



## **A estrutura do PAEG**

**Ângelo Costa Gurgel, Matheus Wemerson G. Pereira e  
Erly Cardoso Teixeira**

*Dezembro 2010*

*PAEG Technical Paper No. 1*

## A estrutura do PAEG

Ângelo Costa Gurgel; Matheus Wemerson G. Pereira e Erly Cardoso Teixeira

### *PAEG Technical Paper No. 1*

#### Resumo

O objetivo deste trabalho é desenvolver um modelo aplicado de equilíbrio geral para a economia brasileira, com desagregação das regiões. Este modelo permitirá avaliar os impactos que mudanças nas políticas macroeconômicas (fiscal, monetária, comercial) e setoriais exercem no desenvolvimento da economia brasileira. Em termos específicos, pretende-se:

- Descrever os sistemas de equações comportamentais do modelo nas formas matemática e computacional;
- Definir as regras de fechamento e promover a calibração do modelo.

**Classificação JEL:** R13, F13, F15, Q17.

**Palavras-chave:** Equilíbrio geral, regiões brasileiras, PAEG, GTAP, MPSGE.

#### 1. O Modelo de Equilíbrio Geral

Este artigo trata do Projeto de Análise de Equilíbrio Geral (PAEG) e visa à elaboração de um modelo econômico capaz de representar as economias das grandes regiões brasileiras e países parceiros. Examinam-se, ainda, os fluxos comerciais e proteções ao comércio, bem como a aplicação de mudanças em variáveis de política comercial. É necessário ainda considerar as inter-relações dos diversos setores, mercados e agentes (famílias, governos, empresas) das economias, com vistas em permitir que a complementaridade entre setores diversos seja captada e os efeitos agregados sobre o bem-estar e sobre os mercados de fatores sejam calculados. Dessa forma, o modelo a ser elaborado está na classe dos modelos aplicados de equilíbrio geral.

Os modelos aplicados de equilíbrio geral procuram retratar o funcionamento de uma economia por meio das relações matemáticas de comportamento dos agentes econômicos nos diversos mercados de bens, serviços

e fatores de produção. Dessa forma, tais modelos captam as relações entre os agentes econômicos e examinam os efeitos diretos e indiretos advindos de alterações nas políticas públicas, como choques tarifários, modificações nas alíquotas de impostos e, ou, subsídios e mesmo alterações de natureza tecnológica (Sadoulet e De Janvry, 1995). O trabalho de Shoven e Whalley (1998) apresenta discussões mais detalhadas a respeito de modelos aplicados de equilíbrio geral.

Como modelo de referência para a elaboração do PAEG, utilizou-se o modelo conhecido como *Global Trade Analysis Project - GTAP* (HERTEL, 1997; GTAP, 2001). Esse modelo GTAP foi criado em 1992, como um programa de pesquisa que visava fornecer à comunidade científica uma base de dados e uma ferramenta para uso em análises quantitativas de comércio internacional, reduzindo os custos de entrada em trabalhos de equilíbrio geral, de âmbito mundial. Entre os benefícios desse projeto, têm-se o fornecimento de documentação de acesso público, a constituição de base de dados globais em equilíbrio, e a realização de seminários regulares, com vistas em permitir o intercâmbio de informações entre pesquisadores e o treinamento em análises aplicadas de equilíbrio geral. O modelo GTAP permitiu o estabelecimento de uma rede global de pesquisadores, interessados em questões de análises de comércio multirregional.

Para elaboração do modelo do PAEG, adotou-se a estrutura básica do modelo *GTAPinGAMS* (Rutherford e Paltsev, 2000; Rutherford, 2005), que foi desenvolvido a partir do modelo GTAP. O modelo *GTAPinGAMS* utiliza a base de dados do modelo GTAP, sendo elaborado como um problema de complementaridade não-linear, em linguagem de programação GAMS (*General Algebraic Modeling System*, Brooke *et al.*, 1998). Na formulação do modelo do PAEG, utiliza-se a versão mais recente do *GTAPinGAMS*, a 6.0, que por sua vez, é construída com a base de dados do 6.0, do GTAP.

O software padrão de programação do modelo GTAP é conhecido como GEMPACK (Codsi e Pearson, 1988). Na linguagem utilizada pelo GEMPACK, o modelo GTAP é resolvido como um sistema de equações lineares. O desenvolvimento do *GTAPinGAMS* permite que o modelo seja resolvido como um problema de complementaridade não-linear, em linguagem de programação GAMS. A versão do GTAP em GAMS também permite a agregação da base de

dados, em diferentes formatos e tamanhos, e a modificação ou imposição de dados alternativos nas economias domésticas.

A vantagem do uso da estrutura do modelo GTAPinGAMS, em relação ao GTAP, é a possibilidade de modificação da estrutura original do modelo, de acordo com os objetivos da pesquisa, na linguagem de programação GAMS. Como o PAEG deve expandir a representação da economia brasileira pela explícita modelagem das grandes regiões do país, o GTAPinGAMS mostra-se adequado para tal. Apresenta-se, a seguir, uma descrição do PAEG com base na estrutura do GTAPinGAMS. No PAEG, a região Brasil é desagregada nas grandes regiões brasileiras, sendo representada cada região individualmente, em vez do país como um todo.

O modelo PAEG é estático, multirregional e multissetorial. Nesse sentido, representa a produção e a distribuição de bens e serviços na economia mundial. Cada região é representada por uma estrutura de demanda final, composta por despesas públicas e privadas com bens e serviços. O modelo baseia-se no comportamento otimizador, no qual os consumidores buscam a maximização do seu bem-estar sujeitos à restrição orçamentária, considerando fixos os níveis de investimento e a produção do setor público. Os setores produtivos combinam insumos intermediários e fatores primários de produção (capital, trabalho qualificado, trabalho não-qualificado, terra e recursos naturais), com vistas em minimizar os custos, dada a tecnologia. A base de dados inclui os fluxos bilaterais de comércio entre países e regiões, bem como os custos de transporte, tarifas de importação e impostos (ou subsídios) às exportações.

A Tabela 1 descreve os índices de conjuntos representados no modelo

Tabela 1 - Índices de conjuntos da base de dados

Índice	Descrição
$i, j$	Setores e bens
$r, s$	Países e regiões
$f \in m$	Fatores de produção de mobilidade livre dentro de dada região: trabalho qualificado, trabalho não-qualificado e capital
$f \in s$	Fatores de produção fixos: terra e outros recursos naturais

A Figura 1 apresenta a estrutura geral do modelo PAEG. Os símbolos apresentados correspondem às variáveis do modelo econômico;  $Y_{ir}$ , a produção do bem  $i$ , na região  $r$ ;  $C_r$ ,  $I_r$  e  $G_r$ , respectivamente, o consumo privado, o investimento e o consumo público;  $M_{jr}$ , as importações do bem  $j$  pela região  $r$ ;

HH<sub>r</sub>, o agente consumidor representativo (ou domicílio); e GOVT<sub>r</sub>, o setor público ou governo; FT<sub>sr</sub> uma atividade por meio da qual fatores de produção específicos são alocados para setores particulares.

Na Figura 1, fluxos nos mercados de fatores e de bens são representados por linhas sólidas ou pontilhadas de forma irregular, enquanto os pagamentos de impostos são apresentados pela linha pontilhada regular. Mercados de bens domésticos e importados são apresentados em linhas verticais, no lado direito da figura. A produção doméstica ( $vom_{ir}$ ) é distribuída entre exportações ( $vxmd_{irs}$ ), serviços de transporte internacional ( $vst_{ir}$ ), demanda intermediária ( $vdfm_{ijr}$ ), consumo privado ( $vdpm_{ir}$ ), investimento ( $vdim_{ir}$ ) e consumo do governo ( $vdgm_{ir}$ ). A identidade contábil na base de dados, representada pelas matrizes de contabilidade social, referente à produção doméstica é apresentada pela equação (1).

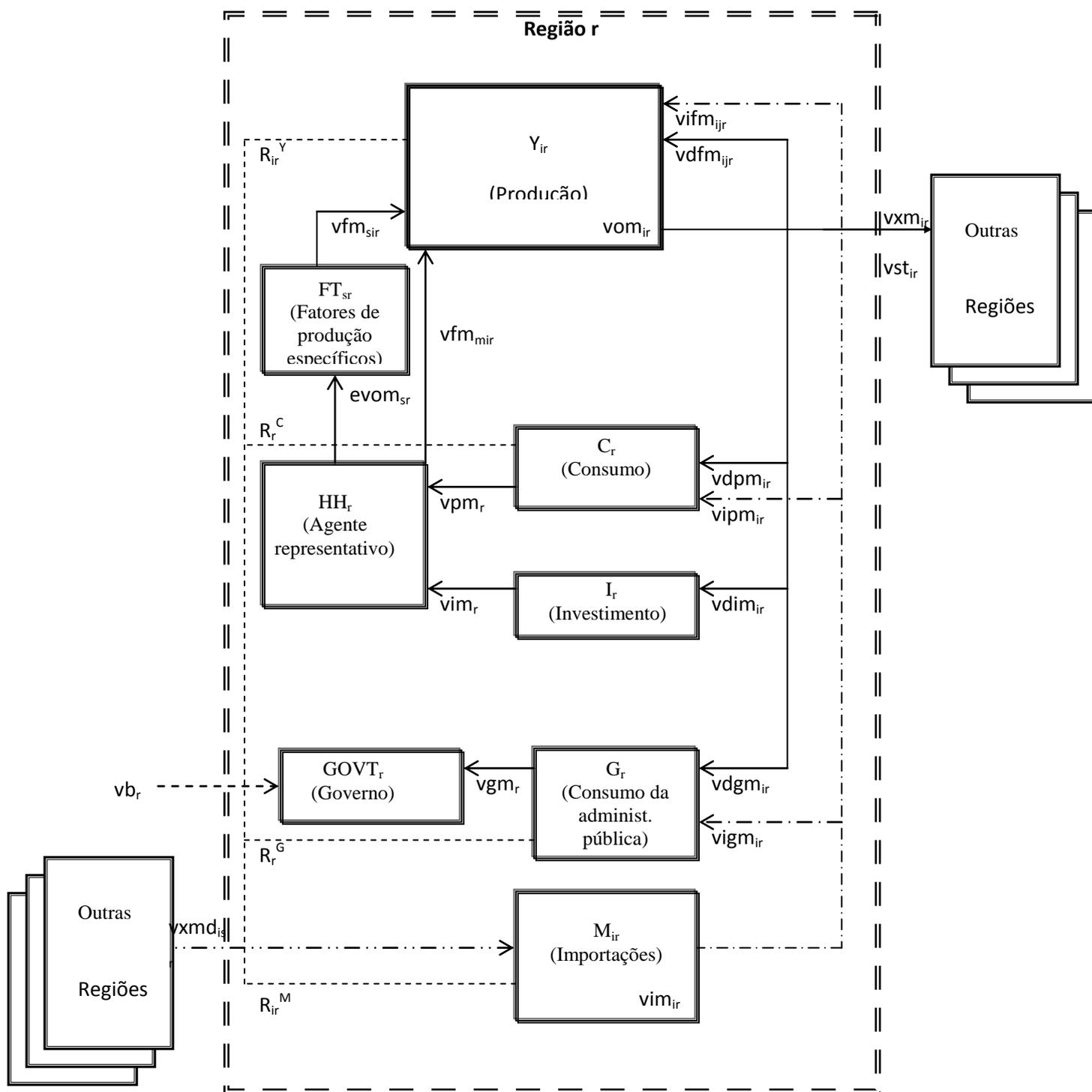
$$vom_{ir} = \sum_s vxmd_{irs} + vst_{ir} + \sum_j vdfm_{ijr} + vdpm_{ir} + vdgm_{ir} + vdim_{ir} . \quad (1)$$

Bens importados, representados agregadamente por  $vim_{ir}$ , são utilizados no consumo intermediário ( $vifm_{jir}$ ), no consumo privado ( $vipm_{ir}$ ) e no consumo do governo ( $vigm_{ir}$ ). A equação (2) apresenta a identidade contábil desses fluxos.

$$vim_{ir} = \sum_j vifm_{jir} + vipm_{ir} + vigm_{ir} . \quad (2)$$

Na produção de  $Y_{ir}$  incluem-se insumos intermediários (domésticos e importados), fatores de produção móveis ( $vfm_{fir}$ ,  $f \in m$ ) e consumo do agente público ( $vigm_{ir}$ ). A renda dos fatores de produção é distribuída ao agente representativo. O equilíbrio nos mercados de fatores é dado por uma identidade que relaciona o valor do pagamento dos fatores com a renda destes (equação 3).

$$\sum_i vfm_{fir} = evom_{fr} . \quad (3)$$



1 – Fluxos no PAEG.

As condições de equilíbrio entre oferta e demanda, nos mercados internacionais, requerem que as exportações do bem  $i$  pela região  $r$  ( $v_{xm_{ir}}$ ) sejam iguais às importações do mesmo bem por todos os parceiros comerciais ( $v_{xmd_{irs}}$ ), como representado na relação (4).

$$vxm_{ir} = \sum_s vxml_{irs} . \quad (4)$$

Da mesma forma, condições de equilíbrio aplicam-se também aos serviços de transporte internacionais. A oferta agregada do serviço de transporte  $j$ ,  $vt_j$ , é igual ao valor dos serviços de transporte nas exportações (relação 5).

$$vt_j = \sum_r vst_{jr} . \quad (5)$$

O equilíbrio entre oferta e demanda, no mercado de serviços de transporte, iguala a oferta desses serviços à soma dos fluxos bilaterais de serviços de transporte adquiridos nas importações de bens ( $vtwr_{jisr}$ ), como na equação (6).

$$vt_j = \sum_r vtwr_{jisr} . \quad (6)$$

As receitas dos impostos e transferências, indicadas pela linha pontilhada, são representadas pela letra  $R$ . Os fluxos de impostos consistem de impostos indiretos na produção e exportação ( $R_{ir}^Y$ ), no consumo ( $R_r^C$ ), na demanda do governo ( $R_r^G$ ) e nas importações ( $R_{ir}^M$ ). A renda do governo também inclui impostos diretos ao agente representativo, representados por  $R_r^{HH}$ , bem como transferências do exterior,  $vb_r$ . A restrição orçamentária do governo pode ser representada pela equação (7).

$$vgm_r = \sum_i R_{ir}^Y + R_r^C + R_r^G + \sum_i R_{ir}^M + R_r^{HH} + vb_r . \quad (7)$$

A restrição orçamentária do agente representativo relaciona a renda dos fatores de produção, descontada dos pagamentos de impostos, com as despesas de consumo e investimento privado, como na relação (8).

$$\sum_f evom_{fr} - R_r^{HH} = vpm_r + vim_r . \quad (8)$$

Das equações anteriores, é possível visualizar dois tipos de condição para a consistência da base de dados contida nas matrizes de insumo-produto e contabilidade social: o equilíbrio de mercado (oferta igual à demanda para todos os bens e fatores de produção) e o balanço da renda (renda líquida igual à despesa líquida). Um terceiro conjunto de identidades diz respeito aos lucros operacionais líquidos nos setores da economia. No modelo PAEG, assim como no GTAP, consideram-se competição perfeita e retornos constantes à escala, de forma que os custos com insumos intermediários e fatores de produção se igualem ao valor da produção, e os lucros econômicos, a zero. Tal condição se aplica a cada um dos setores produtivos e atividades, conforme as equações (9) a (15), a seguir.

$$Y_{ir}: \sum_f vfm_{fir} + \sum_j (vifm_{jir} + vifm_{jir}) + R_{ir}^Y = vom_{ir}; \quad (9)$$

$$M_{ir}: \sum_s \left( vxmd_{isr} + \sum_j vtwr_{jisr} \right) + R_{ir}^M = vim_{ir}; \quad (10)$$

$$C_r: \sum_i (vdpm_{ir} + vipm_{ir}) + R_{ir}^C = vpm_r; \quad (11)$$

$$G_r: \sum_i (vdgm_{ir} + vigm_{ir}) + R_{ir}^G = vgm_r; \quad (12)$$

$$I_r: \sum_i vdim_{ir} = vim_r; \quad (13)$$

$$FT_{fr}: evom_{fr} = \sum_i vfm_{fir} \quad f \in s; \mathbf{e} \quad (14)$$

$$YT_j: \sum_r vst_{jr} = vt_j = \sum_{irs} vtwr_{jirs} \cdot \quad (15)$$

A base de dados 6.0, do GTAP, é composta de dados de 87 regiões do mundo, incluindo o Brasil, e dados de 57 bens/setores produtivos. Geralmente, os modelos agregam setores e regiões, devido a problemas computacionais relacionados com a dimensão do modelo. No caso do PAEG, o Brasil é substituído pelas cinco grandes regiões brasileiras.

As relações apresentadas anteriormente mostram as identidades econômicas do modelo, contudo, não descrevem o comportamento dos agentes econômicos. Para entender o funcionamento do modelo, é preciso descrever como os agentes e setores se comportam.

A Tabela 2 apresenta as variáveis que representam os níveis de atividades que definem um equilíbrio e as variáveis de preços relativos de bens e fatores. O modelo determina valores para todas as variáveis, exceto fluxos de capitais internacionais, que podem ser determinados, de forma endógena, em um modelo intertemporal. As condições de equilíbrio do modelo definem preços relativos, e não preços nominais. Cada preço de equilíbrio está associado a uma condição de equilíbrio de mercado.

Tabela 2 - Variáveis endógenas que representam níveis das atividades e preços de bens e fatores

Variáveis	Descrição
-----------	-----------

$C_r$	Demanda agregada dos agentes privados
$G_r$	Demanda agregada do setor público
$Y_{ir}$	Produção
$M_{ir}$	Importações agregadas
$FT_{fr}$	Transformação de fatores
$YT_j$	Serviços de transporte internacional
$PC_r$	Índice de preço do consumo privado
$PG_r$	Índice de preço da provisão do governo
$PY_{ir}$	Preço de oferta doméstica, bruto de impostos indiretos à produção
$PM_{ir}$	Preço de importação, bruto de impostos às exportações e tarifas às importações
$PF_{fr}^F$	Preço dos fatores para trabalho, terra e recursos naturais
$PF_{fir}^S$	
$PT_j$	Custo marginal dos serviços de transporte

Os setores produtivos procuram minimizar seus custos sujeitos às restrições tecnológicas. A produção de  $Y_{ir}$  é caracterizada pela escolha de insumos a partir da minimização de custos unitários, representada pelo problema de otimização da relação (16) abaixo. Nessas equações, as variáveis de decisão correspondem aos dados iniciais (ou de “*benchmark*”), com a letra inicial “d” no lugar da letra “v”. Dessa forma,  $vdfm_{jir}$  representa a demanda intermediária de *benchmark* do bem j na produção do bem i na região r, enquanto  $ddfm_{jir}$  representa a variável de demanda intermediária, que corresponde ao equilíbrio do problema de decisão da produção.

$$\min_{dfm, ddfm, difm} C_{ir}^D + C_{ir}^M + C_{ir}^F, \quad (16)$$

$$\text{Sujeito a: } C_{ir}^D = \sum_j py_{jr} (1 + t_{jir}^{fd}) ddfm_{jir};$$

$$C_{ir}^M = \sum_j pm_{jr} (1 + t_{jir}^{fi}) difm_{jir};$$

$$C_{ir}^F = \sum_j (pf_{fir|f \in m} + ps_{fir|f \in s} (1 + t_{fir}^f)) dfm_{fir};$$

$$F_{ir}(ddfm, difm, dfm) = Y_{ir}.$$

O problema de otimização, apresentado acima, define uma função de produção caracterizada no modelo por uma função de elasticidade de substituição constante (CES), em que componentes do valor adicionado (fatores primários de produção) podem ser substituídos, sendo tal processo determinado a partir de uma elasticidade de substituição representada pelo parâmetro  $esubva_j$  no modelo, enquanto os insumos intermediários e o valor adicionado são combinados a partir de uma função Leontief, em que não podem ser substituídos uns pelos outros. Cada insumo intermediário  $j$ , nessa função Leontief, é uma combinação entre uma parcela doméstica e importada do mesmo bem  $j$ , a partir de uma função CES de elasticidade de substituição, representada pelo parâmetro  $esubd_j$ .

Cada bem importado, demandado em uma região, é um agregado de bens importados de diferentes regiões do modelo. A escolha entre importações de diferentes parceiros comerciais é baseada na pressuposição, de Armington, que um bem importado de uma região é um substituto imperfeito do mesmo bem, com origem em outras regiões. Dessa forma, as importações bilaterais são realizadas no modelo, seguindo o problema de otimização descrito em (17).

$$\min_{dxmd, dtwr} \sum_s (1 + t_{isr}^{ms}) \left( py_{is} (1 - t_{isr}^{xs}) dxmd_{isr} + \sum_j pt_j dtwr_{jisr} \right), \quad (17)$$

$$\text{Sujeito a: } A_{ir}(dxmd, dtwr) = M_{ir},$$

em que  $A_{ir}$  representa a função de agregação das importações, em que serviços de transporte são adicionados, de forma proporcional, ao valor das importações de diferentes regiões, refletindo diferenças, entre países, nas margens de transporte por unidade transportada. A substituição entre importações de diferentes origens é governada por uma elasticidade de substituição, denominada de  $esubm_j$ . Os fluxos comerciais estão sujeitos a subsídios (ou impostos) às exportações e tarifas às importações, sendo que o governo da região exportadora paga os subsídios (ou recebe os impostos), enquanto as tarifas são coletadas pelos governos dos países importadores.

O consumo do agente privado pode ser representado por um problema de minimização do custo de dado nível de consumo agregado, como representado em (18).

$$\min_{ddpm, dipm} \sum_s py_{is} (1 - t_{ir}^{pd}) ddpm_{ir} + pm_{ir} (1 + t_{ir}^{pi}) dipm_{ir}, \quad (18)$$

$$\text{Sujeito a: } H_r(ddpm, dipm) = C_{ir}.$$

A demanda final no modelo é caracterizada por uma função Cobb-Douglas entre bens compostos, formados pela agregação de bens domésticos e importados.

Terra e recursos naturais são considerados fatores específicos de produção, ofertados por meio de uma função de elasticidade de transformação constante (CET), que aloca fatores nos mercados setoriais. A oferta de fatores específicos de produção pode ser especificada a partir do problema de otimização, apresentado em (19).

$$\max_{dfm} \sum_j dfm_{sjr} ps_{sjr}, \quad (19)$$

$$\text{sujeito a: } \Gamma_{sr}(dfm) = evom_{sr},$$

em que  $\Gamma_{sr}$  representa a função CET. A elasticidade de transformação é representada, no modelo, pelo parâmetro  $etraef_s$ .

Serviços internacionais de transporte são fornecidos como uma agregação de serviços de transporte exportados pelos diversos países e regiões do modelo. A agregação de serviços de transporte é representada, no modelo, por um problema de minimização, como ilustrado em (20). Utiliza-se uma elasticidade de substituição unitária (função Cobb-Douglas) para substituição entre transporte de diferentes origens.

$$\min_{dst} \sum_r py_{ir} dst_{ir}, \quad (20)$$

$$\text{sujeito a: } T_i(dst) = YT_i.$$

O consumo da administração pública é representado, no modelo, por uma agregação Leontief, entre bens compostos de parcelas domésticas e importadas. Os diferentes bens compostos não são substituíveis entre si, contudo, componentes domésticos e importados de cada bem respondem a preços e são substituíveis, como descrito anteriormente, pela elasticidade de substituição  $esubd_j$ .

As relações matemáticas, apresentadas anteriormente, descrevem os diversos processos de otimização que ocorrem no modelo de equilíbrio geral, utilizado no presente trabalho. Além dessas relações, o modelo considera as já citadas condições de equilíbrio entre oferta e demanda nos mercados, lucro zero e equilíbrio entre renda e despesas dos agentes, para completar o processo de equilíbrio computacional.

O fechamento do modelo considera que a oferta total de cada fator de produção não se altere, mas tais fatores são móveis entre setores, dentro de uma

região. O fator terra é específico aos setores agropecuários, enquanto recursos naturais são específicos a alguns setores (de extração de recursos minerais e energia). Não há desemprego no modelo; portanto, os preços dos fatores são flexíveis. Pelo lado da demanda, investimentos e fluxos de capitais são mantidos fixos, bem como o saldo do balanço de pagamentos. Dessa forma, mudanças na taxa real de câmbio devem ocorrer para acomodar alterações nos fluxos de exportações e importações após os choques. O consumo do governo poderá alterar com mudanças nos preços dos bens, assim como a receita advinda dos impostos estará sujeita a mudanças no nível de atividade e no consumo.

O modelo utiliza a syntax do algoritmo MPSGE (*Modeling Programming System for General Equilibrium*), desenvolvida por Rutherford (1999). O MPSGE representa um modelo de equilíbrio geral por meio de blocos de equações de funções de produção, de demanda e restrições específicas. Descritos os blocos do modelo, o MPSGE transforma essas informações em equações algébricas, que são processadas no software GAMS. As equações geradas caracterizam condições de lucro zero para a produção, equilíbrio entre oferta e demanda nos mercados e definição da renda para os consumidores do modelo, na forma de um problema de complementaridade mista (*mixed complementary problem* - MCP, Rutherford, 1995).

## 2. Conciliação dos dados das matrizes regionais brasileiras e do GTAP

Para representar as cinco regiões brasileiras no modelo, é necessário substituir os dados do GTAP6, para o Brasil, pelos dados das matrizes de insumo-produto, desenvolvidas para as regiões brasileiras. Nessa substituição, procura-se manter intactos os dados do GTAP, para as demais regiões do mundo, e os dados de fluxos comerciais entre o Brasil e as demais regiões do mundo, uma vez que estes foram elaborados pela equipe do GTAP, para conciliar estatísticas de diversas fontes.

Primeiro, tanto os dados do GTAP quanto os das matrizes regionais brasileiras são agregados nas regiões e nos setores de interesse do estudo. A seguir, ambos os dados são lidos em um mesmo arquivo. Os dados das matrizes regionais brasileiras são então reescalados, para que o PIB da economia brasileira, formado pela soma dos PIBs das matrizes regionais, sejam compatíveis, em magnitude, com o PIB do Brasil, na base de dados do GTAP. Os dados do GTAP

sobre importações brasileiras são, então, distribuídos entre as regiões, usando-se os dados das matrizes regionais brasileiras para definir a participação relativa das importações de cada região no total das importações brasileiras.

O mesmo procedimento é utilizado para distribuir, regionalmente, as exportações brasileiras, na base de dados do GTAP. A partir desses procedimentos, os dados de exportações e importações originais das matrizes regionais brasileiras são substituídos pelos dados de fluxos comerciais do GTAP. Isso garante a consistência das relações comerciais entre as regiões brasileiras e as demais regiões e países, na base de dados do GTAP. Contudo, as contas de oferta e demanda das matrizes regionais brasileiras perdem o equilíbrio, uma vez que seus dados originais de exportações e importações foram substituídos pelos dados do GTAP. Para recompor o equilíbrio ajustam-se os valores dos investimentos setoriais nas regiões brasileiras, bem como os fluxos de capitais. Como a regra de fechamento do modelo de equilíbrio geral mantém esses agregados fixos, os ajustes nos valores destes, para equilibrar a oferta e demanda setoriais e o balanço de pagamentos, não interferem nos resultados de simulações com o modelo. Esse procedimento de ajuste evita, também, o inconveniente de ter que alterar coeficientes de insumo-produto dos setores em desequilíbrio.

Após esses ajustes, os parâmetros de elasticidades, contidos na base de dados do GTAP, para o Brasil são atribuídos às regiões brasileiras e os dados da matriz brasileira do GTAP são removidos, restando apenas os dados ajustados das matrizes regionais brasileiras e das demais regiões do GTAP.

## Referências

- Brooke, A. Kendrick, D., Meeraus, A., Raman, R. *GAMS: a user's guide*. GAMS Development Corporation, 262 p., 1998. (<http://www.gams.com/>)
- Codsi, G., Pearson, K. R. GEMPACK: general-purpose software for applied general equilibrium and other economic modellers. *Computer Science in Economics and Management*. v.1, p.189-207, 1988.
- Global Trade Analysis Project - GTAP, 2001. (<http://www.agecon.purdue.edu/gtap/>)
- Hertel, T. W. (ed.) *Global trade analysis: modeling and applications*. Cambridge University Press, Cambridge and New York, 1997.

- Rutherford, T. F. Extensions of GAMS for complementarity problems arising in applied economics. *Journal of Economic Dynamics and Control*, v.19, n.8, p. 1299-1324, 1995.
- Rutherford, T. F. Applied general equilibrium modeling with MPSGE as a GAMS subsystem: an overview of the modeling framework and syntax. *Computational Economics*, v. 14, n.1, p. 1-46, 1999.
- Rutherford, T. F. *GTAP6inGAMS: The dataset and static model*. 42 p., 2005, mimeo. (<http://www.mpsge.org/gtap6/gtap6gams.pdf>)
- Rutherford, T. F., Paltsev, S. V. *GTAPinGAMS and GTAP-EG: global datasets for economic research and illustrative models*. Working Paper, Department of Economics, University of Colorado, 64 p., 2000. (<http://nash.colorado.edu/gtap/gtapgams.html>)
- Sadoulet, E., De Janvry, A. *Quantitative development policy analysis*. Baltimore: The Johns Hopkins University, 397 p., 1995.
- Shoven, J. B., Whalley, J. *Applying general equilibrium*. 3.ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. 299 p.