de las tasas reales de crecimiento (%) |    |    |
|------------|---------------------------------------------------|----|----|----------------------------------------------------------------------|----|----|
|            | ECO TASAS (US\$/TEP)                              |    |    |                                                                      |    |    |
|            | 20                                                | 30 | 50 | 20                                                                   | 30 | 50 |
| 1.CEN = 0% | 20                                                | 30 | 50 | -2                                                                   | -3 | -5 |
| 2.CET = 2% | 17,4                                              | 26 | 43 | 0                                                                    | 1  | -2 |
| 3.CEI = 4% | 15,2                                              | 23 | 38 | 3                                                                    | 2  | 0  |
| 4.CEA = 5% | 14,3                                              | 21 | 36 | 4                                                                    | 1  | 2  |

Fuente: Hinostraza, 1996



géticos de origen fósil, el crecimiento medio en términos reales de 1992 a 2005 se reduce en 5% y el PBI en el año 2005 cae en US\$ 71,9 millones, casi el 53% debajo del valor base (1980).

En el segundo escenario: CET = 2%, el impacto de la aplicación de una eco tasa de US\$ 20/TEP para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en 17,4% resultaría en una caída del 2% en la tasa de crecimiento del PBI, reduciéndose de 2 a 0% conforme la Tabla 2. La aplicación de US\$ 30/TEP para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en 26% resultaría en una caída del 1% en la tasa de crecimiento del PBI. Ya en el caso de la aplicación de una eco tasa de US\$ 50/TEP para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en 43%, la tasa de crecimiento del PBI pasaría de 2 a -2% significando una reducción del 4% de dicho crecimiento.

En el tercer escenario: CEI = 4%, la aplicación de una eco tasa de US\$ 20/TEP para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en 15,2%, resultaría en una caída de 4 a 3% en el PBI. En el caso de la aplicación de US\$ 30/TEP para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en 23%, habría una caída de 2%, habiendo pasado de 4 a 2% el crecimiento del PBI. Con la aplicación de US\$ 50/TEP se conseguiría reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en 38%, significando a la vez que la tasa de crecimiento caería a 0, habiéndose experimentado una caída de 4% en el crecimiento económico, medido por el PBI.

En el cuarto escenario: TCA = 5% a. a. — a pesar de que Brasil tiene un potencial de crecimiento del 15% (LENGRUBER, 1996) se consideró este escenario como el de la tasa de crecimiento más alto, en base a la media anual de las tasas de crecimiento de los últimos 20 años — una aplicación de US\$ 20/TEP para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en 14,1% resultaría en una caída del 1% en el crecimiento anual del PBI brasileño. En el caso de la aplicación de US\$ 30/TEP para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en 21% habría una caída de 2%, y por último, en el caso de la aplicación de US\$ 50/TEP para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en 36%, la tasa de crecimiento del PBI pasaría de 5 a 2%, habiéndose experimentado una caída de 3%.

Dentro de las limitaciones de la evalua-

ción efectuada, la caída del crecimiento económico (medido por el PBI) en los cuatro escenarios considerados aquí, se debe a las siguientes razones:

- a) en contraposición a lo recomendado por los defensores de este instrumento<sup>20</sup> el modelo elaborado aquí, no considera medidas que deberían ser tomadas paralelamente a la imposición de eco tasas<sup>21</sup> para mitigar los efectos negativos de las mismas;
- b) por lo mencionado en el ítem anterior, habría un aumento del nivel general de los precios — inflación — debido a las tasas, el cual desencadena otros efectos distorsionarios (que resultan en la contracción de la demanda agregada) y provocan crisis del sistema económico.
- c) no definición del destino de los montos recaudados<sup>22</sup>. Es decir, se consideró como implícito que los ingresos obtenidos de las tasas irían a las arcas fiscales, el cual influye también a lo mencionado en el ítem b).

No obstante, en otros modelos elaborados con el mismo fin (SONDHEIMER, 1991; BARKER, et. al., 1993) los autores reportan ganancias en varios ámbitos de la política pública:

- a) mejoras en el medio ambiente; se considera que las eco tasas son instrumentos especialmente eficaces para la internalización de las externalidades, es decir la incorporación directa de los costos de los servicios y perjuicios ambientales (y su reparación) al precio de los bienes, servicios y actividades que los producen; y contribuir a la aplicación del PPP y a la integración de las políticas económica y ambiental.
- b) incremento de la innovación; EKINS (1994), por ejemplo considera que el aumento de los costos en energía debido a las eco tasas, motivaría acelerar la implementación de nuevas tecnologías, no intensivas en combustibles con contenido de carbono, pudiendo también desarrollar oportunidades de inversión en eficiencia energética
- c) incremento de la competitividad internacional, dando paso a un nuevo potencial

de exportación; debido a la innovación (nuevos productos y nuevas industrias).

d) incremento del empleo. Según EKINS (1994), si el área del trabajo llega a ser relativamente más barata que la energía, debido a la *eco tasa* (y si la compensación de las *eco tasas* fueran reducciones en las tasas sobre la renta, el medio de producción trabajo llegaría a ser absolutamente más barato), por lo tanto, las tasas de desempleo disminuirían.

Además de lo anterior, se argumentan otras razones favoreciendo las *eco tasas*, que se pueden resumir en las siguientes (basado en la AEMA, 1997):

1. Pueden proporcionar incentivos para que tanto consumidores como productores cambien de comportamiento en la dirección de un uso de recursos más eco-eficientes; para estimular la innovación y los cambios estructurales; y, para reforzar el cumplimiento de las disposiciones normativas.
2. Pueden aumentar la renta fiscal, que puede utilizarse para mejorar el gasto en medio ambiente; y/o para reducir los impuestos sobre el trabajo, el capital y el ahorro.
3. Pueden ser instrumentos de política especialmente eficaces para abordar las prioridades ambientales actuales a partir de fuentes de contaminación tan difusas como las emisiones del transporte (incluido el transporte aéreo y marítimo), los residuos (envases, baterías) y agentes químicos utilizados en agricultura (pesticidas y fertilizantes).

### 4.3 Obstáculos Observados Internacionalmente para Aplicar las *Eco Tasas*.

A nivel de los países donde se proponen y aplican esas tasas se han evidenciado los siguientes obstáculos para su aplicación (basado en el informe de la AEMA, 1997, sobre la aplicación de instrumentos económicos en la UE).

a) *Supuesta repercusión en los grupos de renta baja* (es decir, que los pobres paguen proporcionalmente más que los ricos). Podrían ser mayores los efectos represivos sobre el

consumo debido a las tasas que provocan caídas en la renta familiar por los aumentos en los precios de los bienes y servicios, si fueran comparados con los efectos existentes en la ausencia de las tasas.

b) *Supuesta repercusión en la competitividad, y a menudo en el empleo, especialmente en algunos sectores/regiones*. Tentativas de la aplicación de esas tasas en algunos países europeos han sido impedidos por aquellos que recelan que los costos extras iniciales de energía para, por ejemplo, la industria serían perjudiciales para las exportaciones.

A diferencia de lo que podría significar para los países desarrollados, la adopción de ese tipo de medidas en los países en desarrollo podría presentar ventajas comparativas para los primeros en detrimento de los segundos. Siendo así, el Brasil podría ser perjudicado porque la estructura básica del capitalismo de este país compuesto por las empresas estatal, extranjera y nacional familiar, se caracteriza por la concentración de la renta y por las diferencias de patrones de consumo y utilización de energía. Una eventual pérdida de mercado por causa de las *eco tasas* también es posible debido a que su aplicación puede implicar desventajas comparativas para los productos nacionales pudiendo hasta inducir al desplazamiento de algunas actividades fuera del país.

c) *El supuesto conflicto entre el cambio de comportamiento (es decir, menos impuestos) y el mantenimiento de los ingresos*. Tanto la comprensión de los riesgos futuros como las posibilidades científico-técnicas de soluciones de reducción de los problemas están al alcance de la humanidad. Sin embargo, los aspectos políticos han sido hasta ahora, más fuertes que todo. Le resta todavía a la humanidad la búsqueda de mayores esfuerzos con vistas a la permanencia de sus objetivos de sobrevivencia.

d) *La idea de que los impuestos han de ser elevados para que sirvan de algo*. Como el valor fijado para las tasas es muy bajo, es evidente que los agentes poluidores prefieran pagarlas y continuar contaminando hasta el límite permitido por el

patrón, cuando este fuera establecido. También existen resistencias políticas para una elevación de las tasas a punto de ejercer poco incentivo a la adopción de medidas antipolución, a pesar de que las tasas presentan elevadas eficiencias administrativas (bajos costos, por ejemplo), una vez que se les de un tratamiento individualizado de los casos de degradación ambiental. Si los niveles de las tasas fueran muy altos, los agentes económicos no lo aceptarían pasivamente, demandando justificaciones. Al-

gunas investigaciones realizadas por la OCDE (1992) revelan que, aunque las tasas sean fijadas a niveles bajos como normalmente lo son en sus países miembros, hay una tendencia de los agentes a, cada vez más, exigir mayores detalles para su implementación.

- e) *Otras políticas y culturas que niegan o evitan los impuestos ambientales.*
- f) *Los supuestos conflictos entre los impuestos nacionales y la reglamentación del comercio mundial.*

## 5. CONCLUSIONES

1. Evidenciada la controversia de la aplicación de las eco tasas, el trabajo parte de la hipótesis de que la imposición de una eco tasa, necesaria y suficiente para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en el Brasil, en los actuales niveles de desarrollo, trae como consecuencia la reducción del nivel de crecimiento medido por el PBI. Dentro de las limitaciones del caso, se ha demostrado (esta hipótesis) que la imposición de una eco tasa en el Brasil tendría serios impactos, en los diferentes escenarios de crecimiento económico aquí propuestos. En el escenario más optimista, la caída del PBI sería de 3% en el año 2005, aplicando una tasa de US\$ 50/TEP para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en 36%.

2. No es fácil evaluar un impuesto y su repercusión ambiental. A menudo, los impuestos forman parte de un paquete de medidas políticas difíciles de diferenciar, por eso, no siempre puede identificarse con claridad la efectividad del impuesto *per se*. Sin embargo, la contribución de este trabajo consiste en que el mismo proporciona una referencia cuantitativa inicial, a partir de la cual se continuen haciendo estudios. Si bien la evaluación teórica de la fiscalidad ambiental es un ámbito bien elaborado, siguen siendo comparativamente escasas

las evaluaciones precisas de la experiencia práctica en estos impuestos. Por consiguiente, los procesos de toma de decisiones pueden verse lastrados por una falta de información de retorno sobre el rendimiento de las diferentes opciones de políticas.

3. Las eco tasas no dejan de ser una opción importante de medidas ambientales que, conforme argumentan sus defensores, pueden ser efectivas si son implementadas correctamente, pues tienen la ventaja de incentivar a los poluidores a reducir los niveles de polución más allá de un patrón fijado como norma. Además de eso, siendo una eco tasa un impuesto indirecto, con efectos inmediatos y directos sobre el nivel de precios, macroeconómicamente es un sustituto directo de otras tasas o impuestos. Por lo tanto, si hubiera un desvío gradual de otros impuestos indirectos a las eco tasas para minimizar sus efectos en los índices generales de precios, sus repercusiones macroeconómicas serían reducidas al mínimo. Se resalta también que no existe consenso en cuanto al destino exclusivo de las rentas de las eco tasas a proyectos en el área ambiental, aún en los casos en que las tasas puedan reunir fondos importantes.

## 6. NOTAS

- 1 - En 1991, la Comisión Europea propuso la introducción de un impuesto a la energía con contenido de carbono, comenzando de US\$ 3/bEP en 1993 y subiendo a US\$ 10/bEP en el año 2000 (EKINS, 1994). Hasta ahora, la propuesta de un impuesto sobre energía/CO<sub>2</sub>, medida clave a nivel comunitario, todavía no ha sido aprobada, sin embargo, algunos países de Europa Occidental ya han introducido ese tipo de impuestos (Austria, Dinamarca, Finlandia, Países Bajos, Noruega y Suecia).
- 2 - Para mayores detalles teóricos de las eco tasas ver: PEARCE, 1991; TURNER, et alii, 1993.
- 3 - Energy, Mines and Resources, CANADA, 1990.
- 4 - Son emisiones no biogénicas/ENB aquellas emitidas por la combustión de combustibles fósiles y las emisiones biogénicas/EB por la combustión de biomasa.
- 5 - Para mayores detalles sobre las emisiones por fuentes de energía y por sectores, consultar Hinostroza, 1996.
- 6 - Entre los puntos más controversiales del Protocolo está el acuerdo de que los países desarrollados se comprometen a reducir sus emisiones colectivas de los seis principales GEI (dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>), el óxido de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), los clorofluorocarbonetos (CFC), los perfluorocarbonetos (PFC) y el hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) a por lo menos 5%, durante un período de compromiso que va desde 2008 hasta el 2012 y que sería calculado como una media sobre los cinco años.
- 7 - Datos obtenidos de la EDF: <http://www.edf.org>.
- 8 - La libre negociación, basada en el "Teorema de Coase" aboga la posibilidad de un acuerdo mutuo entre las partes (poluidoras y poluidas), al borde de la intervención del estado.
- 9 - Los instrumentos regulatorios — ampliamente preferidos y aceptados — abarcan el establecimiento de regulaciones que son ejercidas de manera directa, a través de la fijación de normas sobre emisiones y efluentes, de procesos y productos, de patrones de calidad ambiental, de desempeño y aún tecnológicas.
- 10 - El análisis de la Economía Neoclásica del Medio Ambiente, parte de los siguientes supuestos: Existe el libre mercado o competencia perfecta; los individuos son racionales y buscan maximizar sus utilidades; existe libre sustitución entre los medios de producción. Se puede ver, por lo tanto que es un análisis de estática comparativa que no lleva en cuenta el cambio tecnológico. Por esta razón, argumentan que el problema ambiental es una falla del mercado. FREEMAN III (1973), define dos fuentes principales de fallas de mercado para la explicación de estos problemas: la cuestión de los derechos de propiedad y la inexistencia de un sistema de precios para los bienes ambientales. Por lo tanto, la sugerencia del análisis de la Economía Neoclásica del Medio Ambiente para la solución de los problemas de "falla de mercado" se basa en la utilización de los instrumentos económicos. Para más detalles consultar TURNER et. alii (1993), RANDALL
- 11 - Según ese autor, el efecto de la eco-tasa sería incrementar los precios relativos de los combustibles fósiles de acuerdo con el contenido de carbono.
- 12 - (PEARCE, 1992; MANNE&RICHELIS, 1993; BARKER, 1993; WALKER, 1992, etc.)
- 13 - Entre los ejemplos de tasas de éxito especial destacan los asociados al anhídrido sulfuroso y a los óxidos de nitrógeno en Suecia; a los residuos tóxicos en Alemania; a la contaminación del agua en los Países Bajos y los tributos diferenciales a la gasolina mezclada y a la gasolina diesel "más limpia" en Suecia"
- 14 - PEARCE (1991); HOELLER, et. alii. (1991); NORDHAUS (1991); SONDHEIMER (1991); CLINE (1992); MANNE&RICHELIS (1992); BARKER, et. alii. (1993); JORGENSEN&WILCOXEN (1993); YAMAJI, et. alii. (1993); OCDE (1996); AEMA (1997)
- 15 - El PPP es un principio básicamente anti subsidio por el cual los poluidores deben arcar con los costos de reducción de la polución.
- 16 - Internacionalmente, los valores de las eco tasas necesarios para reducir las emisiones de carbono, oscilan entre US\$100 y US\$400/tC. Una tasa de US\$250 es equivalente a US\$ 0,69/galón de petróleo o US\$29/barril de petróleo. Esas tasas podrían levantar grandes sumas de renta. Una tasa global de US\$100/tC podría acrecentar cerca de US\$500 billones/año a la economía mundial. Solamente en los EUA esa suma llegaría a US\$130 billones (EKINS, 1993).
- 17 - Ver nota de página No 14. Esos autores realizan modelos del tipo *Top-Down*, para evaluar los im-

pactos de las eco-tasas en la economía, tomando como variable principal el PBI. Esos modelos se basan en datos de relaciones históricas entre consumo de energía, precios e ingresos, frecuentemente macroeconómicos, que analizan cómo los cambios en un sector de la economía afectan otros sectores y regiones (GOLDEMBERG, 1995).

- 18 - El modelo se compone de un total de 17 ecuaciones con 19 variables. Los datos requeridos para la elaboración del modelo fueron recopilados de las Cuentas Nacionales y son presentados en millones de dólares constantes (base 1980).
- 19 - Para calcular los estimadores de este grupo de ecuaciones, se utilizó el método de mínimos cuadrados de dos etapas. Para más detalles del modelo referirse a HINOSTROZA (1996).
- 20 - A diferencia de lo discutido en los documentos citados (NORDHAUS, 1993; KOOPMAN et. alii., 1993; JORGENSEN & WILCOXEN, 1993; YAMAJI, 1993; MANNE & RICHELIS, 1991), en este trabajo

se obviaron la adopción de medidas complementares para amortiguar los efectos distorsionarios de las eco-tasas.

- 21 - EKINS (1994), por ejemplo, resume (las consideraciones tomadas en cuenta por estos autores) que las condiciones imprescindibles para alcanzar un efecto macroeconómico neutral de la imposición de una eco-tasa son: a) la tasa debe ser impuesta gradualmente y con una prioridad de anticipación de largo plazo; b) se deben reducir otras tasas al momento de la imposición de las eco-tasas para que el "paquete" fiscal total no tenga efectos distorsionarios.
- 22 - Generalmente, se sugiere que los ingresos recaudados de las tasas tengan los siguientes usos: a) que el gobierno retenga esos ingresos y los use para reducir las deudas gubernamentales; b) que sean reciclados dentro de la economía para compensar reducciones en otras tasas o impuestos (por ejemplo se recomienda reducir los impuestos sobre la renta).

## 7. INDICE DE LAS FUENTES

AEMA - AGENCIA EUROPEA DE MEDIO AMBIENTE (1997). "La aplicación y la efectividad de los impuestos ambientales" In: Informe Presentado a la Comisión de Medio Ambiente, Salud Pública y Protección del Consumidor del Parlamento Europeo, AEMA.

ABIMA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS ENTIDADES DE MEIO AMBIENTE (1992): Perfil Ambiental e Estratégias. SP, Secretaria do Meio Ambiente.

BARKER, I., BAYLIS, S. and MADSEN, P. (1993) "A UK carbon/energy tax: the macro-economic effects". In: Energy Policy, v. 21, n. 3, pp. 296-308.

BAUMUL, W. J. & OATES, W.E (1988). The Theory of Environmental Policy. New York: Cambridge University Press.

BOERO, G., CLAKE, R. and WINTERS, A. (1993). "Controlling greenhouse gases: a survey of global macroeconomic studies". Discussion Papers.

BRASIL - Ministério de Minas e Energia, Balan-

ço Energético Nacional, 1996

CLINE, W. (1992) The Economics of Global Warming. Washington DC: Institute for International Economics.

ÉNERGIE, MINES ET RESSOURCES, CANADA (1992). Inventaire des Facteurs d'Emission des Gaz a Effect de Serre et d'Autres Gaz par Type de Combustible. Comité Spécial Sur Les Facteurs D'emission, MRC.

EKINS, P. (1994). "The impact of carbon taxation on the UK economy". In: Energy Policy, v. 22, n. 7, pp 571-579.

FREEMAN III, A. M., HAVEMAN, R. H. And KNEESE, A. V. (1973), Economics and Environmental Policy. New York: John Wiley & Sons.

GOLDEMBERG, J. (1996) Energy, Environment & Development. IAE, Geneva.

HINOSTROZA, M. (1996) "Impactos macroeconômicos quanto à implementação de uma eco tax no Brasil". Dissertação de Mestrado, UNICAMP/FEM/SPE.

HOLLER, P. DEAN, A. and NICOLAISEN, J.

- (1991) "Macroeconomics implications of reducing GHG emissions: a survey of empirical studies". In: OCDE Economic Studies, n. 16, pp. 46-78
- IPCC (1992). IPCC Supplement, World Meteorological Organization and UNDP, Geneva.
- JORGENSEN, D. & WILCOXEN, P. (1993) "Reducing US carbon emissions: an econometric general equilibrium assessment" In: Resource and Energy Economics, v. 15 n. 1.
- KOOPMAN, G.J., MORS, M. and SCHERP, J. (1993) "The likely economic impact of the proposed carbon/energy tax the European Community". In Kaya, Y., Nakicenovic, W.D. Nordhaus, Toth F.L., (Editors), Costs, Impacts, and Benefits of CO<sub>2</sub> Mitigations, Luxembourg, Austria: IIASA.
- LENGRUBER, A.C (1996) Brazilian Economic Growth and Economy Policy, Banco Liberal, April
- MANNE, A. S. & RICHELIS, R. G. (1993) "The EC Proposal for Combining Carbon and Energy Taxes. The Implications for Future CO<sub>2</sub> Emissions". In: Energy Policy v.1 n. 6.
- NORDHAUS, W.(1991) "The cost of slowing climate change: a survey" In: Energy Journal, v. 12 n.1.
- OECD (1992) "The economic costs of reducing CO<sub>2</sub> emissions. Economic studies". In: Economics Department Working Papers. Special issue. Resource Allocation Division-OECD, Paris, n. 118.
- OCDE (1995). Les Ecotaxes des les Pays de l'OCDE, OECD, Paris.
- PEARCE, D. & BARBIER, E (1992) "The greenhouse effect: a view from Europe" In: Energy Journal, v. 12, n. 1.
- PEARCE, D (1991). "The rol of carbon taxes in adjusting to global warming" In: Economic Journal, v. 101, July, p. 938-948.
- RANDALL, A (1987). Resource Economics: an Economic Approach to Natural Resource and Environmental Policy. John Wiley & Sons Inc.
- SFRÃO DA MOTTA, R. (1992) "Mecanismos de mercado na política ambiental brasileira" In: IPEA Perspectivas da Economia Brasileira. Brasília, cap. 30 pp. 585-603.
- SONDHEIMER, J. (1991) "Macroeconomics effects of a carbon tax". In T. Barker ed, Green Futures for Economic Growth, Cambridge Econometrics, Cambridge.
- TURNER, R. K., PEARCE, D. and BATEMAN, I., (1993) Environmental Economics: an Elementary Introduction. Baltimore: The John Hopkins University Press..
- WALKER I.O. & BIROL, F (1992). "Analyzing the cost of an OECD environmental tax to the developing countries". In: Energy Policy, v. 6, p. 559-567.
- YAMAJI, K. MATSUHASHI, R., NAGATA, Y. And KAYA, Y. (1993). "A survey on economic measures for CO<sub>2</sub> reduction in Japan". In: Energy Journal, v. 21 n. 2.