Appendix C-3

Seminário Internacional sobre Modelagem Econômica e Ambiental de Estratégias de Mitigação de Emissões de Gases Efeito Estufa

MODELO CGE AMBIENTAL DO IPEA

Octávio Augusto Fontes Tourinho
Ronaldo Seroa da Motta
Yann Le Boulluec Alves

♦ **Modelos CGE clássicos:**

- São importantes instrumentos para desenho e avaliação de políticas. Exemplos: política tarifária, política ambiental, comércio.
- Surgiram no início dos anos 70 como uma nova categoria de modelos multisetoriais, capazes de simular o funcionamento de uma economia de mercado.

- Reproduzem em parte a estrutura microeconômica setorial da economia, mas são capazes de agregá-la e gerar um conjunto completo de variáveis macroeconômicas (descritas nas Contas Nacionais), contendo uma completa especificação dos fluxos de renda e produto.

♦ **A evolução dos modelos CGE**:

Substituem os modelos insumo-produto que apresentam inúmeras limitações, tais como:

- Têm estrutura rígida, de coeficientes fixos - que impõem economias lineares em custos.
- Preços relativos fixos
- Pouca margem para a substituição.

⇒ Insumo-Produto são mais adaptados para análises de curto prazo de estática comparativa, e pouco úteis para fazer análises de política no médio prazo.

♦ **Tipos de modelo CGE:**

Tipo 1. Neoclássico (Walrasiano):

- Preços e quantidades endógenos para equilibrar os mercados.
- Geralmente assumem competição perfeita.
- Supõem comportamento otimizador e racional dos agentes com pleno emprego de recursos e de capacidade.

- Admitem substituição suave de bens no consumo e no comércio exterior, e de fatores na produção.
- Postulam proporções fixas na demanda por insumos e funções de custo lineares.
- Geralmente no fechamento do modelo a poupança determina o investimento da economia.

Tipo 2. "Estruturalista", incorpora outros aspectos:

- Comportamento oligopolista.
- Indivisibilidades.
- Desemprego de fatores produtivos.
- Complementaridade nas importações.
- Várias fontes de rigidez estrutural.
- Além disso, em alguns casos a poupança passa a ser determinada pelo investimento.

♦ **Os modelos CGE ambientais:**

Diferem segundo a modelagem e avaliação das atividades poluidoras:

Tipo 1. A poluição é estimada utilizando coeficientes fixos de intensidade de emissões. Permitem calcular variação no nível de poluição resultante de mudanças na regulamentação ambiental.

Tipo 2. A intensidade setorial não é fixa e depende da escolha tecnológica, especialmente do tipo de insumos:

São utilizados principalmente para análise de preços da energia, incorporando os efeitos ambientais de forma desagregada. Por exemplo, consideram a substituição entre grupos de insumos energéticos: limpos (Gás Natural, Diesel, Querosene) e sujos (Gasolina, Carvão, Fuel ...).

Alguns deles também incorporam os custos de controle de emissões nas funções de produção setoriais, associados a estas escolhas tecnológicas.

Tipo 3. É possível encontrar modelos onde os efeitos da poluição e as atividades de abatimento foram incorporados na função utilidade.

Tipo 4. Outros modelos ainda mais sofisticados incorporam funções de dano e efeitos da poluição sobre a produtividade (Bergman, 1990) e os efeitos da poluição na mortalidade e morbidade (Beghin, 1996)..

♦ **Vantagens da análise com CGE:**

- Há circularidade implícita no modelo . A economia afeta meio ambiente, e o efeito sobre meio ambiente impacta a economia ⇒ CGE nos permite analisar o resultado deste processo.

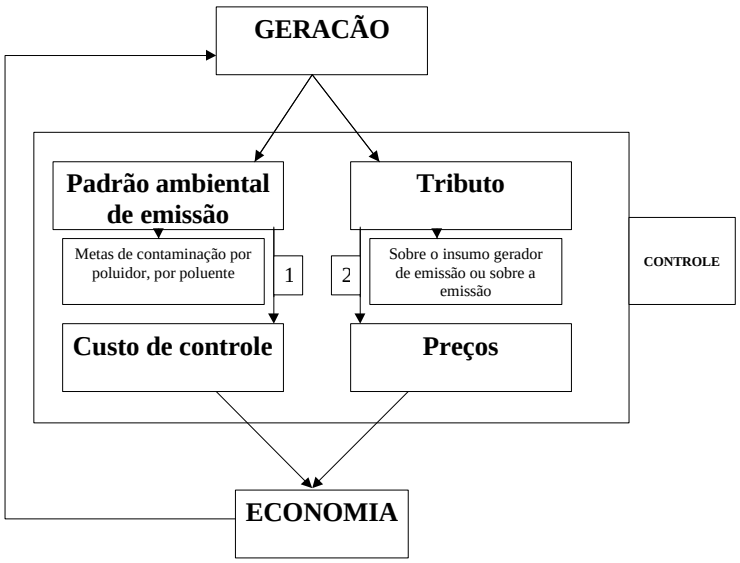
- Leva em conta o comportamento dos agentes, que reagem às políticas implementadas.

Pode-se fazer análises de cenários para políticas tributárias:

- Dado um vetor de preços e política tributária os setores produtivos minimizam custos, sujeito às restrições tecnológicas e de atendimento das demandas intermediária e final.
- O dispêndio em cada bem é uma fração da renda disponível.
- As importações e exportações são competitivas.
- O modelo ajusta preços para equilibrar oferta e demanda.

MODELO CGE AMBIENTAL DO IPEA

- O comportamento de produtores e consumidores é afetado pelos efeitos das emissões de poluição na produção e consumo, e pela implementação de políticas de controle de poluição.
- Como no modelo os mercados estão em equilíbrio os preços se igualam aos custos.



MODELO CGE AMBIENTAL DO IPEA

1. Um padrão ambiental de emissão imposto ao produtor altera seu problema de minimização de custos, onde tem que levar em conta os custos de controle.

2. A imposição de um tributo trará um impacto sobre os preços, alterando o problema de maximização do consumidor.

- Ambas as políticas gerarão uma redução da carga poluidora e em ambos os casos os mercados se equilibrarão.

MODELO CGE AMBIENTAL DO IPEA

- Também se disponibiliza um sistema integrado de dados que tem ampla utilidade, como, por exemplo:
  - Informação sobre coeficientes técnicos de poluentes das atividades econômicas.
  - Custos relativos aos setores de abatimento de poluição.
  - Taxas sobre emissões de poluição.
  - Subsídios para controle de poluição e investimentos ambientais.

♦ **Características do modelo atualmente desenvolvido no IPEA:**

- Analisar a poluição atmosférica, em particular carga de emissões de CO2. Estimando resultados setoriais e agregados.
- Simular controle com tributação e os efeitos da abertura comercial.
- Abrange a economia com 39 setores, dos quais 28 industriais e os setores de transporte são analisados.
- O modelo foi calibrado para reproduzir a economia de 1998.

♦ **Conclusão:**

O CGE ambiental leva em conta que tanto produtores quanto consumidores se valem das possibilidades de substituição embutidas no modelo, como a substituição de trabalho por capital no processo produtivo e a substituição de produtos nacionais por importados no comércio, permitindo ainda avaliar seu impacto ampliador ou diluidor das políticas implementadas.

Produção

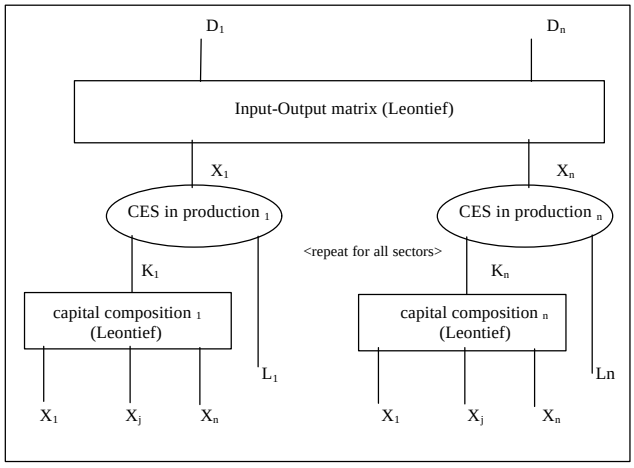
$$X_j = \Omega\left[\alpha L_j^{\rho} + (1-\alpha)K_j^{\rho}\right]^{1/\rho} \qquad (1)$$

$$K = \sum_j K_j \quad \text{e} \quad L = \sum_j L_j \qquad (2)$$

$$\mathbf{X} = \mathbf{AX} + \mathbf{C} + \mathbf{I} + \mathbf{G} + (\mathbf{E} - \mathbf{M}) \qquad (4)$$

Figure 1

The structure of production in the model



Governo

$$TARIFF = \sum pw_i^m \cdot M_i \cdot t_i^m \cdot R$$

$$INDTAX = \sum P_i^x \cdot X_i \cdot t_i^x$$

$$HHTAX = \sum_h Y_h^H \cdot t_h^h \text{ ,} \qquad \text{h = capital, trabalho}$$

$$GR = TARIFF + INDTAX + HHTAX + Đ$$

Poupança

$$GOVSAV = GR - \sum_i P_i^q \cdot \mathrm{b}_i^G \cdot gdtot$$

$$FSAV = \sum_j \left(p_j^m M_j - p_j^e E_j \right)$$

$$DEPREC = \sum_j \mathrm{d}_j K_{j,t-1}$$

$$SAVING = HHSAV + GOVSAV + DEPREC + FSAV \cdot R$$

$$NFSP = GOVINV - GOVSAV$$

NFSP são equacionadas com o recurso ao endividamento, e senhoriagem

Consumo

$$CD_i \cdot P_i^q = \beta_i^H \cdot Y^H \cdot (1 - s^H) \cdot (1 - t^H)$$

Dívidas

Despesa de juros é endógena pois
contabiliza a evolução da
dívida pública (interna e externa)
e privada (externa)

Setor externo

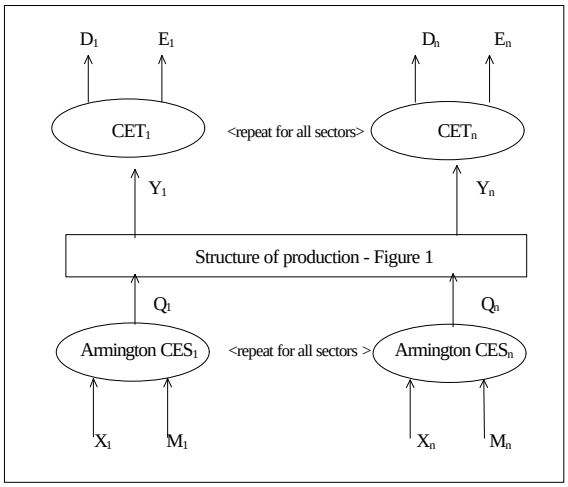
$$Q_j = \left[\beta_j D_j^{\rho_j} + (1 - \beta_j) M_j^{\rho_j}\right]^{1/\rho_j} \qquad (9)$$

$$\frac{M_j}{D_j} = \left(\frac{ep_j^m}{p_j^d} \frac{(1-\beta_j)}{\beta_j}\right)^{\frac{1}{\rho_j - 1}} \qquad (10)$$

$$X_j = \left[\phi_j E_j^{\zeta_j} + (1 - \phi_j) D_j^{\zeta_j}\right]^{1/\zeta_j} \qquad (11)$$

$$\frac{E_j}{D_j} = \left(\frac{ep_j^e}{p_j^d} \frac{(1-\phi_j)}{\phi_j}\right)^{\frac{1}{\zeta_j - 1}} \qquad (12)$$

Figure 2
The representation of the open economy in the AGE



Acumulação de capital:

$$K_{j,t} = K_{j,t-1} + \Delta K_{j,t-1} \qquad (5)$$

$$\mathbf{I}_t = \mathbf{B} \cdot (\Delta \mathbf{K}_t + \mathrm{d}_j K_{j,t-1}) \qquad (6)$$

Equilíbrio temporário:

é competitivo: $\mathbf{p}, w \mathbf{r}$

Equilíbrio dinâmico:

$$\frac{\Delta L}{L} = n \qquad \frac{\Delta \Omega}{\Omega} = \mathsf{x}$$

$$\frac{Y'}{Y} = \mathsf{h}\frac{K'}{K} + (1-\mathsf{h})\frac{L'}{L}$$

Estado estacionário:

$$\frac{Y'}{Y} = \frac{L'}{L} = \frac{K'}{K} = n + \mathsf{x}$$