Modelo EFES

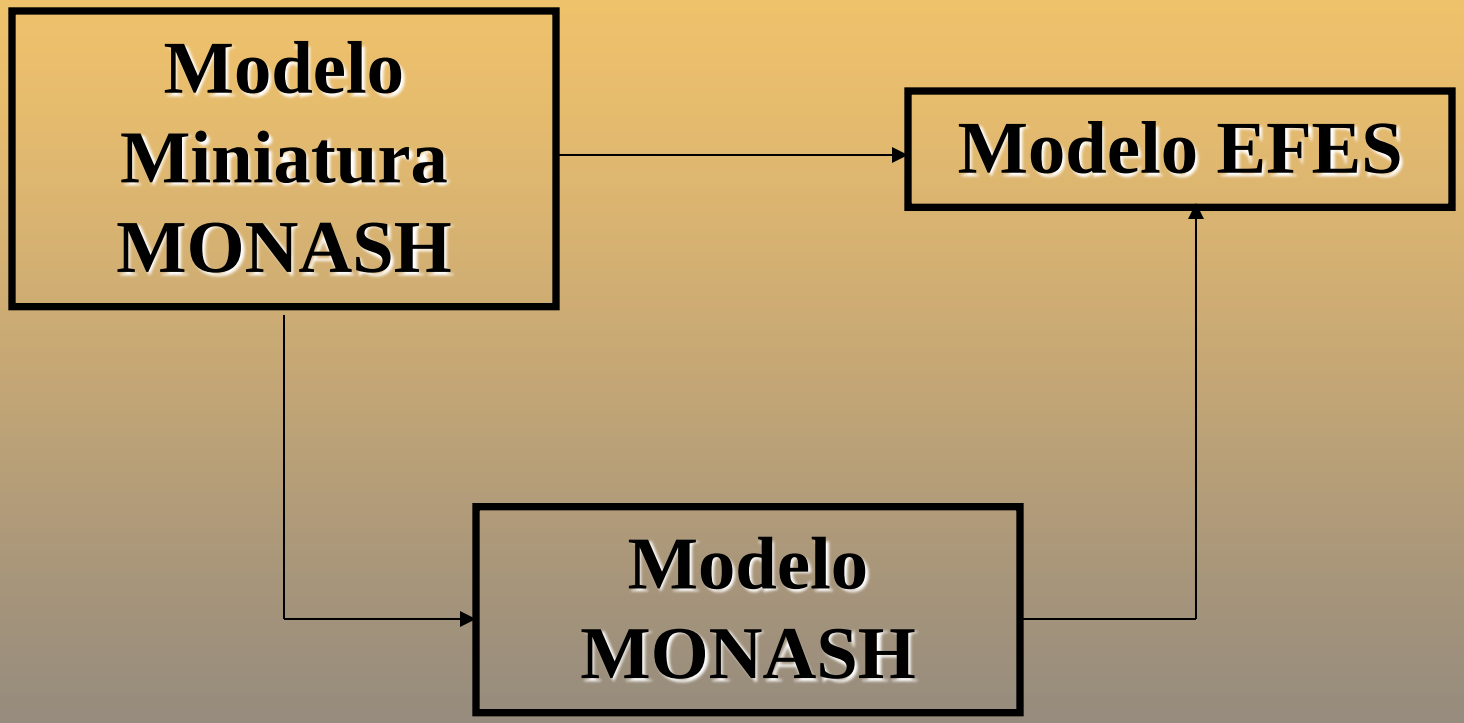
Nereus
Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo
The University of São Paulo Regional and Urban Economics Lab

Modelo EFES

- O modelo EFES foi desenvolvido no âmbito do *Projeto SIPAPE* (**S**istema **I**ntegrado de **P**lanejamento e **A**nálise de **P**olíticas **E**conômicas), 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.

> ***E**conomic **F**orecasting **E**quilibrium **S**ystem. Efes, ou Éfeso, é uma das doze cidades da Jônia, antigo distrito grego na costa ocidental da Ásia Menor, conhecida na Antigüidade 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: 23-41).*

Nereus
Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo
The University of São Paulo Regional and Urban Economics Lab


Modelo
Miniatura
MONASH
Modelo EFES
Modelo
MONASH

Estrutura Teórica

- Projeções deterministas em tempo discreto
- Mecanismo de acumulação de capital proposto por Dixon e Parmenter (1996)
  - Investimentos setoriais são determinados endogenamente

Modelo

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

$$K(t) = (I - D)K(t-1) + I(t), \quad t = 1,...,T \quad (2)$$

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

$\Pi(t)$ é o vetor contendo o custo de produção de uma unidade de capital, no ano *t*, de diferentes setores;

$I(t)$ é o vetor contendo o nível de investimento, por setor, no ano *t*;

$K(t-1)$ é o vetor contendo o estoque de capital dos diversos setores, no fim do ano *t – 1*, disponível para ser utilizado no ano *t*;

D é a matriz diagonal das taxas de depreciação;

$\tilde{V}_1(t)$ 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.

Nereus
Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo
The University of São Paulo Regional and Urban Economics Lab

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),...,I(T)}*, o modelo dado pelas equações (1) e (2) pode ser resolvido através de uma série de cálculos em que se consideram modelos CGE de um período. Primeiramente, calcula-se a trajetória dos estoques de capital a partir da equação (2). Então, dado $\tilde{V}_2(\tau)$, obtêm-se $\tilde{V}_1(\tau)$, $Q(\tau)$ e $\Pi(\tau)$ utilizando-se o modelo especificado em (2).

Nereus
Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo
The University of São Paulo Regional and Urban Economics Lab

Utilizando-se o método de Johansen, obtém-se a aproximação de primeira ordem de (1), dada por:

$$H_1(t)\tilde{v}_1(t+1) + H_2(t)\tilde{v}_2(t+1) + H_q(t)q(t+1) + H_\pi(t)\pi(t+1) + H_i(t)i(t+1) + H_k(t)k(t) = 0$$
$$t = 1,2,...,T-1 \qquad (3)$$

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

$$V(t) = (\tilde{V}_1(t), \tilde{V}_2(t), Q(t), \Pi(t), I(t), K(t-1)) \qquad (4)$$

$$v_1(t+1) = B(t)v_2(t+1), \quad t = 1,...,T-1 \qquad (5)$$

$$v_1'(t+1) = [\tilde{v}_1'(t+1), q'(t+1), \pi'(t+1)], \quad \mathrm{t} = 1,...,\mathrm{T}\text{-}1$$
$$v_2'(t+1) = [\tilde{v}_2'(t+1), i'(t+1), k'(t)], \quad \mathrm{t} = 1,...,\mathrm{T}\text{-}1 \qquad (6)$$

$$B(t) = -[H_1(t), H_q(t), H_\pi(t)]^{-1}[H_2(t), H_i(t), H_k(t)], \quad t = 1,...,T-1 \qquad (7)$$

Nereus
Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo
The University of São Paulo Regional and Urban Economics Lab

Investimento endógeno...

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*:

$$R_j(t+1) = \frac{Q_j(t+1)/(1+r) - \Pi_j(t) + \Pi_j(t+1)(1-D_j)/(1+r)}{\Pi_j(t)}, \quad \forall j, t = 1,...,T-1 \qquad (8)$$

onde *r* é um parâmetro definindo a taxa de juros

Nereus
Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo
The University of São Paulo Regional and Urban Economics Lab

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*, temos:

$$K_j(t)/K_j(t-1) = F_k(t)F_{kj}(t)(1+R_j^e(t,t+1))^{\alpha^j}, \quad \forall j,t = 1,...,T \tag{9}$$

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

Com a hipótese de **expectativas estáticas** em relação às taxas de retorno esperadas:

$$R_j^e(t,t+1) = \frac{Q_j(t)}{\Pi_j(t)}\frac{(1+\text{inf})}{1+r} - 1 + \frac{(1+\text{inf})(1-D_j)}{1+r}, \quad \forall j,t = 1,...,T \tag{10}$$

onde inf é a taxa de inflação

Nereus
Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo
The University of São Paulo Regional and Urban Economics Lab

Se r = inf, então:

$$R_j^e(t,t+1) = (Q_j(t)/\Pi_j(t)) - D_j, \quad \forall j, t = 1,...,T \qquad (11)$$

Acrescentando-se a (3) as versões linearizadas de (9), (11) e (2), obtém-se um sistema de equações (3-12-13) que pode ser resolvido recursivamente utilizando-se o método de solução de Johansen. Este sistema representa a estrutura teórica do modelo EFES!

$$k_j(t+1) - k_j(t) = f_k(t+1) + f_{kj}(t+1)$$
$$+ \alpha_j(Q_j(t)/(Q_j(t) + (1-D_j)\Pi_j(t)))(q_j(t+1) - \pi_j(t+1)) \quad \forall j, t = 1,...,T-1 \qquad (12)$$

$$K_j(t)k_j(t+1) = (1-D_j)K_j(t-1)k_j(t) + I_j(t)i_j(t+1), \quad \forall j, t = 1,...,T-1 \qquad (13)$$

Nereus
Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo
The University of São Paulo Regional and Urban Economics Lab

- No sistema expandido, foram incorporadas *2h* equações e *2h + 1* novas variáveis – $k_j(t+1)$, $f_{kj}(t+1)$, $f_k(t+1)$.
- Assumindo-se que os termos de deslocamento *fs* sejam determinados exogenamente, pode-se endogeneizar a trajetória do investimento setorial.
- O volume de investimento total em $t + 1$ pode ser definido exogenamente, desde que f_k se torne endógeno.

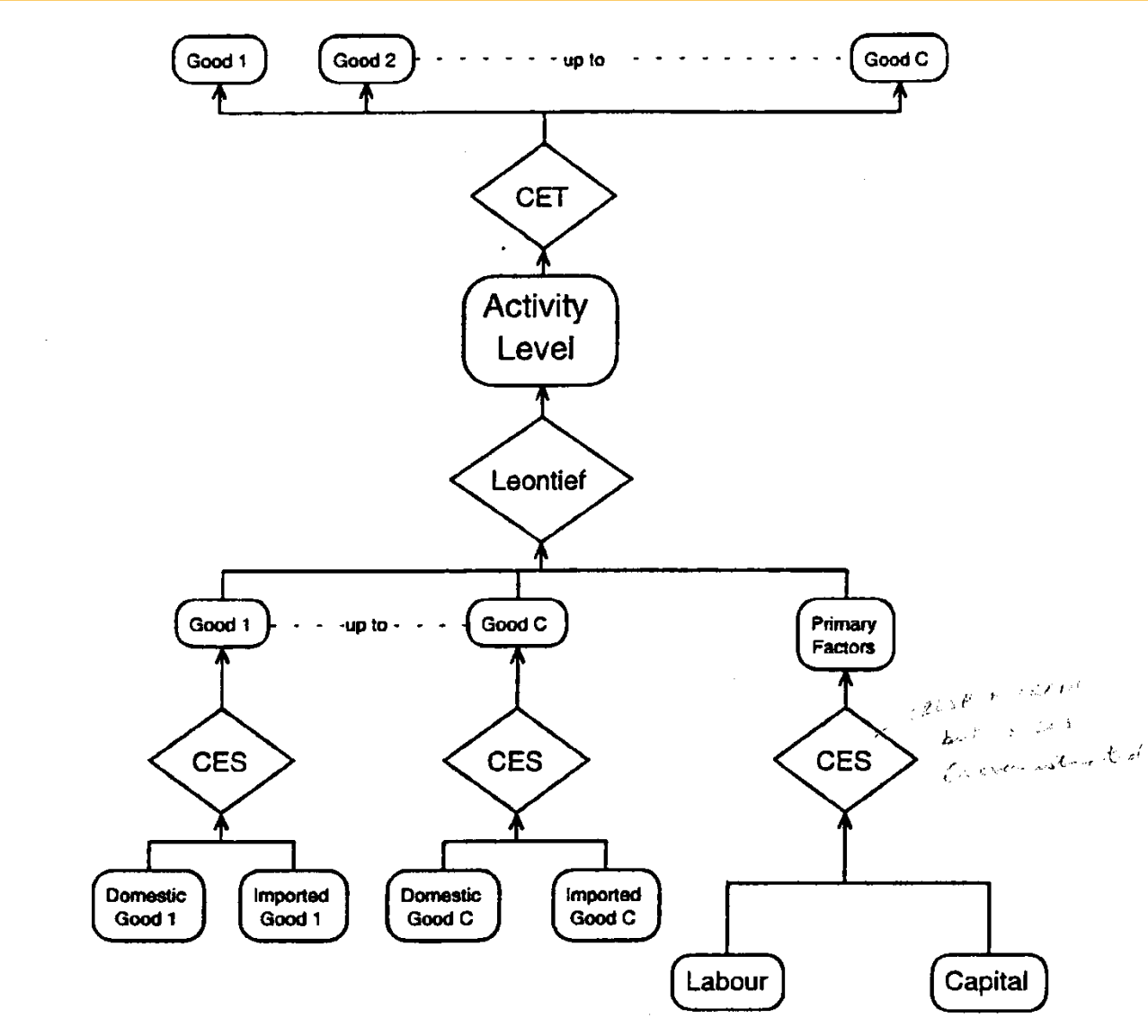
Dados de Insumo-produto

- 42 setores, 80 bens, 3 fatores primários
- 5 usuários: produtores domésticos, investidores, família representativa, setor externo, outras demandas
- 2 procedências: doméstica e importada
- Bens 66-67: bens-margem (“da origem para o usuário”)
- 3 impostos indiretos: ICMS, IPI, outros
- “*Make matrix*”

Especificação

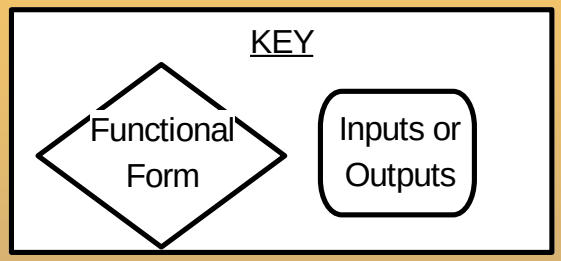
- Descrição das decisões de compras dos usuários; decisões de produção das indústrias; formação de preços; equilíbrio nos mercados e acumulação de capital, determinação dos salários; definição de variáveis macroeconômicas.
- Dixon *et al*. (1992)
  - Exercício 3.9: demanda por insumos
  - Exercício 3.11: *supply response functions*
  - Exercício 3.13: separabilidade

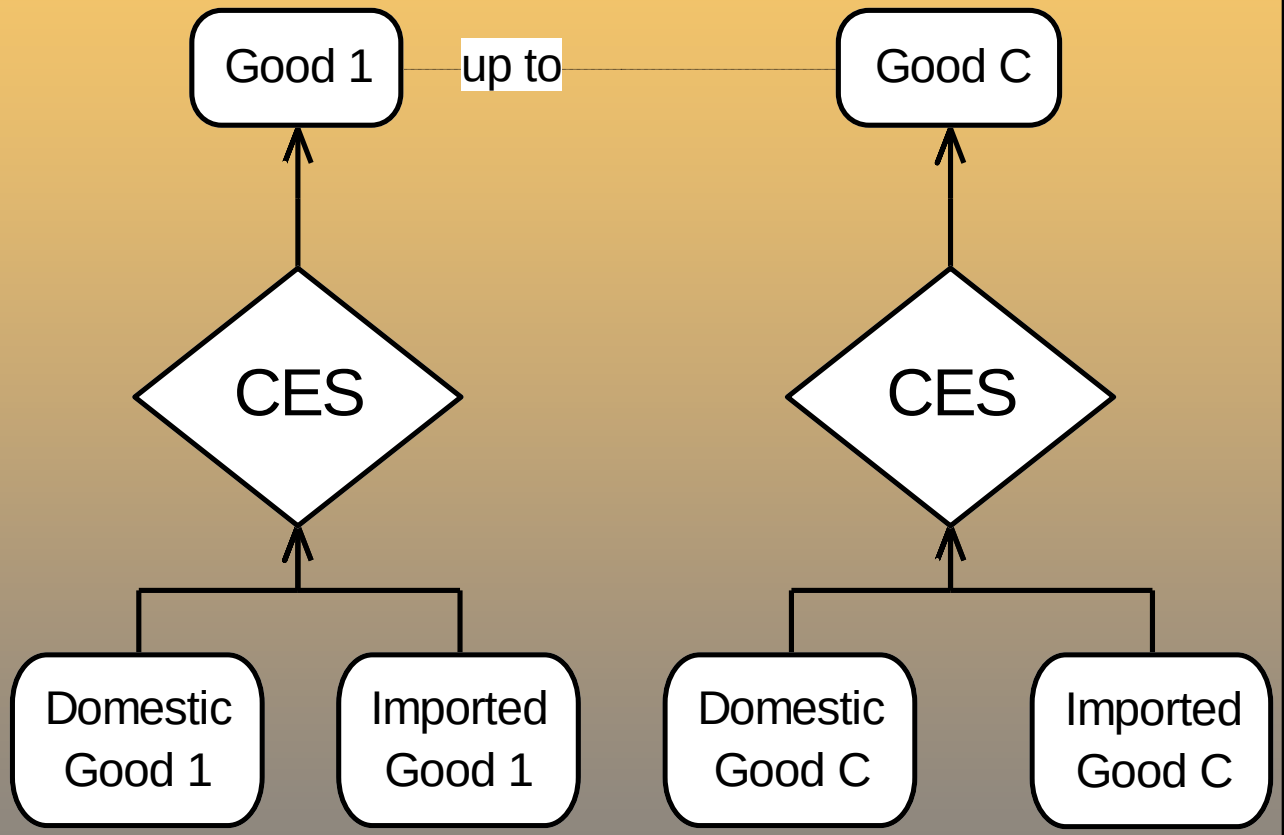
Nereus
Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo
The University of São Paulo Regional and Urban Economics Lab



Nereus
Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo
The University of São Paulo Regional and Urban Economics Lab

Substituição entre bens importados e domésticos

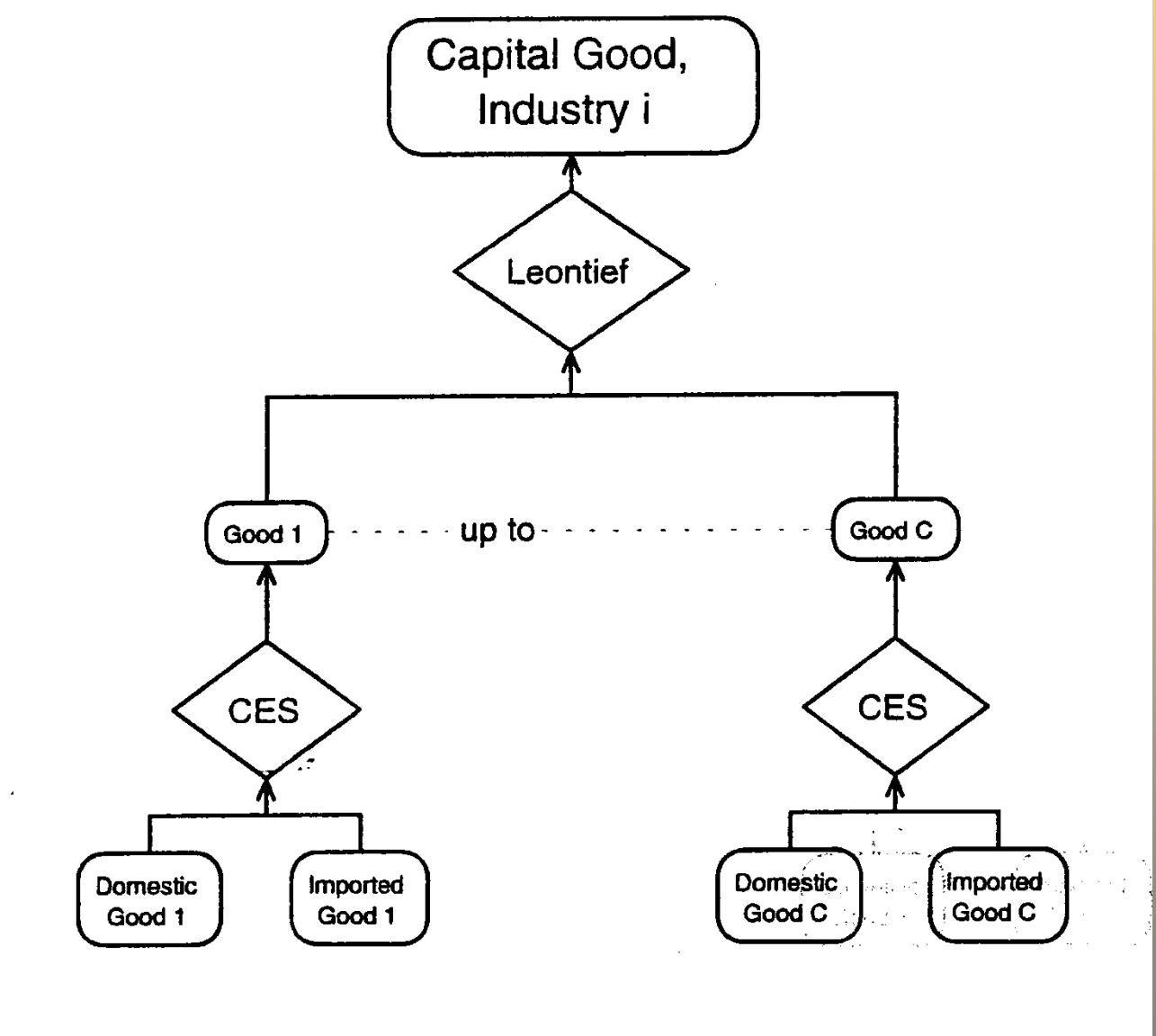


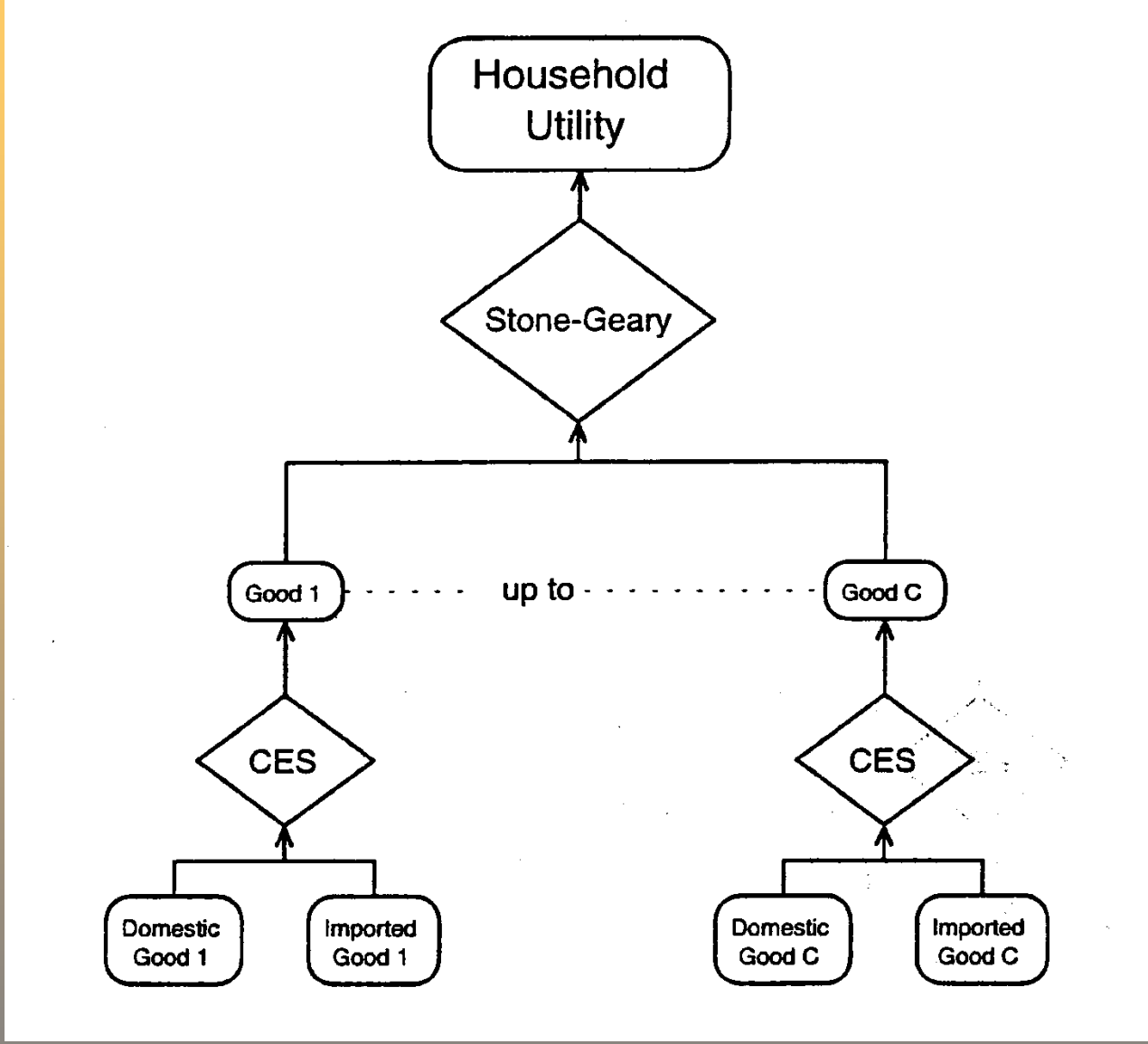


<u>Hipótese de Armington:</u>
agregação CES para bens de diferentes origens

Parâmetros específicos por bem

Mesma estrutura para todos os usuários


Capital Good,
Industry i
Leontief
Good 1
up to
Good C
CES
CES
Domestic
Good 1
Imported
Good 1
Domestic
Good C
Imported
Good C

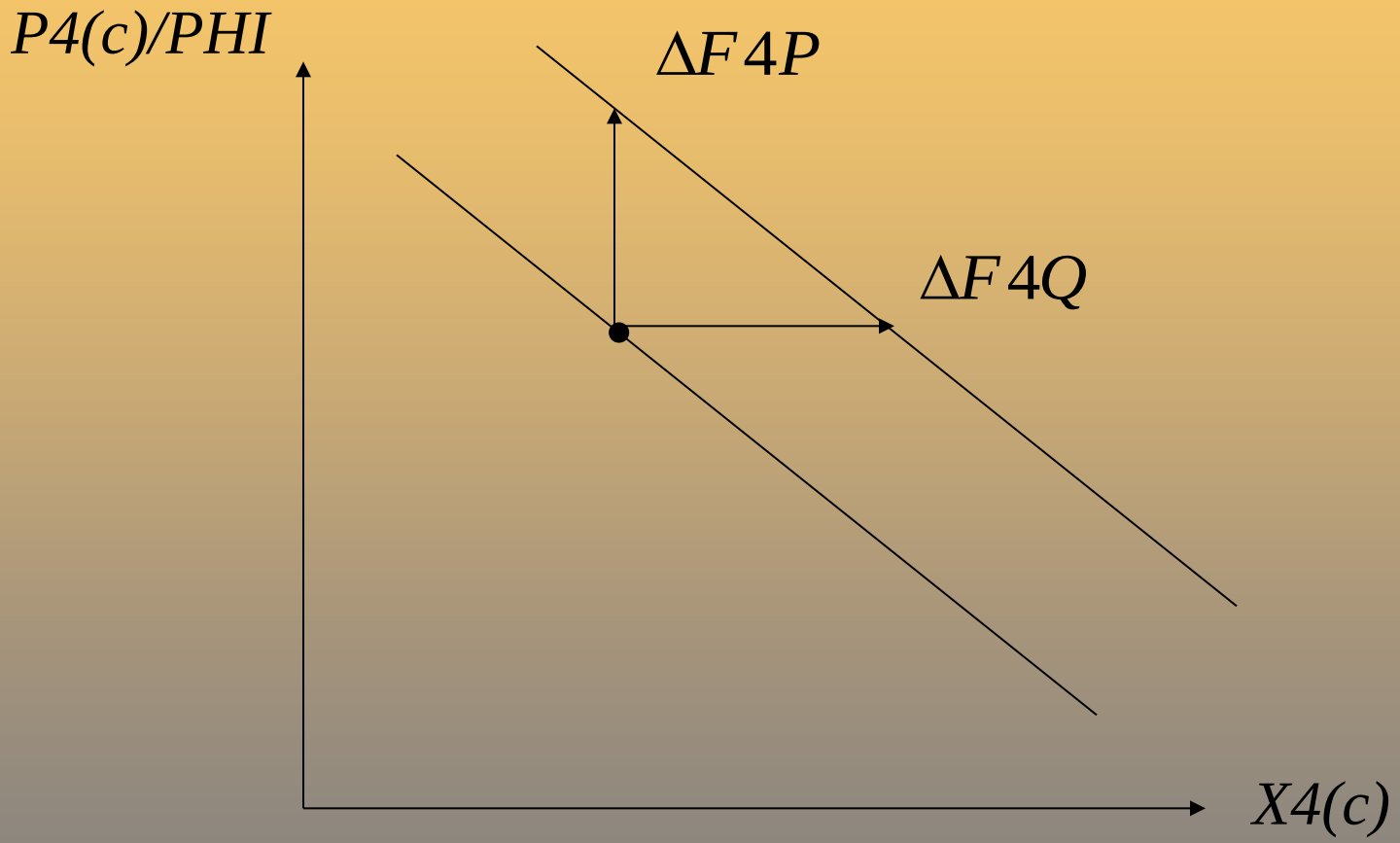

Household Utility
Stone-Geary
Good 1
up to
Good C
CES
CES
Domestic Good 1
Imported Good 1
Domestic Good C
Imported Good C

- Demanda por exportação:
  - Funções de demanda com elasticidade constante (negativamente inclinadas)

$$X4(c) = F4Q(c)\left[\frac{P4(c)}{PHI * F4P(c)}\right]^{EXP_ELAST(c)}$$

```
E_x4              # Export demand functions #
(All,c,COM)
     x4(c) - f4q(c) = EXP_ELAST(c)*[p4(c) - phi - f4p(c)];
```


Nereus
Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo
The University of São Paulo Regional and Urban Economics Lab


P4(c)/PHI
ΔF4P
ΔF4Q
X4(c)

- Demanda por margens
- Sistema de preços
  - Lucros puros zero
- Equilíbrio nos mercados, agregados macro, acumulação
- Impostos indiretos (UPDATE)

$$VTAX = VBAS * (T - 1)$$

$$\Delta VTAX = \Delta VBAS * (T - 1) + VBAS * \Delta T$$

$$= VBAS * (T - 1) * \frac{\Delta VBAS}{VBAS} + VBAS * T * \frac{\Delta T}{T}$$

$$= VBAS * (T - 1) * \frac{wbas}{100} + VBAS * T * \frac{t}{100}$$

$$= VTAX * \frac{wbas}{100} + (VBAS + VTAX) * \frac{t}{100}$$

$$= VTAX * \frac{(x + p)}{100} + (VBAS + VTAX) * \frac{t}{100}$$

Nereus
Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo
The University of São Paulo Regional and Urban Economics Lab

Governo e “Outras Demandas”

- Esta especificação permite-nos exogeneizar 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.

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

Nereus
Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo
The University of São Paulo Regional and Urban Economics Lab

Demanda por Margens

- 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.

$$x_{(r1)}^{(is)(u)} = x_{(is)}^{(u)} + a_{(r1)}^{(is)(u)}$$

$r, i = 1, \ldots, g;$

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

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

Nereus
Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo
The University of São Paulo Regional and Urban Economics Lab

Impostos Indiretos

- Este bloco de equações define mudanças nas diversas alíquotas de impostos, permitindo simulações, por exemplo, de exercícios de reforma fiscal.
- Três impostos: ICMS, IPI, outros

$$t(\tau, i, s, (u)) = f_{(i\tau)} + f_{(\tau)}^{(u)},$$

$$i = 1, \ldots, g; \quad s = 1,\ 2; \ \tau = 1,2,3$$

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

Nereus
Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo
The University of São Paulo Regional and Urban Economics Lab

Dimensões

- 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).
- 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 pré-determinadas.

Nereus
Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo
The University of São Paulo Regional and Urban Economics Lab

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

Nereus
Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo
The University of São Paulo Regional and Urban Economics Lab

Fechamento Básico (Desvio)

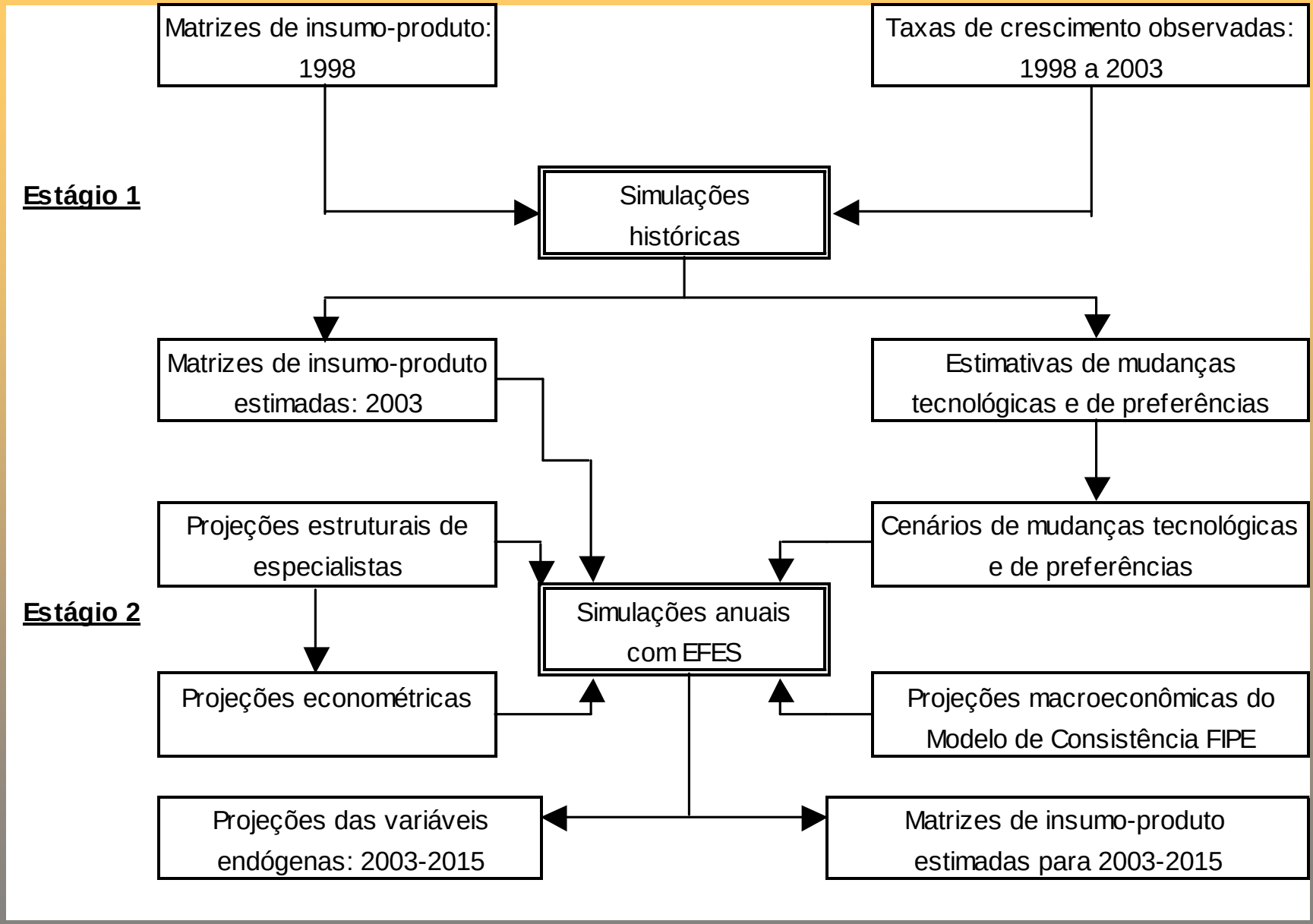
- Representa um fechamento padrão utilizado para exercícios de estática comparativa em simulações de curto prazo (estoque de capital constante).
- Este fechamento também é utilizado para simular efeitos de política econômica sobre trajetórias projetadas da economia.

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.
- Para o período histórico entre o ano de referência (1998) e os anos mais recentes, podem-se observar movimentos em muitas das variáveis que, normalmente, são determinadas endogenamente em modelos EGC.
- Para acomodar as novas variáveis exógenas, deve-se endogeneizar algumas variáveis exógenas.
- O resultado final destas simulações permite-nos, como sugerido acima, atualizar nosso banco de dados para um ano recente que servirá como ano “0” de nossas projeções.

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:
  - Projeções macroeconômicas derivadas de um modelo de consistência.
  - Cenários de mudanças tecnológicas e de preferências.
  - Projeções econométricas.
  - Projeções estruturais de especialistas.


Matrizes de insumo-produto: 1998
Taxas de crescimento observadas: 1998 a 2003
Estágio 1
Simulações históricas
Matrizes de insumo-produto estimadas: 2003
Estimativas de mudanças tecnológicas e de preferências
Projeções estruturais de especialistas
Cenários de mudanças tecnológicas e de preferências
Estágio 2
Simulações anuais com EFES
Projeções econométricas
Projeções macroeconômicas do Modelo de Consistência FIPE
Projeções das variáveis endógenas: 2003-2015
Matrizes de insumo-produto estimadas para 2003-2015

Calibragem

- Matriz de Insumo-Produto (IBGE)
- O componente *Outras Demandas* é a soma do *Consumo da Administração Pública* e *Variação de Estoque*, que estão especificados nas matrizes de insumo-produto do IBGE.
- 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* (V1CAP) negativa, mantendo-se as relações capital/trabalho prevalecentes na economia.

Nereus
Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo
The University of São Paulo Regional and Urban Economics Lab

Calibragem

- Os componentes do valor adicionado, trabalho (V1LAB) e capital (V1CAP), foram obtidos agregando itens da matriz do *Valor Adicionado* por atividade.
  - V1LAB é a soma dos itens *Rendimento de Autônomos* e *Remunerações* .
  - V1CAP refere-se ao *Excedente Operacional Bruto* (EOB).
  - Os demais componentes do valor adicionado, *Outros Tributos* e *Subsídios* foram incluídos no item *Outros Custos* (V1OCT), que foi também utilizado para ajustar a base de dados. Dessa forma a soma de V1LAB, V1CAP e V1OCT 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.

		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				
Capital	1	V1CAP				
Outros Custos	1	V1OCT				

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)

	Produção Conjunta
	IND
COM	MAKE

	Imposto de Importação
	1
COM	V0TAR

Nereus
Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo
The University of São Paulo Regional and Urban Economics Lab

Calibragem

- 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.**
- 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.

Calibragem

- Parâmetros comportamentais
  - Elasticidades de substituição
  - Elasticidades de transformação
  - Elasticidades de demanda por exportação
  - Parâmetros do sistema linear de gastos

Nereus
Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo
The University of São Paulo Regional and Urban Economics Lab

Exemplos...

Nereus
Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo
The University of São Paulo Regional and Urban Economics Lab