

EFES - Um Modelo Aplicado de Equilíbrio Geral para a Economia Brasileira: Projeções Setoriais para 1999-2004

E. A. Haddad Professor da FEA/USP, Pesquisador da Fipe e Adjunct Associate Professor do REAL/Departamento de Geografia da Universidade de Illinois

E. P. Domingues Doutorando do IPE/USP, Visiting Scholar do REAL/Departamento de Geografia da Universidade de Illinois, bolsista da CAPES

RESUMO

O debate acerca das perspectivas setoriais no presente contexto da economia brasileira tem, freqüentemente, carecido de um arcabouço analítico mais formal. Assim, para que a análise de políticas econômicas seja baseada em teorias e dados sólidos e consistentes, faz-se necessário o desenvolvimento de um arcabouço analítico para prover esta capacitação. Desta forma, o principal objetivo deste artigo é desenvolver um modelo de equilíbrio geral computável, determinista e em tempo discreto, para o Brasil. O modelo é utilizado para projetar um cenário consistente de médio prazo para o período 1999-2004, baseado na combinação de projeções macroeconômicas derivadas de um modelo satélite de consistência macroeconômica, projeções de exportações, mudanças tecnológicas e "expert advice". Resultados setoriais preliminares apontam para um melhor desempenho de setores relacionados ao ciclo de investimentos e produtores de bens de exportação dinâmicos. Além disso, verifica-se uma tendência em direção a uma fraca substituição de importações no período de análise.

PALAVRAS-CHAVE

modelos de equilíbrio geral computável, modelos de planejamento, economia brasileira

ABSTRACT

The discussion of economic prospects in the present context of the Brazilian economy has often lacked a formal analytical framework. Hence, if policy analysis is to be based on sound, consistent economic theory and data, it is important that an analytical framework be developed to provide this capability. Accordingly, the primary analytical focus of this paper is to develop a forward-looking CGE model for Brazil. The model is used to project a consistent medium-run scenario for the period 1999-2004 based on a combination of macroeconomic projections derived from a satellite macro-consistency model developed jointly at the World Bank and FIPE, forecasts of exports, technical changes and expert advice. Preliminary sectoral results point to a better performance of sectors related to the investment cycle and producers of dynamic export products. Moreover, a trend towards a weak import substitution process is apparent in the projection period.

KEY WORDS

computable general equilibrium models, planning models, Brazilian economy

JEL Classification
C68, D58, O21

INTRODUÇÃO

O modelo EFES¹ foi desenvolvido no âmbito do *Projeto SIPAPE* (Sistema Integrado de Planejamento e Análise de Políticas Econômicas), desenvolvido na FIPE/USP, cujo objetivo geral é a especificação e implementação de um sistema de informações integrado para projeção macroeconômica, setorial e regional, e análise de políticas econômicas. Como parte deste projeto, este modelo de equilíbrio geral computável (EGC) está integrado a um modelo de consistência macroeconômica (FIPE, 1999), permitindo a geração de resultados desagregados para 42 setores e 80 produtos, consistentes com cenários macroeconômicos preestabelecidos.

Ao contrário de outros modelos EGC desenvolvidos para a economia brasileira, utilizados para a análise de políticas em exercícios de estática comparativa (e.g. GUILHOTO, 1995; CAMPOS-FILHO, 1998; HADDAD, 1999),² EFES é um modelo especificado com componentes de dinâmica suficientes para gerar projeções anuais para a economia brasileira. Dessa forma, podem-se observar trajetórias de investimento e acumulação de capital por setor, uma característica até agora pouco explorada em modelos EGC. Neste trabalho são apresentados os primeiros resultados do modelo, com projeções setoriais para o período 1999-2004.

1. MÉTODO DE SOLUÇÃO DO MODELO EFES

O modelo EFES é baseado na estrutura teórica do Modelo MONASH, desenvolvido para a economia australiana. (ADAMS *et al.*, 1994; DIXON

1 Economic Forecasting Equilibrium System. Efes, ou Éfeso, é uma das doze cidades da Jônia, antigo distrito grego na costa ocidental da Ásia Menor, conhecida na antiguidade por seus santuários sagrados, sendo o mais famoso aquele dedicado à deusa Ártemis, onde, segundo consta, o apóstolo Paulo desafiou os artífices que lucravam com o comércio de miniaturas de divindades pagãs (Atos, 19, p. 23-41).

2 Ver GUILHOTO (1995) para uma revisão de modelos EGC construídos para o Brasil até 1995.

& PARMENTER, 1996) EFES pertence à classe dos modelos do tipo Johansen (JOHANSEN, 1960) em que as soluções são obtidas a partir de um sistema de equações linearizadas.

O sistema de equações do modelo pode ser escrito da seguinte forma:³

$$F(V) = 0 \quad (1)$$

onde V é um vetor de equilíbrio de dimensão n (número de variáveis), e F é uma função-vetor não-linear de dimensão m (número de equações). Supõe-se que F seja diferenciável. Em relação às dimensões, n e m , supõe-se que o número de variáveis seja maior que o número de equações no sistema ($n > m$). Assim, $(n - m)$ variáveis devem ser determinadas exogenamente. Para fins de calibragem, é necessário determinar uma solução inicial de equilíbrio, V^* , ou seja, supõe-se que $\exists V = V^*$, tal que $F(V^*) = 0$.

Dada a solução inicial, V^* , a abordagem tradicionalmente utilizada para se computar o novo conjunto de soluções para o modelo requer a partição do vetor F em dois grupos de variáveis, endógenas e exógenas. Seja V_1 o vetor contendo as m variáveis endógenas e V_2 o vetor contendo as $(n - m)$ variáveis exógenas. A equação (1) pode ser reescrita como:

$$F(V_1, V_2) = 0 \quad (2)$$

A partir da diferenciação total de (2), obtém-se:

$$F_1(V^*)dV_1 + F_2(V^*)dV_2 = 0 \quad (3)$$

onde F_1 e F_2 são matrizes de derivadas parciais de F avaliadas em V^* . Resolvendo-se (3) para dV_1 , tem-se que:

3 Maiores detalhes podem ser encontrados em DIXON *et al.* (1982, 1992), HARRISON & PEARSON (1994, 1996), e DIXON & PARMENTER (1996).

$$dV_1 = [-F_1^{-1}(V^*)F_2(V^*)]dV_2 \quad (4)$$

ou

$$dV_1 = B(V^*)dV_2 \quad (5)$$

Assumindo-se que a matriz inversa, $F_1^{-1}(V^*)$, existe, (5) representa a solução de Johansen para o modelo.

Erros de Linearização

Sendo $B(V^*)$ a matriz das derivadas parciais de primeira ordem de F , avaliada para os valores iniciais das variáveis do modelo, V^* , a solução alcançada a partir do procedimento descrito acima representa apenas uma aproximação da solução “verdadeira”. À medida que nos afastamos de V^* , as derivadas parciais de F se alteram, produzindo erros entre a solução do modelo e a solução “verdadeira”. Isso ocorre devido à linearização das equações do modelo.

Para minimizar os efeitos dos erros de linearização e, assim, obter resultados mais precisos, utilizam-se métodos numéricos alternativos que aproximam os resultados do modelo da solução “verdadeira”. No caso do modelo EFES, um procedimento de cálculo em vários estágios (Johansen/Euler) é utilizado, em que o choque exógeno é dividido em p partes iguais. Desta forma, pode-se definir uma seqüência de cálculos, de modo que a matriz B seja reestimada em cada estágio. A questão teórica que se coloca refere-se à maneira pela qual a solução do modelo converge para a solução “verdadeira” à medida que p cresça e, caso convirja, ao número de estágios (tamanho de p) necessário para se obter uma solução precisa do modelo. Dixon *et al.* (1982) demonstram que se pode estar bastante seguro de que, quando p tender a infinito, o método de vários estágios de Johansen/Euler produzirá uma solução exata do modelo. Ademais, a experiência com o modelo MONASH revela que soluções altamente precisas são obtidas a partir da aplicação deste método com

poucos estgios, por exemplo $p \leq 4$, em conjunto com um procedimento de extrapolaao.

2. ESTRUTURA TEORICA DO MODELO EFES⁴

O modelo EFES  um modelo de equilbrio geral computvel especificado para gerar projeoes deterministas em tempo discreto para a economia brasileira. Sua especificaao teorica segue a tradiao australiana de modelagem. O modelo utiliza o mecanismo de acumulaao de capital proposto por Dixon e Parmenter (1996), em que os investimentos setoriais so determinados endogenamente, gerando resultados anualizados. A seguir, a estrutura teorica do modelo  apresentada.

As equaoes do modelo EFES podem ser descritas, genericamente, da seguinte forma:

$$H(\tilde{V}_1(t), \tilde{V}_2(t), Q(t), \Pi(t), I(t), K(t-1)) = 0, \quad t = 1, \dots, T \quad (6)$$

$$K(t) = (I - D)K(t-1) + I(t), \quad t = 1, \dots, T \quad (7)$$

onde

$Q(t)$  o vetor contendo os rendimentos setoriais (lucro, aluguel) por unidade de capital no ano t ;

$\Pi(t)$  o vetor contendo o custo de produao de uma unidade de capital, no ano t , de diferentes setores;

$I(t)$  o vetor contendo o nvel de investimento, por setor, no ano t ;

$K(t - 1)$  o vetor contendo o estoque de capital dos diversos setores, no fim do ano $t - 1$, disponvel para ser utilizado no ano t ;

D  a matriz diagonal das taxas de depreciaao;

4 A apresentaao desta seao segue DIXON & PARMENTER (1996).

$\tilde{V}_1(t)$ e $\tilde{V}_2(t)$ representam outras variáveis para o ano t : $\tilde{V}_1(t)$ é o vetor das variáveis endógenas e $\tilde{V}_2(t)$ é o vetor das variáveis exógenas.

Note-se que para um dado ano $t = \tau$, a equação (6) especifica um modelo EGC de um período, como em (1). A equação (7) representa a relação tradicional de acumulação de capital na economia.

É importante salientar que, no modelo EFES, os estoques de capital disponíveis para utilização no ano $t+1$ são determinados pelos investimentos ocorridos anteriormente ao ano $t+1$, como ilustrado na figura abaixo.

FIGURA 2.1 - DIMENSÃO TEMPORAL DO MODELO EFES

	Ano t		Ano $t+1$		Ano $t+2$	
	$Q(t)$		$Q(t+1)$		$Q(t+2)$	
$K(t-1)$	$\Pi(t)$	$K(t)$	$\Pi(t+1)$	$K(t+1)$	$\Pi(t+2)$	$K(t+2)$
	$I(t)$		$I(t+1)$		$I(t+2)$	
	$\tilde{V}(t)$		$\tilde{V}(t+1)$		$\tilde{V}(t+2)$	

Conhecendo-se $K(0)$ e a trajetória do investimento, especificada exogenamente, $\{I(1), I(2), \dots, I(T)\}$, o modelo dado pelas equações (6) e (7) pode ser resolvido por meio de uma série de cálculos em que se consideram modelos EGC de um período. Primeiramente, calcula-se a trajetória dos estoques de capital a partir da equação (7). Então, dado $\tilde{V}_2(\tau)$, obtêm-se $\tilde{V}_1(\tau)$, $Q(\tau)$ e $\Pi(\tau)$ utilizando-se o modelo especificado em (6).

Utilizando-se o método de Johansen/Euler, obtêm-se a aproximação de primeira ordem de (6), dada por:

$$H_1(t)\tilde{v}_1(t+1) + H_2(t)\tilde{v}_2(t+1) + H_q(t)q(t+1) + H_\pi(t)\pi(t+1) \tag{8}$$

$$+ H_i(t)i(t+1) + H_k(t)k(t) = 0 \quad t = 1, 2, \dots, T-1$$

com os coeficientes $(H_u, u=1,2,q,\pi,i,k)$ avaliados na solução para o ano t :

$$V(t) = (\tilde{V}_1(t), \tilde{V}_2(t), Q(t), \Pi(t), I(t), K(t-1)) \quad (9)$$

Similarmente a (5), pode-se escrever:

$$v'_1(t+1) = B(t)v'_2(t+1), \quad t=1, \dots, T-1 \quad (10)$$

onde

$$\begin{aligned} v'_1(t+1) &= [\tilde{v}'_1(t+1), q'(t+1), \pi'(t+1)], \quad t=1, \dots, T-1 \\ v'_2(t+1) &= [\tilde{v}'_2(t+1), i'(t+1), k'(t)], \quad t=1, \dots, T-1 \end{aligned} \quad (11)$$

e

$$B(t) = -[H_1(t), H_q(t), H_\pi(t)]^{-1} [H_2(t), H_i(t), H_k(t)], \quad t=1, \dots, T-1 \quad (12)$$

No modelo EFES, o nível de investimento e a acumulação de capital no ano $t+1$ dependem das taxas de retorno esperadas para o ano $t+2$, determinadas pelos rendimentos e custos do capital no ano $t+1$. Assim, pode-se resolver o modelo recursivamente. Define-se a taxa de retorno do capital no ano $t+1$ no setor j como o valor presente, no ano t , do investimento de uma unidade monetária na indústria j :

$$R_j(t+1) = \frac{Q_j(t+1)/(1+r) - \Pi_j(t) + \Pi_j(t+1)(1-D_j)/(1+r)}{\Pi_j(t)}, \quad (13)$$

$$\forall j, t=1, \dots, T-1$$

onde r é um parâmetro definindo a taxa de juros.

Supondo-se que a taxa de crescimento do estoque de capital de cada setor dependa positivamente ($\alpha_j > 0$) da taxa de retorno esperada no ano t para o ano $t+1$, tem-se:

$$K_j(t) / K_j(t-1) = F_k(t) F_{kj}(t) (1 + R_j^e(t, t+1))^{\alpha_j}, \quad \forall j, t = 1, \dots, T \quad (14)$$

onde

$F_k(t)$ e $F_{kj}(t)$ são termos de deslocamento da taxa de crescimento do capital.

Adotando-se a hipótese de expectativas estáticas em relação às taxas de retorno esperadas, pode-se definir a taxa de retorno esperada reescrevendo a expressão (13) com as variáveis para o ano $t + 1$ substituídas por variáveis inflacionadas do ano t :

$$R_j^e(t, t+1) = \frac{Q_j(t)}{\Pi_j(t)} \frac{(1 + inf)}{1 + r} - 1 + \frac{(1 + inf)(1 - D_j)}{1 + r}, \quad \forall j, t = 1, \dots, T \quad (15)$$

onde inf é a taxa de inflação. Se $r = inf$, então:

$$R_j^e(t, t+1) = (Q_j(t) / \Pi_j(t)) - D_j, \quad \forall j, t = 1, \dots, T \quad (16)$$

Acrescentando-se a (8) as versões linearizadas de (14), (16) e (7), obtém-se um sistema de equações (8-17-18), que pode ser resolvido recursivamente utilizando-se o método de solução de Johansen/Euler. Este sistema representa a estrutura teórica do modelo EFES. No sistema expandido, foram incorporadas $2b$ equações e $2b + 1$ novas variáveis - $k_j(t+1)$, $f_{kj}(t+1)$, $f_k(t+1)$. Assumindo-se que os termos de deslocamento f_s sejam determinados exogenamente, pode-se endogeneizar a trajetória do investimento setorial.⁵

5 O volume de investimento total em $t + 1$ pode ser definido exogenamente, desde que f_k se torne endógeno.

$$\begin{aligned} k_j(t+1) - k_j(t) &= f_k(t+1) + f_{k_j}(t+1) \\ &+ \alpha_j(Q_j(t)/(Q_j(t) + (1 - D_j)\Pi_j(t)))(q_j(t+1) - \pi_j(t+1)) \quad \forall j, t = 1, \dots, T-1 \end{aligned} \quad (17)$$

$$K_j(t)k_j(t+1) = (1 - D_j)K_j(t-1)k_j(t) + I_j(t)i_j(t+1), \quad \forall j, t = 1, \dots, T-1 \quad (18)$$

3. EQUAÇÕES DO MODELO

A forma funcional das principais equações do modelo - $F(v)$ - são apresentadas nesta seção, bem como a definição das principais variáveis e dos coeficientes.

Em relação à notação, letras maiúsculas são utilizadas para variáveis em níveis e letras minúsculas para as taxas anuais de crescimento correspondentes. Os sobrescritos (u), $u = 0, 1j, 2j, 3, 4, 5$, referem-se, respectivamente, à produção (0) e aos cinco tipos de usuários dos produtos identificados no modelo: produtores no setor j (1j), investidores no setor j (2j), famílias (3), compradores de bens exportados (4) e governo e “outras demandas” (5). Os insumos são identificados por dois subscritos: o primeiro assume os valores $1, \dots, g$, para os bens, $g + 1$, para os fatores primários, e $g + 2$, para “outros custos” (basicamente impostos e subsídios sobre a produção); o segundo subscrito identifica a origem do insumo, seja ela doméstica (1) ou importada (2), ou proveniente do trabalho (1) ou capital (2).

Estrutura de Produção (equações A1, A2, A5, A9) - A tecnologia de produção adotada pelo modelo reconhece três categorias de insumos: insumos intermediários, fatores primários e “outros custos”. Os produtores em cada setor escolhem os requisitos de insumo por unidade de produto mediante exercícios de otimização (minimização de custos). As restrições impostas são dadas pela tecnologia de produção: proporções fixas entre as três categorias de insumos são utilizadas no primeiro nível da estrutura de produção (A5). O segundo nível envolve a substituição entre insumos intermediários domésticos e importados e a substituição

entre trabalho e capital (A1 e A2). A especificação funcional CES é utilizada para combinar os insumos de origens diferentes. Assume-se que cada setor possa produzir mais de um tipo de produto a partir da combinação de diferentes insumos. A composição setorial da produção é definida a partir da maximização da receita total sujeita a uma fronteira de possibilidade de produção que exhibe elasticidade de transformação constante (A9).

Demanda por Insumos para a Criação de Capital (equações A1, A5) - A estrutura de produção de novas unidades de capital segue a mesma estrutura de utilização de insumos intermediários pelos setores produtivos da economia. Vale salientar que na produção de bens de investimento não se utilizam diretamente fatores primários e “outros custos”.

Demanda das Famílias (equações A1, A3, A4) - O tratamento da demanda das famílias no modelo EFES é baseado em uma função de preferência cuja especificação funcional combina a função utilidade de Stone-Geary com uma função CES. As equações de demanda são obtidas a partir de um problema de maximização de utilidade cuja solução segue etapas hierárquicas. A demanda por bens compostos colapsa para o sistema linear de gastos, com a distinção entre o consumo para subsistência e acima do nível de subsistência (A3, A4). O padrão delineado pela estrutura da demanda das famílias permite que diferentes elasticidades de substituição sejam utilizadas para a composição dos diversos bens (A1).

Demanda por Exportação (equação A6) - A equação A6 especifica a demanda externa por bens exportados em que o volume das exportações é uma função decrescente dos preços em US\$. As variáveis $f_{(is)}^{4q}$ e $f_{(is)}^{4p}$ permitem deslocamentos horizontais (quantidade) e verticais (preço) das curvas de demanda.

Governo e “Outras Demandas” (equação A7) - Esta especificação permite que se exogeneize o consumo do governo e variações nos estoques. O governo é o principal consumidor dos seguintes bens públicos:

administração pública, saúde pública e educação pública. “Outras demandas” captam os efeitos de variações nos estoques dos demais bens.

Demanda por Margens (equação A8) - Supõe-se que as margens (r = transporte, comércio) sejam utilizadas em proporções fixas aos respectivos fluxos básicos. Além disso, permitem-se mudanças tecnológicas em sua utilização.

Sistema de Preços (equações A11, A12, A13, A16) - No modelo EFES, produtores, investidores e importadores não podem obter lucros puros. Desta forma, as receitas médias dos setores domésticos (A11) e os preços de oferta de unidades de capital (A16) são iguais aos custos de produção unitários. Dada a suposição de retornos constantes de escala, os custos dependem apenas dos preços dos insumos. Os preços básicos dos bens importados devem incluir as tarifas aplicadas aos fluxos de comércio (A12). Finalmente, nas equações do sistema de preços do modelo, os preços de mercado são definidos pela soma dos preços básicos, dos impostos indiretos e das respectivas margens.

Equações de Equilíbrio dos Mercados (A10) - A equação A10 impõe condições de equilíbrio para os mercados dos bens domésticos, igualando a oferta à demanda dos diversos bens, em seus usos diretos e como margens (quando pertinente). Condições de equilíbrio para outros mercados também são especificadas pelo modelo.

Impostos Indiretos (A19) - Este bloco de equações define mudanças nas diversas alíquotas de impostos, permitindo simulações, por exemplo, de exercícios de reforma fiscal.

Taxas de Retorno e Investimento (A14, A15, A21) - A dinâmica do modelo é definida por estas equações, discutidas na seção anterior (A14 e A15 referem-se às equações 17 e 18). Mudanças na notação foram introduzidas por motivos de consistência. A equação A21 é utilizada para alocação do investimento setorial quando se opera o modelo com o fechamento básico de curto prazo.

Equações

(A1) Substituição entre bens domésticos e importados

$$x_{(is)}^{(u)} - a_{(is)}^{(u)} - a_{(is)} - atwist = x_{(i)}^{(u)} - \sigma_{(i)}^{(u)} (p_{(is)}^{(u)} + a_{(is)}^{(u)} + a_{(is)} + atwist -$$

$$- \sum_{l=1,2} (V(i,l,(u)) / V(i,\bullet,(u))) (p_{(il)}^{(u)} + a_{(is)}^{(u)} + a_{(is)} + atwist))$$

 $i = 1, \dots, g; s = 1 e 2; (u) = 3 e (kj) \text{ para } k = 1 e 2 e j = 1, \dots, h$

(A2) Substituição entre trabalho e capital

$$x_{(g+1,s)}^{(1j)} - a_{(g+1,s)}^{(1j)} = x_{(g+1,\bullet)}^{(1j)} - \sigma_{(g+1)}^{(1j)} \{ p_{(g+1,s)}^{(1j)} + a_{(g+1,s)}^{(1j)}$$

$$- \sum_{l=1,2} (V(g+1,l,(1j)) / V(g+1,\bullet,(1j))) (p_{(g+1,l)}^{(1j)} + a_{(g+1,l)}^{(1j)}) \}$$

 $j = 1, \dots, h; s = 1 e 2.$

(A3) Demanda das famílias por bens compostos

$$V(i,\bullet,(3)) (p_{(i\bullet)}^{(3)} + x_{(i\bullet)}^{(3)}) = \gamma_{(i)} P_{(i\bullet)}^{(3)} Q(p_{(i\bullet)}^{(3)} + x_{(i\bullet)}^{(3)}) +$$

$$+ \beta_{(i)} (C - \sum_{j \in G} \gamma_{(j)} P_{(i\bullet)}^{(3)} Q(p_{(i\bullet)}^{(3)} + x_{(i\bullet)}^{(3)})), \quad i = 1, \dots, g$$

(A4) Preços dos bens compostos para as famílias

$$p_{(i\bullet)}^{(3)} = \sum_{l=1,2} (V(i,l,(3)) / V(i,\bullet,(3))) p_{(il)}^{(3)}, \quad i = 1, \dots, g$$

(A5) Demanda por bens compostos intermediários, de investimento, fatores primários e outros custos

$$x_{(i\bullet)}^{(u)} = z^{(u)} + a_{(i)}^{(u)} + a^{(u)} \quad u = (kj) \text{ para } k=1,2 \text{ e } j=1,\dots,h$$

$$\text{se } u = (1j) \text{ então } i=1,\dots,g+2$$

$$\text{se } u = (2j) \text{ então } i=1,\dots,g$$

(A6) Demanda por exportações

$$(x_{(is)}^{(4)} - f_{(is)}^{4q}) = \eta_{(is)} (p_{(is)}^{(4)} - e - f_{(is)}^{4p}), \quad i=1,\dots,g; s=1,2$$

(A7) Outras demandas

$$x_{(is)}^{(5)} - a_{(is)} - atwist = f_{(is)}^{(5)} + f^{(5)} \quad i=1,\dots,g; s=1,2$$

(A8) Demandas por margens para bens domésticos

$$x_{(r1)}^{(is)(u)} = x_{(is)}^{(u)} + a_{(r1)}^{(is)(u)} \quad r, i=1,\dots,g;$$

$$(u) = (3), (4), (5) \text{ e } (kj) \text{ para } k=1,2;$$

$$j=1,\dots,h; s=1,2$$

(A9) Composição setorial da produção

$$x_{(i1)}^{(0j)} = z^{(1j)} + \sigma^{(0j)} (p_{(i1)}^{(0)} - \sum_{t \in G} (Y(t, j) / Y(\bullet, j)) p_{(t1)}^{(0)}) \quad j=1,\dots,h; i=1,\dots,g$$

(A10) Demanda iguala oferta para bens domésticos

$$\sum_{j \in H} Y(l, j) x_{(l1)}^{(0j)} = \sum_{u \in U} B(l, 1, (u)) x_{(l1)}^{(u)}$$

$$+ \sum_{i \in G} \sum_{s=1,2} \sum_{u \in U} M(l, i, s, (u)) x_{(l1)}^{(is)(u)} \quad l=1,\dots,g$$

(A11) Receita iguala custos para os setores

$$\sum_{l \in G} Y(l, j)(p_{(l)}^{(0)} + a_{(l)}^{(0)}) = \sum_{l \in G^*} \sum_{s=1,2} V(l, s, (1j))(p_{(ls)}^{(1j)} + a_{(ls)}^{(1j)}), \quad j = 1, \dots, h$$

(A12) Preço básico dos bens importados

$$p_{(i2)}^{(0)} = p_{(i2)}^{(w)} - e + t_{(i2)}^{(0)}, \quad i = 1, \dots, g$$

(A13) Preços de compra relacionados aos preços básicos, margens e impostos

$$V(i, s, (u))p_{(is)}^{(u)} = (B(i, s, (u)) + \sum_{\tau \in T} T(\tau, i, s, (u)))(p_{(is)}^{(0)} + t(\tau, i, s, u))$$

$$+ \sum_{r \in G} M(r, i, s, (u))p_{(r1)}^{(0)},$$

$i = 1, \dots, g$; $(u) = (3), (4), (5)$ e (kj) para $k = 1, 2$ e $j = 1, \dots, h$; $s = 1, 2$

(A14) Investimento

$$x_{(g+1,2)}^{(1j)}(1) - x_{(g+1,2)}^{(1j)} = f_{(k)} + f_{(k)}^{(j)} + \alpha_{(j)}(P_{(g+1,2)}^{(1j)} / (P_{(g+1,2)}^{(1j)} + (1 - \delta_{(j)})P_{(k)}^{(1j)})(p_{(g+1,2)}^{(1j)} - p_{(k)}^{(1j)}),$$

$$j = 1, \dots, h$$

(A15) Acumulação de capital

$$X_{(g+1,2)}^{(1j)}(1)x_{(g+1,2)}^{(1j)}(1) = X_{(g+1,2)}^{(1j)}(1 - \delta_j)x_{(g+1,2)}^{(1j)} + Z_{(k)}^{(2j)}z_{(k)}^{(2j)},$$

$$j = 1, \dots, h$$

(A16) Custo do capital

$$V(\bullet, \bullet, (2j))(p_{(k)}^{(1j)} - a_{(k)}^{(1j)}) = \sum_{i \in G} \sum_{s=1,2} V(i, s, (2j))(p_{(is)}^{(2j)} + a_{(is)}^{(2j)}), \quad j = 1, \dots, h$$

(A17) Determinação do salário

$$p_{(g+1,1)}^{(1j)} = ipc + f_{(g+1,1)}^{(1j)} + f_{(g+1,1)}, \quad j = 1, \dots, h$$

(A18) Índice de preços ao consumidor

$$ipc = \sum_{i \in G} \sum_{s=1,2} (\bar{V}(i, s, (3)) / \bar{V}(\bullet, \bullet, (3))) p_{(is)}^{(3)}$$

(A19) Impostos sobre venda aos usuários

$$t(\tau, i, s, (u)) = f_{(i\tau)}^{(u)} + f_{(\tau)}^{(u)}, \quad i = 1, \dots, g; \quad s = 1, 2; \quad \tau = 1, 2, 3$$

$(u) = (3), (4), (5) \text{ e } (kj) \text{ para } k = 1, 2; j = 1, \dots, h$

(A20) Relação entre investimento e consumo (real)

$$i_R = c_R + fic$$

(A21) Relação entre investimento no curto prazo e taxas de retorno

$$-\alpha_{(j)}^{SR} (x_{(g+1,2)}^{(1j)}(1) - x_{(g+1,2)}^{(1j)}) + r_{(j)} = \omega + f_{(2j)}, \quad j = 1, \dots, h$$

Outras definições incluem: Emprego agregado, agregados reais, agregados nominais, índices de preços, balança comercial, outras condições de equilíbrio, agregações específicas por setores ou produtos.

VARIÁVEIS

Variável	Índices	Descrição
$x_{(is)}^{(u)}$	(u) = (3), (4), (5) e (k j) para k = 1, 2 e j = 1, ..., h; s = 1, 2; se (u) = (1j) então i = 1, ..., g + 1; se (u) ≠ (1 j) então i = 1, ..., g	Demanda do usuário (u) pelo bem ou fator primário is
$P_{(is)}^{(u)}$	(u) = (3), (4), (5) e (k j) para k = 1, 2 e j = 1, ..., h; s = 1, 2; se (u) = (1j) então i = 1, ..., g + 1; se (u) ≠ (1 j) então i = 1, ..., g	Preço pago pelo usuário (u) pelo bem is
$x_{(i)}^{(u)}$	(u) = (3) e (k j) para k = 1, 2 e j = 1, ..., h. se (u) = (1 j) então i = 1, ..., g + 1; se (u) ≠ (1 j) então i = 1, ..., g	Demanda pelo bem composto ou fator primário i pelo usuário (u)
$a_{(g+1,s)}^{(1j)}$	j = 1, ..., h. s = 1, 2	Mudança tecnológica: utilização de fatores primários
$a_{(k)}^{(1j)}$	j = 1, ..., h	Mudança tecnológica no custo do capital
$a_{(is)}^{(2j)}$	j = 1, ..., h	Mudança tecnológica no uso do bem i de origem s para investimento
$a_{(r1)}^{(is)(u)}$	r, i = 1, ..., g; s = 1, 2 (u) = (3), (4), (5) e (k j) para k = 1, 2 e j = 1, ..., h	Mudança tecnológica no uso do bem r1 como margem para facilitar o fluxo de is para (u)
$a_{(is)}^{(u)}$	i = 1, ..., g; s = 1, 2 (u) = (3) e (k j) para k = 1, 2 e j = 1, ..., h	Mudança tecnológica relacionada à origem do uso do bem is pelo agente (u)
$a_{(is)}$	i = 1, ..., g; s = 1, 2	Mudança tecnológica relacionada ao uso do bem is
$atwist$		Mudança tecnológica genérica relacionada à origem do consumo
$a_{(i)}^{(u)}$	i = 1, ..., g (u) = (3) e (k j) para k = 1, 2 e j = 1, ..., h	Mudança tecnológica relacionada ao uso do bem i pelo usuário (u)
$a^{(u)}$	(u) = (1), (2)	Mudança na demanda do usuário (u)
c		Gasto total das famílias
n		Número de famílias

continua

VARIÁVEIS - continuação

Variável	Índices	Descrição
$P_{(i^*)}^{(3)}$	$i = 1, \dots, g$	Preço dos bens compostos consumido pelas famílias
$f_{(is)}^{4q}$	$i = 1, \dots, g; s = 1, 2$	Termo de deslocamento na curva de demanda por exportações, para quantidades
$f_{(is)}^{4p}$	$i = 1, \dots, g; s = 1, 2$	Termo de deslocamento na curva de demanda por exportações, para preços
e		Taxa de câmbio, R\$/US\$
$x_{(r1)}^{(is)(u)}$	$r, i = 1, \dots, g; s = 1, 2$ $(u) = (3), (4), (5) \text{ e } (k j)$ para $k = 1, 2$ e $j = 1, \dots, h$	Demanda pelo bem r1 utilizado como margem para facilitar o fluxo de is para (u)
$x_{(i1)}^{(0j)}$	$i = 1, \dots, g; j = 1, \dots, h$	Produção do bem doméstico i pela indústria j
$t_{(i2)}^{(0)}$	$i = 1, \dots, g$	Poder da tarifa sobre as importações de i (poder da tarifa é definido como 1 mais a alíquota tarifária)
$t(\tau, i, s, (u))$	$i = 1, \dots, g; \tau = 1, 2, 3; s = 1, 2$ $(u) = (3), (4), (5) \text{ e } (k j)$ para $k = 1, 2$ e $j = 1, \dots, h$	Poder do imposto τ nas vendas do bem is para o usuário (u) (poder do imposto é definido como 1 mais a alíquota)
$f_{(k)}^{(j)}$	$j = 1, \dots, h$	Termo de deslocamento para o crescimento do estoque de capital na indústria j
$f_{(k)}$		Termo de deslocamento para o estoque de capital total
$x_{(g+1,2)}^{(1j)} (1)$	$j = 1, \dots, h$	Estoque de capital na indústria j ao final do ano, i.e., estoque de capital disponível para uso no período seguinte
$P_{(k)}^{(1j)}$	$j = 1, \dots, h$	Custo de construção de uma unidade de capital para a indústria j
$f_{(g+1,1)}^{(1j)}$	$j = 1, \dots, h$	Termo de deslocamento do salário real para a indústria j
$f_{(g+1,1)}$		Termo de deslocamento do salário real da economia
ipc		Índice de preços ao consumidor
$f_{(i\tau)}$	$i = 1, \dots, g; \tau = 1, 2, 3$	Termo de deslocamento para variação percentual uniforme do poder do imposto τ sobre o bem i
$f_{(\tau)}^{(u)}$	$(u) = (3), (4), (5) \text{ e } (k j)$ para $k = 1, 2$ e $j = 1, \dots, h;$ $\tau = 1, 2, 3$	Termo de deslocamento para variação percentual uniforme do poder do imposto τ sobre o usuário (u)

continua

VARIÁVEIS - continuação

Variável	Índices	Descrição
i_R		Investimento real agregado
c_R		Consumo real agregado
f_{ic}		Relação entre investimento real e consumo real
$f_{(is)}^{(5)}$	$i = 1, \dots, g; s = 1, 2$	Termo de deslocamento para gastos com "outras demandas"
$f^{(5)}$		Termo genérico de deslocamento para gastos com "outras demandas"
$a^{(u)}$	$(u) = (k j)$ para $k = 1, 2$ e $j = 1, \dots, h$	Termo de deslocamento da demanda do usuário (u)
ω		Taxa de retorno do capital esperada
$r_{(j)}$	$j = 1, \dots, h$	Taxa setorial de retorno do capital
$z_{(k)}^{(2,j)}$	$j = 1, \dots, h$	Investimento setorial
$f_{(2,j)}$	$j = 1, \dots, h$	Termo de deslocamento do investimento setorial
$trend_{(j)}$	$j = 1, \dots, h$	Taxa setorial de retorno do capital no longo prazo
Outras		Relativas a definições do modelo

 PARÂMETROS, COEFICIENTES E CONJUNTOS

Símbolo	Descrição
$\sigma_{(i)}^{(u)}$	Parâmetro: elasticidade de substituição para o usuário (u) entre as origens alternativas do bem ou fator i
$\sigma^{(0j)}$	Parâmetro: elasticidade de transformação na indústria j na produção de diferentes bens
$V(i, l, (u))$	Fluxo de insumo-produto: valor de compra do bem ou fator i de origem l usada pelo usuário (u)
$V(i, \bullet, (u))$	Fluxo de insumo-produto: $V(i, s, (u))$ somado para s
$V(\bullet, \bullet, (u))$	Fluxo de insumo-produto: $V(i, s, (u))$ somado para s e i
$\gamma_{(i)}$	Parâmetro: parâmetro de subsistência no sistema linear de gastos
$\beta_{(i)}$	Parâmetro: participação marginal orçamentária no sistema linear de gastos do bem i
$\eta_{(is)}$	Parâmetro: elasticidade da demanda por exportações do bem i
$Y(l, j)$	Fluxo de insumo-produto: valor básico da produção do bem l pelo setor j
$Y(\bullet, j)$	Fluxo de insumo-produto: soma de $Y(l, j)$ sobre j; i.e., valor básico da produção do setor j
$B(l, s, (u))$	Fluxo de insumo-produto: valor básico de ls pelo usuário (u)
$M(l, i, s, (u))$	Fluxo de insumo-produto: valor básico do bem doméstico l usado como margem para facilitar o fluxo de is para (u)
$T(\tau, i, s, (u))$	Fluxo de insumo-produto: conjunto de impostos τ sobre as vendas de is para (u)
$\delta_{(j)}$	Parâmetro: taxa de depreciação na indústria j
$\alpha_{(j)}$	Parâmetro: sensibilidade do crescimento do estoque de capital a taxas de retorno na indústria j
$\bar{V}(i, s, (3))$	Parâmetro: valores iniciais de $V(i, s, (3))$
$\bar{V}(\bullet, \bullet, (3))$	Parâmetro: valores iniciais de $V(\bullet, \bullet, (3))$
G	Conjunto: $\{1, 2, \dots, g\}$, g é o número de bens compostos
G*	Conjunto: $\{1, 2, \dots, g+1\}$, g+1 é o número de bens compostos e fatores primários
H	Conjunto: $\{1, 2, \dots, h\}$, h é o número de indústrias
U	Conjunto: $\{(3), (4), (5), (k, j)\}$ para $k = 1, 2$ e $j = 1, \dots, h$
U*	Conjunto: $\{(3), (k, j)\}$ para $k = 1, 2$ e $j = 1, \dots, h$
T	Conjunto: $\{1, 2, 3\}$, tipos de impostos

4. FECHAMENTOS DO MODELO EFES

O modelo possui um número de variáveis maior que o número de equações. A escolha das variáveis exógenas para se fechar o modelo dependerá da especificação teórica e dos objetivos de simulação. Para se atacar este problema de forma sistemática, a Tabela 4.1 é de grande utilidade, uma vez que identifica os 158 blocos de variáveis e 119 blocos de equações do modelo de acordo com suas dimensões básicas. Estas dimensões representam os produtos (COM), os setores (IND), as origens dos produtos (SRC), os impostos (TAX), e a utilização ou não do produto como margem (MAR, NONMAR).⁶ Assim, pode-se determinar o número exato de variáveis exógenas. O modelo EFES possui 115.938 equações e 165.577 variáveis. Assim, para se fechar o modelo, 49.639 variáveis devem ser determinadas exogenamente. Foram utilizados três fechamentos alternativos para o modelo, visando estratégias de simulação predeterminadas.

TABELA 4.1 - IDENTIFICAÇÃO DOS BLOCOS DE VARIÁVEIS E EQUAÇÕES DO MODELO EFES

	Componentes	Variáveis	Equações	Exógenas
(COM)	80	15	9	5
(MAR)	2	0	1	0
(NONMAR)	78	0	1	0
(COM,IND)	3360	7	5	2
(COM,IND,SRC)	6720	6	4	2
(COM,IND,SRC,MAR)	13440	4	2	2
(COM,IND,SRC,TAX)	20160	2	2	0
(COM,SRC)	160	11	7	4
(COM,SRC,MAR)	320	6	3	3
(COM,SRC,TAX)	480	3	3	0
(COM,TAX)	240	1	0	1
(IND)	42	24	16	8
(TAX)	3	5	0	5
Macro	1	74	66	8

6 MAR e NONMAR são subconjuntos de COM.

Fechamento Básico

A primeira coluna da Tabela 4.2 apresenta as variáveis exógenas do fechamento básico do modelo. Representa um fechamento padrão utilizado para exercícios de estática comparativa em simulações de curto prazo (estoque de capital constante). Este fechamento também é utilizado para simular efeitos de política econômica sobre trajetórias projetadas da economia.

Ao se derivar este fechamento do modelo, pode-se perceber que há muitas variáveis globais definidas exogenamente. Por exemplo, pelo lado da oferta, o nível de capital utilizado na economia é considerado fixo ao se fixar o nível de capital em cada setor. Pelo lado da demanda, fixam-se o consumo real das famílias e o consumo real do governo e o investimento agregado real, impondo-se o ambiente macroeconômico da economia. As restrições colocadas sobre a economia pela escolha do ambiente macro aqui utilizada serão importantes na determinação de mudanças nos preços relativos e, conseqüentemente, das respostas dos agentes aos efeitos de mudanças exógenas. Ao se interpretarem os resultados, é conveniente se ter em mente a natureza do ambiente macroeconômico. A Figura 4.1 mostra uma representação esquemática do ambiente macroeconômico de curto prazo utilizado para exercícios de estática comparativa.

Na Figura 4.1, as variáveis exógenas são representadas dentro de linhas cheias e as variáveis endógenas dentro de linhas pontilhadas. As setas indicam a direção de causalidade entre as variáveis. Assim, pelo lado da oferta, consideram-se exógenas as seguintes variáveis: estoque de capital, tecnologia e salário real. Dado o salário real, o modelo pode determinar o emprego agregado. Determinados o nível de emprego, a tecnologia e o estoque de capital, pode-se obter o produto total (PIB).

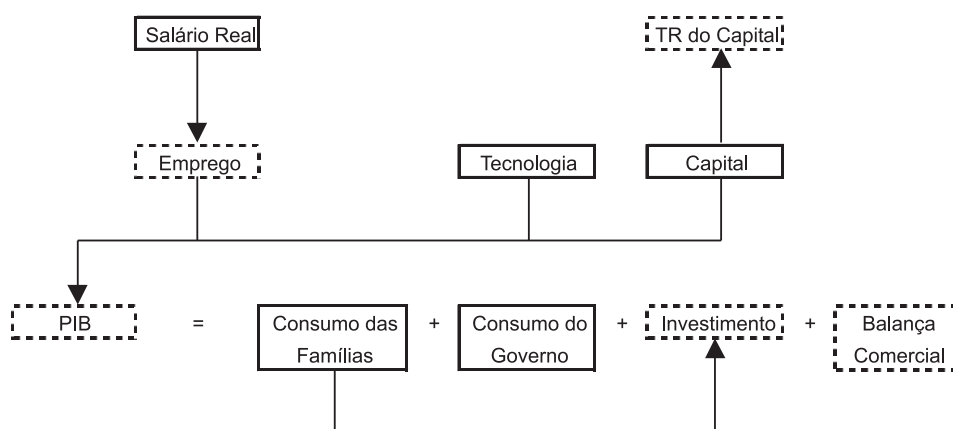
Pelo lado da demanda, o consumo das famílias e consumo do governo são exógenos. No fechamento de curto prazo supõe-se que a relação entre consumo real das famílias e investimento real seja fixa. Desta forma, dado o consumo real das famílias, o modelo pode determinar os gastos

TABELA 4.2 - TRÊS FECHAMENTOS PARA O MODELO EFES:
VARIÁVEIS EXÓGENAS

Fechamento Básico (desvio)	Fechamento Histórico	Fechamento de Projeção
q	q	q
$a_{(is)}^{(u)}$	$a_{(is)}^{(u)}$	$a_{(is)}^{(u)}$
$a_{(i)}^{(u)}$	$a_{(i)}^{(u)}$	$a_{(i)}^{(u)}$
$a_{(r1)}^{(is)(u)}$	$a_{(r1)}^{(is)(u)}$	$a_{(r1)}^{(is)(u)}$
$a^{(2j)}$	$a^{(2j)}$	$a^{(2j)}$
$f_{(i\tau)}$	$f_{(i\tau)}$	$f_{(i\tau)}$
$f_{(\tau)}^{(u)}$	$f_{(\tau)}^{(u)}$	$f_{(\tau)}^{(u)}$
$f_{(g+1,1)}^{(1j)}$	$f_{(g+1,1)}^{(1j)}$	$f_{(g+1,1)}^{(1j)}$
$f_{(is)}^{4p}$	$f_{(is)}^{4p}$	$f_{(is)}^{4p}$
$f_{(is)}^{(5)}$	$f_{(is)}^{(5)}$	$f_{(is)}^{(5)}$
$x_{(\bullet\bullet)}^{(5)}$	$x_{(\bullet\bullet)}^{(5)}$	$x_{(\bullet\bullet)}^{(5)}$
$t_{(i2)}^{(0)}$	$t_{(i2)}^{(0)}$	$t_{(i2)}^{(0)}$
$P_{(i2)}^{(w)}$	$P_{(i2)}^{(w)}$	$P_{(i2)}^{(w)}$
c_R	c_R	c_R
$a_{(g+1,1)}^{(1j)}$	$x_{(g+1,1)}^{(1j)}$	$a_{(g+1,1)}^{(1j)}$
$a_{(g+1,2)}^{(1j)}$	$P_{(g+1,2)}^{(1j)}$	$a_{(g+1,2)}^{(1j)}$
$a^{(1j)}$	$z^{(1j)}$	$a^{(1j)}$
$a_{(i1)}$	$P_{(i1)}^{(0)}$	$a_{(i1)}$
$a_{(i2)}$	$x_{(i2)}^{(\bullet)}$	$a_{(i2)}$
e	e	ipc
$x_{(g+1,2)}^{(1j)}$	$x_{(g+1,2)}^{(1j)}$	$f_{(k)}^{(j)}$
fic	fic	i_R
f_k	f_k	ω
$f_{(2j)}$	$f_{(2j)}$	$trend_{(j)}$
$atwist$	$atwist$	$x_{(2)}^{(\bullet)}$
$f_{(is)}^{4q}$	$x_{(\)}^{(4)}$	x_{is}

com investimento. Com o PIB determinado pelo lado da oferta e a absorção interna (consumo mais investimento) também determinada, a balança comercial acomoda-se endogenamente para que a identidade do PIB seja satisfeita. Se o choque resultar em um aumento (queda) do PIB em relação à absorção interna, a balança comercial muda em direção a um superávit (déficit).

FIGURA 4.1 - FECHAMENTO BÁSICO: AMBIENTE MACROECONÔMICO



Fechamento Histórico

As simulações históricas são utilizadas para a atualização do banco de dados do modelo e a determinação de tendências de mudanças tecnológicas e de preferências. O modelo foi calibrado, inicialmente, para 1996, ano mais recente para o qual estão disponíveis as informações completas do Sistema de Contas Nacionais do IBGE. Entretanto, informações parciais vêm sendo liberadas para anos mais recentes (1997-1998), o que torna possível atualizar os dados estruturais do modelo a partir destes dados.

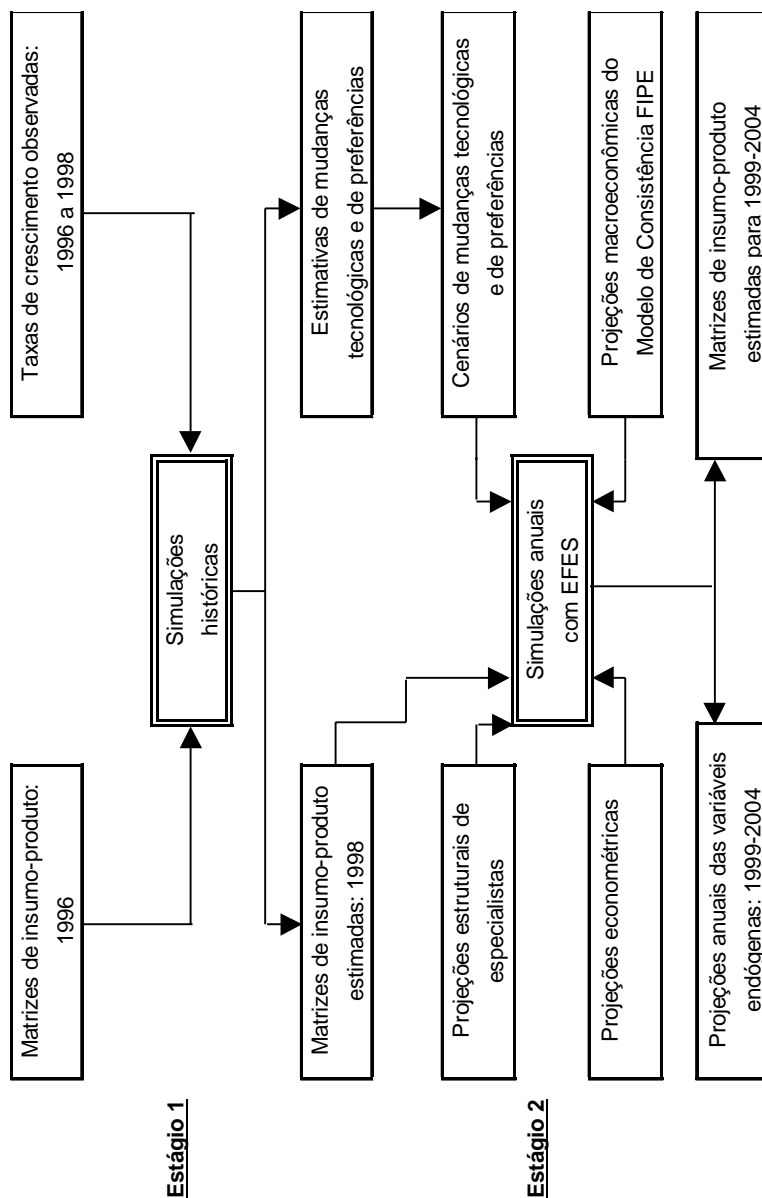
Para o período histórico entre o ano de referência (1996) e os anos mais recentes, podem-se observar movimentos em muitas das variáveis que, normalmente, são determinadas endogenamente em modelos EGC. Para o caso brasileiro, obtiveram-se informações sobre a trajetória de variáveis tais como: nível de atividade e de investimento por setor produtivo, volumes de importação e exportação de bens, emprego de mão-de-obra e capital por indústria, consumo das famílias e consumo do governo, remuneração dos fatores de produção, preços básicos dos bens domésticos, preços dos bens importados e variações em variáveis de política econômica (e.g. alíquotas de impostos, tarifas).

Para acomodar as novas variáveis exógenas, deve-se endogeneizar algumas variáveis exógenas. O resultado final destas simulações permite, como sugerido acima, que o banco de dados seja atualizado para um ano recente que servirá como ano “0” das projeções aqui realizadas.

Fechamento de Projeção

O fechamento utilizado para geração de projeções anuais para a economia brasileira procura maximizar a utilização de informações disponíveis, utilizando projeções das variáveis exógenas baseadas em quatro fontes principais: a) projeções macroeconômicas derivadas de um modelo de consistência; b) cenários de mudanças tecnológicas e de preferências; c) projeções econométricas; e d) projeções estruturais de especialistas. A Figura 4.2 apresenta, esquematicamente, a estratégia de simulação para a obtenção das projeções das variáveis endógenas do modelo.

FIGURA 4.2 - ESTRATÉGIA PARA GERAÇÃO DE PROJEÇÕES COM O MODELO EFES



5. CALIBRAGEM

A calibragem do modelo, ou seja, a determinação de valores para os coeficientes e parâmetros que produzem uma solução inicial do modelo, é apresentada a seguir. Ao se trabalhar com variações percentuais das variáveis, os coeficientes do modelo são, na maioria dos casos, interpretados como participações nos custos e nas vendas, podendo, assim, ser derivados de matrizes de insumo-produto para um determinado ano. Devido à natureza dos dados utilizados, este subconjunto de dados é denominado de “coeficientes estruturais” do modelo. Juntamente com valores para os parâmetros comportamentais e algumas informações suplementares, a solução inicial, V^* , pode ser deduzida.

Coefficientes Estruturais - Matriz de Absorção

A Figura 5.1 mostra a estrutura da base de dados dos fluxos da matriz de absorção utilizada no modelo. Os dados são provenientes predominantemente das Matrizes de Insumo-Produto de 1996. (IBGE, 1999) Algumas adaptações foram feitas para a construção do componente **Outras Demandas**, o tratamento da *Dummy Financeira*, a desagregação do **Valor Adicionado** (VILAB, VICAP, VIOCT), e os dados sobre **Investidores**.

O componente **Outras Demandas** é a soma do **Consumo da Administração Pública** e **Varição de Estoque**, que estão especificados nas matrizes de insumo-produto do IBGE, em várias tabelas.

A *Dummy Financeira* é uma atividade fictícia que aparece em todas as matrizes de consumo intermediário nacional e sua inclusão é justificada metodologicamente (ver RAMOS, 1997) como forma de captar o custo dos serviços financeiros intermediários de cada atividade, a fim de não superestimar o valor adicionado por atividade e, conseqüentemente, o

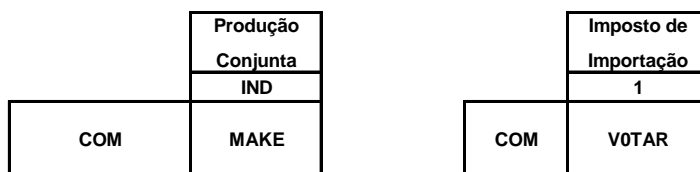
valor adicionado total e o PIB. Assim, seu valor de produção é nulo, consumindo apenas o valor total dos serviços de intermediação financeira indiretamente medidos, tornando seu valor adicionado negativo.

A base de dados foi construída com a inclusão da *Dummy Financeira* em **Outras Demandas** e a utilização de **Outros Custos** como variável de ajuste do **Valor Adicionado**. O principal efeito desta alteração é inflar o item **Serviços Financeiros**. Por outro lado, evita-se a presença de atividades com Remuneração do Capital (VICAP) negativa, mantendo-se as relações capital/trabalho prevaletentes na economia.

Os componentes do valor adicionado, trabalho (VILAB) e capital (VICAP) foram obtidos agregando itens da matriz do **Valor Adicionado** por atividade. VILAB é a soma dos itens **Rendimento de Autônomos e Remunerações**. VICAP refere-se ao **Excedente Operacional Bruto** (EOB). Os demais componentes do valor adicionado, **Outros Tributos e Subsídios** foram incluídos no item **Outros Custos** (VIOCT), que foi também utilizado para ajustar a base de dados. Dessa forma a soma de VILAB, VICAP e VIOCT gera o valor adicionado por atividade, e a soma total gera o valor adicionado total (PIB a custo de fatores), consistente com os dados do IBGE.

FIGURA 5.1 - ESTRUTURA DA BASE DE DADOS

		Matriz de Absorção				
		1	2	3	4	5
		Produtores	Investidores	Famílias	Exportações	Outras Demandas
Dimensão		IND	IND	1	1	1
Fluxos Básicos	COMxSRC	V1BAS	V2BAS	V3BAS	V4BAS	V5BAS
Margens	COMxSRCxMAR	V1MAR	V2MAR	V3MAR	V4MAR	V5MAR
Impostos	COMxSRCxTAX	V1TAX	V2TAX	V3TAX	V4TAX	V5TAX
Trabalho	1	V1LAB	COM = 80: Número de bens IND = 42: Número de setores SRC = 2: Origem (doméstico, Importado) MAR = 2: Margens (comércio, transporte) TAX = 3: Impostos (ICMS, IPI/ISS, OUTROS)			
Capital	1	V1CAP				
Outros Custos	1	V1OCT				



A parte mais problemática dessa base de dados é a que diz respeito a **Investidores**. As matrizes de insumo-produto do IBGE apenas especificam a formação bruta de capital fixo por bem e origem, para os fluxos básicos (V2BAS), margens (V2MAR) e impostos (V2TAX). Mas o modelo requer a especificação destes fluxos por indústria, a fim de se calibrar as equações de investimento. Assim, foi necessário recorrer a outras fontes de dados para se obter essa abertura.⁷

A relação capital/produto por setor está disponível em trabalhos do IPEA e BNDES para o início dos anos 90.⁸ Utilizando o nível de produção

7 A metodologia empregada segue HADDAD (1999).

8 Ver HADDAD (1999).

setorial em 1995 e 1996, e adotando uma taxa de depreciação implícita, chega-se ao nível de investimento agregado por setor a partir da calibragem da equação A15.

A obtenção da composição do investimento setorial por bem e por fluxo parte da hipótese de unidade padrão de capital. Pressupõe-se que a composição do investimento setorial seja a mesma em todos os setores e siga a participação do bem no total da formação bruta de capital fixo por categoria, obtida nas matrizes de insumo-produto.

Parâmetros Comportamentais

Os parâmetros comportamentais do modelo foram calibrados para 1995-1996. Em relação às elasticidades de substituição utilizadas nas funções CES, $\sigma_{(i)}^{(u)}$, utilizou-se a especificação básica pressupondo-se a ausência de mudanças estruturais (tecnológicas e de preferência) no período analisado (ver equações A1 e A2). Procedimento similar foi utilizado para a obtenção das elasticidades de transformação, $\sigma^{(0j)}$ (ver equação A9). As elasticidades de demanda por exportação, $\eta_{(is)}$, também foram calibradas para 1995-1996, pressupondo-se que não houve deslocamentos nas curvas de demanda por produtos brasileiros nos mercados internacionais.

Finalmente, seguiu-se o procedimento padrão descrito em Dixon *et al.* (1982) para a obtenção dos parâmetros do sistema linear de gastos. Inicialmente, as elasticidades-renda das famílias foram obtidas a partir de estimativas das elasticidades não ponderadas de Engel e da participação de cada bem no consumo das famílias. A seguir, utilizou-se a fórmula de Frisch (FRISCH, 1959) para a estimação das elasticidades-preço da demanda. Estas elasticidades, juntamente com as elasticidades-renda das famílias, são interpretadas como coeficientes do ano-base e são reavaliadas a cada simulação. Os parâmetros do modelo referentes ao consumo das famílias são representados pelos $\beta(i)s$, ou seja, pela participação marginal orçamentária no sistema linear de gastos de cada bem i .

6. RESULTADOS PRELIMINARES⁹

O modelo EFES foi utilizado para a geração de projeções econômicas para a economia brasileira para o período 1999-2004. A partir de um cenário básico, que prevê a continuidade da atual política macroeconômica e de seus condicionantes, elaborou-se uma descrição quantitativa das principais variáveis macroeconômicas consistentes com o cenário de conjuntura vigente (ver Tabela 6.1). As principais hipóteses apontam para um crescimento sustentado do PIB a partir de 2000, a uma taxa média acima de 3,5%, com um crescimento mais acentuado do comércio internacional brasileiro e a expansão do investimento real.

**TABELA 6.1 - PROJEÇÕES DO CENÁRIO MACROECONÔMICO:
TAXA DE CRESCIMENTO ANUAL, 1999-2004**

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Projeção média 1999-2004
Consumo real das famílias	0.50	2.40	3.31	3.60	3.58	3.79	2.86
Investimento real	-4.90	7.50	3.50	3.50	7.29	4.00	3.40
Consumo real do governo	-6.20	0.40	3.50	3.50	3.50	4.00	1.38
Volumes de exportação	5.49	5.63	8.57	6.08	5.90	5.79	6.24
Volumes de importação	-15.00	0.80	6.15	6.51	5.83	5.63	1.34
PIB real	0.01	3.44	3.50	3.45	4.35	3.86	3.09
Emprego agregado	-1.16	3.15	2.83	2.26	4.12	2.46	2.26
Salário real	-3.14	-0.31	-0.89	1.61	-0.92	0.78	-0.49
Taxa de câmbio nominal	42.34	10.66	-1.25	-1.33	1.13	-1.12	7.40
Desvalorização real	39.36	3.34	-4.47	-3.69	-1.09	-1.66	4.32
Termos de troca	-25.73	-4.19	9.62	4.32	2.63	3.25	-2.44
Índice de preços de investimento	2.13	13.57	4.31	4.41	8.45	0.99	5.56
Índice de preços ao consumidor	9.00	8.00	5.00	4.00	3.50	3.00	5.39
Índice de preços das exportações	18.59	8.65	10.34	4.96	5.78	4.11	8.63
Índice de preços das importações	44.32	12.84	0.72	0.64	3.15	0.86	9.43
Deflator do PIB	4.96	9.50	5.19	4.33	4.24	2.52	5.10

Outras hipóteses utilizadas são:

- a) No cenário internacional, utilizaram-se projeções de preços, volume de comércio e crescimento dos principais parceiros comerciais

⁹ O modelo foi implementado através do *software* GEMPACK (HARRISON & PEARSON, 1994, 1996)

do Brasil baseadas em estimativas do FMI (*World Economic Outlook Spring 2000*). Em resumo, o cenário externo aponta para um crescimento médio dos preços internacionais em torno de 2,0% a.a. e crescimento médio da economia mundial de 4,0% a.a. liderado pelos países em desenvolvimento.

- b) As exportações dos principais produtos da pauta brasileira foram estimadas econometricamente, levando-se em consideração o cenário internacional e o comportamento histórico das séries. Pode-se estabelecer a seguinte categorização do desempenho médio projetado: *i*) taxas de crescimento acima de 8,0% a.a. (soja em grão, automóveis, caminhões e ônibus, madeira e mobiliário, outros veículos e peças, açúcar); *ii*) taxas de crescimento entre 5,0% a.a. e 8,0% a.a. (papel, celulose, papelão e artefatos, carne de aves abatidas, fabricação e manutenção de máquinas e equipamentos, exportações “não-tradicionais”); *iii*) taxas de crescimento entre 2% a.a. e 5,0% a.a. (óleos vegetais em bruto, outros produtos vegetais beneficiados, produtos siderúrgicos básicos, produtos de couro e calçados, minério de ferro, laminados de aço, carne bovina, serviços prestados às empresas, alojamento e alimentação; *iv*) taxas de crescimento inferiores a 2,0% a.a. (produtos metalúrgicos não-ferrosos, equipamentos eletrônicos, material elétrico, produtos do café).
- c) Foram utilizadas projeções demográficas do IBGE que apontam para o crescimento populacional de 1,3% a.a. (média do período).
- d) Com exceção da hipótese de crescimento médio anual da produtividade da mão-de-obra variando entre 1,5% a.a. e 2,0% a.a., não foram feitas outras hipóteses sobre o comportamento de mudanças tecnológicas e de preferências. Como o período utilizado nas simulações históricas é relativamente curto (2 anos), optou-se por não extrapolar cenários para estas variáveis.

Resultados Setoriais

A Tabela 6.2 apresenta as informações para o nível de atividade dos setores no período 1992-1998 e projeções para 1999-2004. Os setores que apresentam maior crescimento no período projetado produzem bens cuja expansão nas exportações é mais elevado: indústria do açúcar, indústria da borracha, indústria de papel e gráfica, fabricação de calçados e de

artigos de couro e peles, fabricação de outros veículos, peças e acessórios, serrarias e fabricação de artigos de madeira e mobiliário, e fabricação de outros produtos metalúrgicos. Setores produtores de bens de capital, ou indiretamente ligados a esses bens (fabricação e manutenção de máquinas e tratores, fabricação de aparelhos e equipamentos de material eletrônico, siderurgia, e construção civil), também têm crescimento destacado, dada a elevação do nível de investimentos no período. Alguns setores tradicionais crescem menos no período projetado em relação ao observado entre 1992 e 1998, devido ao moderado desempenho projetado das exportações de seus produtos, por não estarem ligados ao ciclo de investimentos ou por características intrínsecas ligadas ao comportamento do consumidor (e.g. baixa elasticidade-renda). É o caso da indústria do café, fabricação e refino de óleos vegetais e de gorduras para alimentação, outras indústrias alimentares e de bebidas, e beneficiamento de produtos de origem vegetal inclusive fumo.

Cabe salientar que o setor de comunicações apresenta um crescimento projetado bastante inferior ao período 1992-1998, em que foi o setor de crescimento mais acelerado. O fim das privatizações e dos novos investimentos nesse setor justifica as taxas de crescimento mais próximas da média da economia para o período projetado, resultado das hipóteses sobre produtividade. O mesmo ocorre com o setor de serviços industriais de utilidade pública, com a diminuição do ritmo de privatizações de empresas de geração e distribuição de energia elétrica. Entretanto, para estes setores, estudos de perspectivas de mudanças tecnológicas merecem ser considerados com mais detalhe.

Substituição de Importações

Dadas as projeções do modelo, pode-se observar um movimento de substituição das importações para alguns dos principais produtos da pauta de importações. A Tabela 6.3 mostra o crescimento projetado da oferta externa (importações) e interna (produção doméstica) dos principais produtos da pauta de importações, correspondendo a quase 80% do volume de importações em 1998. Dos 21 produtos analisados, para 15 a oferta

interna cresce mais do que a externa, e para 4 deles a oferta externa decresce no período projetado (1999-2004). É o que ocorre com alojamento e alimentação, serviços prestados às empresas, produtos farmacêuticos e de perfumaria e outros produtos metalúrgicos.

O setor alojamento e alimentação, que representa os gastos com turismo, apresenta queda na oferta externa e aumento na oferta interna, apontando para a substituição do turismo externo pelo doméstico, movimento que está diretamente ligado à desvalorização cambial no início do período.

Para bens de capital, essa substituição de importações é mais fraca. No caso dos dois principais produtos da pauta (equipamentos eletrônicos e fabricação e manutenção de máquinas e equipamentos), a oferta interna cresce mais aceleradamente, e o fato da substituição ser menos acentuada está ligada a especificidades desse tipo de bem. Este comportamento é observado historicamente na economia brasileira, pois em períodos de expansão do investimento, como o projetado, tanto a produção interna como as importações de bens de capital tendem a crescer a taxas semelhantes.

Produtos químicos (elementos químicos não-petroquímicos, outros produtos do refino e produtos petroquímicos básicos) são os únicos que projetam crescimento maior da oferta externa que interna no período 1999-2004. A baixa competitividade externa do setor no País faz com que os efeitos da desvalorização cambial sejam menos efetivos.

Finalmente, cabe mencionar que, ao se excluir o ano de 1999 de nossas projeções, ano em que ocorreu a máxidesvalorização do real, não se pode perceber de forma clara um movimento generalizado de substituição de importações. Por se tratar de um processo estrutural, é importante observar trajetórias em ambientes mais estáveis (se este for o caso), examinando casos específicos.

**TABELA 6.2 - PROJEÇÃO DO NÍVEL DE ATIVIDADE SETORIAL:
TAXA DE CRESCIMENTO (MÉDIA ANUAL), 1999-2004**

Descrição da atividade	Histórico 1992-1998	Projeção 1999-2004	Ranking 1999-2004
1 Agropecuária	2.44	3.23	33
2 Extrativa mineral (exceto combustíveis)	0.94	3.28	30
3 Extração de petróleo e gás natural, carvão e outros combustíveis	6.07	3.71	16
4 Fabricação de minerais não-metálicos	2.23	4.12	9
5 Siderurgia	1.93	4.11	10
6 Metalurgia dos não-ferrosos	3.51	3.98	12
7 Fabricação de outros produtos metalúrgicos	2.57	4.76	4
8 Fabricação e manutenção de máquinas e tratores	3.35	4.33	8
9 Fabricação de aparelhos e equipamentos de material elétrico	4.45	3.06	34
10 Fabricação de aparelhos e equipamentos de material eletrônico	1.09	4.44	7
11 Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus	3.37	3.78	15
12 Fabricação de outros veículos, peças e acessórios	3.60	5.22	3
13 Serrarias e fabricação de artigos de madeira e mobiliário	1.57	4.66	5
14 Indústria de papel e gráfica	2.35	4.04	11
15 Indústria da borracha	0.54	5.95	1
16 Fabricação de elementos químicos não-petroquímicos	0.20	2.68	36
17 Refino de petróleo e indústria petroquímica	2.76	3.68	18
18 Fabricação de produtos químicos diversos	1.95	3.88	14
19 Fabricação de produtos farmacêuticos e de perfumaria	2.78	3.56	21
20 Indústria de transformação de material plástico	1.75	3.55	22
21 Indústria têxtil	-3.79	3.62	20
22 Fabricação de artigos do vestuário e acessórios	-0.97	3.32	26
23 Fabricação de calçados e de artigos de couro e peles	-1.26	4.61	6
24 Indústria do café	4.71	2.63	37
25 Beneficiamento de produtos de origem vegetal, inclusive fumo	4.00	2.22	39
26 Abate e preparação de carnes	2.30	3.91	13
27 Resfriamento e preparação do leite e laticínios	2.83	3.28	29
28 Indústria do açúcar	1.13	5.63	2
29 Fabricação e refino de óleos vegetais e de gorduras para aliment.	3.01	2.33	38
30 Outras indústrias alimentares e de bebidas	3.97	2.21	40
31 Indústrias diversas	1.85	3.38	25
32 Serviços industriais de utilidade pública	4.56	2.94	35
33 Construção civil	2.76	3.39	24
34 Comércio	2.99	3.24	32
35 Transporte	3.78	3.26	31
36 Comunicações	10.02	3.40	23
37 Instituições financeiras	-1.83	1.46	42
38 Serviços prestados às famílias	2.25	3.69	17
39 Serviços prestados às empresas	5.34	3.30	28
40 Aluguel de imóveis	2.46	3.32	27
41 Administração pública	1.59	1.70	41
42 Serviços privados não-mercantis	1.94	3.64	19

TABELA 6.3 - PROJEÇÃO DA TAXA DE CRESCIMENTO MÉDIA DA OFERTA EXTERNA/INTERNA DOS PRINCIPAIS BENS DA PAUTA DE IMPORTAÇÃO: 1999-2004

Descrição do produto (nível 80)	Part. (%)	Oferta ext. 1999-2004	Oferta int. 1999-2004	Oferta ext. 2000-2004	Oferta int. 2000-2004
24 Equipamentos eletrônicos	10.50	0.85	4.41	4.92	2.82
21 Fab. e manutenção de máq. e equip.	10.38	2.85	4.28	4.97	4.89
71 Alojamento e alimentação	7.55	-6.17	3.80	2.10	3.71
26 Outros veículos e peças	6.94	3.11	5.14	6.08	6.10
74 Serviços prestados às empresas	5.94	-4.05	3.07	2.03	3.42
25 Automóveis, caminhões e ônibus	5.02	2.84	3.79	12.28	6.31
23 Material elétrico	4.39	1.63	3.13	4.47	3.48
41 Produtos farmacêuticos e de perfumaria	3.59	-0.29	3.47	3.94	3.50
63 Produtos diversos	3.32	1.41	3.45	4.35	3.63
67 Margem de transporte	2.83	2.17	3.26	3.65	3.73
30 Elementos químicos não-petroquímicos	2.79	6.42	2.97	7.42	2.65
14 Petróleo e gás	2.71	3.47	3.69	3.80	3.79
34 Outros produtos do refino	2.56	3.58	3.52	3.84	3.86
28 Papel, celulose, papelão e artefatos	1.92	2.09	3.76	4.25	3.97
36 Resinas	1.80	3.94	3.94	3.90	3.97
20 Outros produtos metalúrgicos	1.60	-9.30	4.72	6.05	4.62
19 Produtos metalúrgicos não-ferrosos	1.44	2.58	3.99	1.90	4.00
35 Produtos petroquímicos básicos	1.43	3.63	3.80	3.71	3.87
40 Outros produtos químicos	1.39	2.40	3.73	3.81	3.67
64 Serviços industriais de utilidade pública	1.25	2.91	2.99	3.32	3.39

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal objetivo deste artigo foi apresentar a estrutura teórica do modelo EFES e mostrar alguns dos resultados preliminares de projeções setoriais obtidas a partir de simulações para o período 1999-2004. Deve-se ressaltar que as projeções do modelo não representam previsões, *stricto sensu*, para a economia brasileira. Os resultados derivados do modelo refletem trajetórias das variáveis endógenas para cenários exógenos específicos. A grande vantagem deste instrumental refere-se à sua flexibilidade na geração de cenários para a economia brasileira dentro de um arcabouço teórico de equilíbrio geral totalmente baseado em fundamentos econômicos. Apesar de limitações associadas a hipóteses

restritivas sobre o comportamento dos agentes econômicos, a utilização futura do modelo EFES mostra-se bastante promissora, podendo-se antever algumas aplicações genéricas, tais como: a) geração de projeções setoriais baseadas em cenários macroeconômicos alternativos; b) análise dos impactos de políticas econômicas (e.g. política comercial, política tributária, choques de preços relativos etc.) sobre trajetórias de crescimento da economia; c) avaliação, *ex post*, de mudanças tecnológicas e de preferências em períodos históricos.

Finalmente, como já salientado, o desenvolvimento do modelo EFES faz parte de um projeto de pesquisa mais amplo (SIPAPE). Seu futuro desenvolvimento prevê a integração com modelos inter-regionais objetivando a geração de cenários para as macrorregiões e estados brasileiros. Além disso, pretende-se estabelecer atualizações sistemáticas do banco de dados a partir da divulgação dos resultados das Contas Nacionais pelo IBGE.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, P. D.; DIXON, P. B.; PARMENTER, B. R. Forecasts for the Australian economy using the MONASH model. *International Journal of Forecasting*, v. 10, p. 557-571, 1994.
- CAMPOS-FILHO, L. *Unilateral liberalisation and Mercosul: implications for resource allocation*. University of London, Unpublished Ph.D. Dissertation.
- DIXON, P. B.; PARMENTER, B. R.; POWELL, A. A.; WILCOXEN, P. J. *Notes and problems in applied general equilibrium economics*. Advanced Textbooks in Economics 32, Eds. C. J. Bliss and M. D. Intriligator. Amsterdam: North-Holland, 1992.
- DIXON, P. B.; PARMENTER, B. R.; SUTTON, J.; VINCENT, D. P. *ORANI: a multisectoral model of the Australian economy*. Amsterdam: North-Holland, 1982.
- DIXON, P. B.; PARMENTER, B. R. Computable general equilibrium modelling for policy analysis and forecasting. In: AMMAN, H. M.; KENDRICK, D. A.; RUST, J. (eds.), *Handbook of computational economics*, v. 1. Amsterdam: Elsevier, 1996, p. 3-85.

- FIPE - Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas. Projeto de elaboração de cenários macroeconômicos. Elaborado por BLUMENSCHNEIN, F.; HADDAD, E.; ROCHA, F. E.; PONCZEK, V. *Relatório FIPE*, setembro 1999. Mimeografado.
- FRISCH, R. A complete scheme for computing all direct and cross elasticities in a model with many sectors. *Econometrica*, v. 27, p. 177-196, April 1959.
- GUILHOTO, J. J. M. *Um modelo computável de equilíbrio geral para planejamento e análise de políticas agrícolas (PAPA) na economia brasileira*. 1995. Tese (Livre Docência) ESALQ, Piracicaba.
- HADDAD, E. *Regional inequality and structural changes: lessons from the Brazilian economy*. Ashgate: Aldershot, 1999.
- HARRISON, W. J.; PEARSON, K. R. Computing solutions for large general equilibrium models using GEMPACK. Third edition. *Preliminary Working Paper n. IP-64*, IMPACT Project, Monash University, Clayton, 1994.
- _____. An introduction to GEMPACK. *GEMPACK User Documentation GPD-1*, IMPACT Project and KPSOFT, September 1996.
- IMF - International Monetary Fund. *World Economic Outlook Spring 2000*. Disponível em: <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2000/01/index.htm>
- JOHANSEN, L. [1960]. *A multi-sectoral study of economic growth*. North Holland/American Elsevier, Second Enlarge Edition, 1974.
- RAMOS, R. L. O. Matriz de insumo-produto do Brasil. *Série Relatórios Metodológicos*, v. 18, IBGE, Rio de Janeiro, 1997.