

Usando ciclos reais para construir cenários macroeconômicos*

Fabio Kanczuk[§]

RESUMO

Construímos um modelo de equilíbrio geral dinâmico, no espírito da literatura de Ciclos Reais, para desenhar cenários macroeconômicos para o médio prazo. Nas frequências altas, o modelo gera dados simulados consistentes com a volatilidade cíclica das Contas Nacionais e com o caráter contracíclico da Balança Comercial brasileira. Para as frequências baixas, seguindo a tradição dos modelos de “hiatos”, do FMI e do Banco Mundial, utilizamos o financiamento externo como restrição ao crescimento. Em particular, encontramos que, para um horizonte de 10 anos, um déficit de Transações Correntes de 4,5% do PIB é consistente com uma taxa máxima de crescimento do PIB de 3,7%.

Palavras-chave: ciclos reais, crescimento, hiato externo.

ABSTRACT

We construct a dynamic general equilibrium model, in line with the Real Business Cycles literature, to design macroeconomic scenarios for the medium-term. At high frequencies, the model generates simulated data generated consistent with the cyclical volatilities of the National Income as well as with the counter-cyclical nature of the Brazilian Trade Balance. For the low frequencies, following the “Bank-Fund” and “gap” models tradition, we use the external financing gap as a constraint to growth. In particular, we find that for a 10 years time horizon, a Current Account deficit of 4.5% of GDP is consistent with a GDP growth rate of 3.7%.

Key words: business cycles, growth, financing gap.

JEL classification: E32, O41.

* Agradeço, mas não responsabilizo pelos erros, os comentários superpertinentes de um parecerista anônimo e os agradáveis bate-papos com Chico Faria Jr., Celso Toledo, Genilson Totó Santana e Dirceu Bezerra Jr.

§ IPE/USP: Departamento de Economia, Universidade de São Paulo.

Recebido em janeiro de 2003. Aceito em julho de 2003.

1 Introdução

A formulação de política econômica em países em desenvolvimento é freqüentemente auxiliada por ferramentas de projeção de médio prazo, tais como os modelos RMSM-X (sucessores dos RMSM - Revised Minimum Standard Model) do Banco Mundial, os modelos “Polak” do Fundo Monetário Internacional, e os modelos de “hiato” (vide Agenor e Montiel, 1995 e Bacha, 1990). Para que possam efetuar projeções num horizonte de 5 ou 10 anos (freqüência baixa), esses modelos sempre contêm alguma especificação da estrutura da produção e das forças que determinam a acumulação dos ativos produtivos. Mas, talvez surpreendentemente, as especificações utilizadas não são quantitativamente confrontadas com as freqüências altas (curto prazo) dos dados da economia em questão.¹

Neste artigo seguimos a filosofia da teoria moderna de ciclos reais (RBC), e consideramos que crescimento e flutuações **não** são fenômenos distintos a serem estudados com dados separados e ferramentas analíticas diferentes. (Cooley, 1995). Assim sendo, construímos uma economia artificial que é utilizada tanto para descrever as flutuações de curto prazo da economia brasileira como para obter as principais variáveis macroeconômicas em cenários de médio prazo. Nossa análise é dividida em duas fases.

Numa primeira fase propomos uma economia artificial que gera dados simulados consistentes com a volatilidade cíclica das Contas Nacionais e com o caráter contracíclico da Balança Comercial. Mais especificamente, a economia proposta é uma extensão dos modelos de ciclos reais para o Brasil (Kanczuk, 2001 e 2002), com a adição explícita de moeda a um modelo de Equilíbrio Geral Dinâmico. Assim como Cooley e Hansen (1989), assumimos que os preços são totalmente flexíveis, e que o papel da moeda está puramente relacionado ao imposto inflacionário. Em princípio esta hipótese deve ser relaxada em pesquisas futuras, mas consideramos que ela é um bom ponto de partida, e constitui a opção tradicional em modelos de ciclos reais.

Concomitante à presença de inflação alta, observou-se, no Brasil, que os preços eram alterados com bastante freqüência, e alguns casos até se tornaram notórios nesse sentido. A título de ilustração, o Mappin e outras grandes lojas de departamentos chegaram a criar unidades de medida próprias, que eram diariamente reajustadas, de tal forma que os preços de todos os seus produtos também fossem diariamente corrigidos. E é claro, dan-

1 A **periodicidade** dos dados será trimestral. Por “freqüência alta” (ou baixa) dos dados estamos denotando componentes das séries. Como é usual, define-se freqüência alta pela série filtrada pelo filtro Hodrick-Prescott.

do suporte a esse comportamento, o setor financeiro desenvolveu novos produtos, como contas correntes com remuneração diária. De certa forma, é exatamente essa peculiaridade brasileira da maneira como lidar com a inflação, por meio do desenvolvimento de tecnologias financeiras que minimizassem o custo do imposto inflacionário, que levanta a questão de quão importante foi a moeda nas frequências altas. O inchaço do setor financeiro teve, sem dúvida, uma influência perniciosa sobre o crescimento secular. Mas, ao mesmo tempo, reduziu os custos relativos a oscilações inflacionárias. Nossa hipótese de flexibilidade de preços é, nesse sentido, justificável.

Talvez o maior desafio de estudar moeda num ambiente de alta inflação utilizando-se economias artificiais refira-se à forma de especificar a periodicidade do modelo. Praticamente toda a pesquisa mundial em ciclos reais foi e está sendo realizada com modelos de periodicidade trimestral. Tal escolha reflete não somente a adequação dessa periodicidade para estudar ciclos com períodos de dois a cinco anos - a definição mais usual de ciclos reais -, mas principalmente a disponibilidade de dados. De fato, as poucas exceções à regra utilizam-se de periodicidade anual devido precisamente à falta de dados de maior periodicidade.

O caso brasileiro não é diferente quanto à disponibilidade de dados. Ellery, Gomes e Sachida (2002) e Val e Ferreira (2001) utilizam dados anuais, enquanto Kanczuk (2001 e 2002) utiliza dados trimestrais, mas tem de recorrer a aproximações devido à falta de dados de consumo de duráveis e horas trabalhadas. No caso em questão, em que as decisões envolvem haveres monetários, essas limitações se tornam ainda mais cruciais. Nos períodos em que a inflação atingiu valores superiores a um por cento ao dia, os agentes econômicos faziam visitas aos bancos diariamente, realocando freqüentemente seus haveres monetários. Assim sendo, um modelo ideal deveria ter periodicidade diária, ou talvez “horária”, algo impossível não só devido à falta de dados, mas também por limitações computacionais.

A estratégia seguida nesse artigo é usar uma especificação de periodicidade diferente para os lados real e nominal da economia. Enquanto o lado real da economia está consistentemente calibrado para dados trimestrais, a alocação monetária também ocorre uma vez por trimestre, mas segundo uma calibração com periodicidade distinta. Chamamos esta aproximação de “calibração na margem”, já que embora o clareamento do mercado é trimestral, as condições de primeira ordem relativas à demanda por moeda estão sujeitas a parâmetros e choques de maior periodicidade. Como resultado, obtemos que uma calibração na margem correspondente a realocações monetárias semanais reproduz os principais comportamentos cíclicos da economia brasileira.

Numa segunda fase utilizamos a economia artificial para projetar as principais variáveis macroeconômicas num horizonte de dez anos. Para tal, seguimos a tradição dos modelos de médio prazo citados, considerando o financiamento externo como a principal restrição ao crescimento econômico. Em especial, verificamos qual a taxa de crescimento do PIB que é consistente com um déficit de Transações Correntes de, no máximo, 4,5% do PIB, num horizonte de 10 anos.

Implicitamente, ao utilizarmos o hiato externo como a fundamental restrição ao crescimento, estamos fazendo a hipótese de que há produtividade (total dos fatores) suficiente para que o Brasil cresça. Isto significa assumir que houve melhorias no “ambiente institucional”, tais como o fim da inflação alta (do déficit público que era sua causa), ou uma melhor definição dos direitos de propriedade (e das leis trabalhistas) com a redução de imperfeições no mercado de trabalho, ou uma diminuição das distorções causadas pelo sistema tributário, ou ainda um aumento no nível de capital humano. Se essa é uma boa hipótese, é uma questão difícil.² Contudo, esse artigo parte do princípio de que é informativo abstrairmos dessa questão, assumir que a única restrição à produtividade é dada pelo financiamento externo, e computar qual seria o máximo crescimento do PIB compatível com essa hipótese.

Em termos práticos, nosso exercício é o seguinte. Alimentamos nossa economia com o maior valor constante para o crescimento (geométrico) da produtividade, tal que o déficit de Transações Correntes calculado não ultrapasse 4,5% do PIB num horizonte de dez anos (isso é feito de modo iterativo). Imaginamos que quando a restrição externa se tornar relevante (*binding*), haverá uma mudança no ambiente econômico, possivelmente um aumento da taxa de juros ou uma queda na produtividade, de forma tal que o déficit externo deixe de aumentar. Acreditamos que esse procedimento seja informativo, mas sabemos que é *ad-hoc*, e deve ser considerado como uma primeira etapa. O próximo passo seria explicitamente modelar credibilidade, tornando endógeno o nível de déficit de Transações Correntes que é sustentável, dado um nível de capital e taxa de crescimento do PIB.

Na seção seguinte descrevemos a economia artificial utilizada. As seções 3 e 4 abordam, respectivamente, as calibrações para o lado real e nominal da economia artificial. Na seção 5 confrontamos os dados simulados por essa economia com as flutuações das

2 Bacha e Bonelli (2001), Ferreira e Rossi (1999) e Gomes, Pessoa e Veloso (2003) sugerem que o crescimento da produtividade poderá, sim, ser um grave entrave ao crescimento.

séries brasileiras. Na seção 6 executamos o experimento proposto, obtendo um perfil para as várias séries macroeconômicas, e discutimos sua robustez. Conclusões estão na seção 7.

2 Modelo

O modelo utilizado é uma extensão direta de Kanczuk (2001 e 2002), de uma economia aberta com restrição de capital de giro. A única diferença importante é a inclusão de moeda.

Nossa economia artificial é povoada por um *continuum* de famílias idênticas e de vida infinita, com nomes no intervalo $[0, 1]$. Cada uma dessas famílias tem uma dotação de tempo para cada período, que deve ser repartida entre lazer (l_t) e trabalho (h_t). A dotação de tempo é normalizada para uma unidade, isto é, $h_t + l_t = 1$. Adicionalmente, as famílias possuem um nível inicial de capital k_0 que elas alugam para as firmas, e podem aumentar por meio de investimentos, um nível inicial de títulos b_0 que rendem uma taxa de juros real estocástica r_t , e um nível inicial de moeda m_0 que não recebe nenhuma remuneração. A razão para que moeda não seja completamente dominada pela existência de títulos ou capital reside na presença da moeda na função de utilidade. Vale dizer que, no nosso modelo, essa especificação é matematicamente equivalente a uma especificação “*cash-in-advance*” (vide Feenstra, 1986).

A utilidade das famílias para cada período é definida em termos das seqüências estocásticas de consumo, moeda real e lazer:

$$U_s = E_s \sum_{T=s}^{\infty} [(1 + \eta)\beta]^{T-s} u(c'_t, m'_{t+1} / p_t, h'_t) \quad (1)$$

em que c'_t , h'_t e m'_{t+1} representam seqüências Arrow-Debreu de consumo, trabalho e moeda contingentes ao estado em termos *per capita*, p_t representa o preço do bem final, também contingente ao estado, η representa a taxa de crescimento da população, e $\beta \in [0, 1]$ um parâmetro de desconto.

Assim como em Kanczuk (2001, 2002), utilizamos a forma funcional para a utilidade instantânea semelhante à proposta por Greenwood, Hercowitz e Huffman (1988), a qual tem a propriedade de que a elasticidade intertemporal de substituição associada com o lazer é zero:

$$u(c_t, m_{t+1} / p_t, h_t) = \log[c_t^\omega (m_{t+1} / p_t)^{1-\omega} - v_1 h_t^{\nu^2}] \quad (2)$$

em que $\omega \in [0, 1]$, $\nu_1 > 0$ e $\nu_2 > 1$. Para que economias com essas preferências sejam consistentes com um estado estacionário em que há crescimento, é necessário que a desutilidade de trabalhar no mercado aumente com o nível de progresso tecnológico. Este efeito pode ser interpretado como progresso tecnológico associado com a produção em atividades domésticas (veja nota de rodapé 11 em Christiano, Eichenbaum e Evans, 1997). A utilização dessa forma funcional para as preferências é essencial para que obtenhamos um caráter contracíclico para exportações líquidas, conforme mostram os trabalhos de Correia Neves e Rebelo (1995) e Kanczuk (2001).

As famílias que povoam a economia têm acesso ao mercado de títulos internacionais, com taxa de juros r , e ofertam trabalho e capital a firmas com uma tecnologia descrita por uma função de produção Cobb-Douglas:

$$Y'_t = F(z_t, K'_t, H'_t) = \exp(z_t)(1 + \gamma)^{(1-\theta)t} K'^{\theta}_t ((1 + \eta)^t H'_t)^{1-\theta} \quad (3)$$

em que trabalho (H') e capital acumulado (K') são insumos, γ representa a taxa de crescimento tecnológico, e z_t é um parâmetro estocástico de produtividade.

O estado estacionário dessa economia é um crescimento balanceado (*balanced growth path*). Para trabalharmos com variáveis sem tendência, normalizamos a equação anterior pelo fator de crescimento da economia $(1 + \eta)(1 + \gamma)$, e denotamos $K_t = K'_t / [(1 + \eta)(1 + \gamma)^t]$, com expressões análogas para as outras variáveis. De forma semelhante, para variáveis que já estão em termos *per capita*, utilizamos $c_t = c'_t / (1 + \gamma)^t$.

Assim como em Cooley e Hansen (1998), o estoque nominal de moeda é determinado pela lei de formação

$$M_{t+1} = (1 + \gamma)(1 + \eta) e^{g_t} M_t \quad (4)$$

em que g representa, por sua vez, um processo auto-regressivo, da forma

$$g_t = (1 - \rho_g) g^m + \rho_g g_{t-1} + \varepsilon_t \quad (5)$$

tal que g^m é uma constante e ε_t é distribuído de acordo com uma normal, com média zero e desvio padrão σ_g . Com isso, os preços da economia têm uma tendência geométrica com razão e^{g^m} , e também devem ser normalizados. Para tal, definimos as variáveis estacionárias e $\hat{p}_t = p_t / M_t$ e $\hat{m}_t = m_t / M_t$.

Assumimos que z_t (o resíduo de Solow) e r_t (a taxa de juros internacionais) evoluem de acordo com processos auto-regressivos, com leis de formação:

$$z_t = \rho_z z_{t-1} + \varepsilon_{zt} \quad (6)$$

$$r_t = (1 - \rho_r) r^m + \rho_r r_{t-1} + \varepsilon_{rt} \quad (7)$$

em que r^m é uma constante, ε_z e ε_r são distribuídas de acordo com uma normal, com média zero e desvios padrão σ_ε e σ_r .

O capital deprecia exponencialmente a uma taxa δ e os consumidores adicionam ao estoque de capital por meio de investimentos de uma parte do produto a cada período. Investimentos em t produzem capital em $t + 1$, de forma que a lei de formação para o capital agregado é

$$(1 + \eta)(1 + \gamma) K_{t+1} = (1 - \delta) K_t + I_t \quad (8)$$

As firmas alugam capital e contratam trabalho. Em contraste com os modelos mais usuais de ciclos reais, assumimos, como em Kanczuk (2002), que as firmas também têm que permanecer, em cada período, com uma fração α da produção, na forma de capital de giro. Essa restrição ocorre devido à falta de sincronismo entre as receitas e despesas, e faz com que as firmas permaneçam com os recursos necessários para pagar, por parte dos salários e do aluguel, do capital em caixa. Note que essa restrição é análoga a uma de *cash-in-advance*, mas ocorre no lado da produção.

Denotamos por Q_t a quantidade de capital de giro entre t e $(t + 1)$. Esses recursos são emprestados pelo governo, e devolvidos no período seguinte. Alternativamente, pode-se pensar que as firmas tomam esses empréstimos de intermediários financeiros, mas como no nosso modelo o governo transfere recursos de volta às famílias na forma *lump-sum*, e seria exatamente isso que intermediários financeiros fariam com seus lucros, esta hipótese é inofensiva. Podemos escrever o problema da firma como

$$\text{Max} \sum_{t=s}^{\infty} \frac{[Y_t - w_t H_t - u_t K_t - Q_t + Q_{t-1}]}{\prod_{j=s}^t (1 + r_j)^{j-s}} \quad (9)$$

sujeito às restrições de capital de giro,

$$Q_t \geq \alpha Y_t \quad (10)$$

Note que como o capital de giro não rende juros, essa desigualdade sempre será restritiva (*binding*), e que para $\alpha = 0$, o problema da firma se reduz ao caso usual.

O problema das firmas, apesar de transformado pela restrição de capital de giro, pode ser dividido em problemas de maximização para cada período, como usualmente. As famílias, em contraste, resolvem um problema intertemporal, e têm que formar expectativas sobre preços futuros. Elas escolhem consumo, investimento, demanda por (novos) títulos externos, moeda e horas de trabalho em cada data para maximizar o valor descontado da utilidade sujeito à seqüência de restrições orçamentárias e leis de formação de capital e títulos:

$$c_t + i_t[1 + \phi(i_t/k_t)] + nx_t + \hat{m}_{t+1}(1 + \gamma)(1 + \eta) e^{g_t} / \hat{p}_t \leq \\ \leq w_t(1 - \tau) h_t + u_t k_t - (u_t - \delta) \tau k_t + \hat{m}_t / \hat{p}_t + T_t \quad (11)$$

$$(1 + \eta)(1 + \gamma) k_{t+1} = (1 - \delta) k_t + i_t \quad (12)$$

$$(1 + \eta)(1 + \gamma) b_{t+1} = (1 + r_t(1 - \tau_r)) b_t + nx_t \quad (13)$$

As seqüências i_t e nx_t representam, respectivamente, investimento e exportações líquidas. A função $\phi(i_t/k_t)$ é convexa, e representa os custos associados com a instalação de capital, uma prática comum em modelos de economia pequena e aberta. Assumimos que sua forma funcional é $\phi(i_t/k_t) = \phi(i_t/k_t - \delta - \eta - \gamma - \eta\gamma)^2$ em que, com leve abuso de notação, o ϕ do lado direito da equação é uma constante. Essa formulação implica que os custos sejam zero no estado estacionário.

A taxa de imposto τ é cobrada sobre a remuneração do trabalho e capital, livre de depreciação. A taxa τ_r é cobrada sobre a remuneração financeira dos títulos externos. Finalmente, T_t corresponde a transferências *lump-sum*.

Seria natural esperar que o problema das famílias envolvesse a compra de títulos do governo (domésticos) assim como de títulos externos, e que o governo mantivesse posições tanto em títulos domésticos como em títulos externos. No entanto, vale notar que especificamos o problema das famílias com respeito somente à posição de títulos externos. Fazendo isso, estamos assumindo que os títulos externos e domésticos são substitutos perfeitos, e adicionando no problema do setor privado a restrição orçamentária do

setor público. Assim, as posições dos agentes referem-se à posição do país como um todo com relação ao resto do mundo, incluindo tanto a dívida externa do setor privado como a dívida externa do setor público. Além disso, a dívida doméstica do governo e os ativos domésticos do setor privado desaparecem, já que se cancelam.³

A ação do setor público sobre o setor privado é distorcer as alocações por meio da emissão de moeda e da cobrança de impostos, e devolver parte desses recursos na forma *lump-sum*. Ao resolver o problema dessa forma, adicionando a restrição orçamentária do governo à do setor privado, estamos assumindo que o setor público é solvente, no sentido Ponzi. Note também que o consumo do governo não entra nas preferências das famílias. Essa hipótese pode ser entendida como separabilidade entre os bens públicos e privados na função de utilidade.

Para determinarmos a política do governo necessitamos saber como ele aloca seus recursos entre consumo e transferências. Assumimos que

$$T_t = \xi \{ \tau [w_t H_t + (u_t - \delta) K_t] + [(1 + \gamma)(1 + \eta) e^{g_t} - 1] \} \quad (14)$$

em que $\xi \in [0, 1]$. Ou seja, uma fração constante dos impostos arrecadados sobre a remuneração do trabalho e do capital é alocada para transferências, enquanto a arrecadação restante corresponde ao consumo do governo.

Utilizamos o conceito de Equilíbrio Competitivo Recursivo. As variáveis de estado para cada família são $(z_t, r_t, g_t, K_t, k_t, B_t, b_t, m_t)$. A equação de otimalidade no problema das famílias pode ser escrita

$$V(z, r, g, K, k, B, b, m) = \text{Max}\{u(c, m, h) + \beta (1 + \eta) E[V(z', r', g', K', k', B', b', m') | z, r, g]\}$$

tal que

$$c + i[1 + \phi(i/k)] + nx + m'(1 + \gamma)(1 + \eta) e^{g/p} \leq w(1 - \tau)h + uk - (u - \delta)\tau k + m/p + T$$

$$(1 + \eta)(1 + \gamma)k' = (1 - \delta)k + i$$

$$(1 + \eta)(1 + \gamma)K' = (1 - \delta)K + I$$

3 Vale também notar que, apesar de do modelo ser de crescimento exógeno, o efeito da acumulação de capital sobre a redução do produto marginal do capital não constitui um efeito importante sobre a demanda de títulos. Isto porque a economia sempre estará próxima do estado estacionário, o qual se altera devido às variações na produtividade.

$$(1+\eta)(1+\gamma)b'/(1+r(1-\tau_r)) = b + nx$$

$$(1+\eta)(1+\gamma)B'/(1+r(1-\tau_r)) = B + NX$$

$$g' = (1-\rho_g)g^m + \rho_g g + \varepsilon_g$$

$$z' = \rho_z z + \varepsilon_z$$

$$r' = (1-\rho_r)r^m + \rho_r r + \varepsilon_r$$

$$T = \xi \{ \tau [wH + (u - \delta)K] + [(1+\gamma)(1+\eta)e^s - 1] \}$$

$$I = I(z, r, g, K, B)$$

$$NX = NX(z, r, g, K, B)$$

$$H = H(z, r, g, K, B)$$

$$p = p(z, r, g, K, B)$$

$$w = w(z, r, g, K, B) \text{ e } u = u(z, r, g, K, B)$$

Um **equilíbrio competitivo recursivo** para essa economia consiste de uma função valor $V(z, r, g, K, k, B, b, m)$; um conjunto de regras de política para as famílias, $c(z, r, g, K, k, B, b, m)$, $i(z, r, g, K, k, B, b, m)$, $nx(z, r, g, K, k, B, b, m)$, $m'(z, r, g, K, k, B, b, m)$ and $h(z, r, g, K, k, B, b, m)$; um conjunto correspondente de regras de política agregada *per capita*, $C(z, r, g, K, B)$, $I(z, r, g, K, B)$, $NX(z, r, g, K, B)$, e $H(z, r, g, K, B)$; e funções dos preços dos fatores, $p(z, r, g, K, B)$, $w(z, r, g, K, B)$ e $u(z, r, K)$, tal que essas funções satisfazem:

i) o problema das famílias

ii) o problema das firmas

iii) as políticas fiscal e monetária do governo, isto é, $T(z, r, g, K, B) = \xi \{ \tau [w(z, r, g, K, B)H(z, r, g, K, B) + (u(z, r, g, K, B) - \delta)K] + [(1+\gamma)(1+\eta)e^s - 1] \}$, $r(z, r, K, B) = (1 - \rho_r)r^m + \rho_r r + \varepsilon_r$ e $g(z, r, g, K, B) = (1 - \rho_g)g^m + \rho_g g + \varepsilon_g$

iv) as condições de equilíbrio de mercado (*market clearing*), isto é, $c(z, r, g, K, K, B, B, 1) = C(z, r, g, K, B)$, $i(z, r, g, K, K, B, B, 1) = I(z, r, g, K, B)$, $nx(z, r, g, K, K, B, B, 1) = NX(z, r, g, K, B)$, $h(z, r, g, K, K, B, B, 1) = H(z, r, g, K, B)$. e $m(z, r, g, K, K, B, B, 1) = 1$.

3 Dados e calibração - lado real

Conforme já mencionado, a calibração do lado real da economia é feita consistentemente com uma especificação de periodicidade trimestral. Em particular, utilizamos dados trimestrais de 1980:1 a 2000:3. Assim como Pastore e Pinotti (2000) e Kanczuk (2002), excluimos as observações do ano 1990 devido à sua particular turbulência. Todos os dados foram obtido do IPEADATA (www.ipea.gov.br).

PIB é a série dessazonalizada de média móvel,⁴ e investimento vem da fração do PIB alocada para a formação de capital. Pelo fato de não dispormos de uma boa série de consumo do governo trimestral, analisamos o comportamento da série correspondente à **soma** do consumo privado com o consumo do governo. Essa série é obtida simplesmente pela subtração do investimento da série de PIB. A rigor, a série de exportações líquidas também deveria ser descontada, mas como para o Brasil elas correspondem a uma fração bem pequena do PIB (menos de 2%), elas podem ser desconsideradas, com a vantagem de não poluírem a série de consumo. Como não temos uma série de bens duráveis, eles estão incluídos na série de consumo ao invés de serem adicionados ao investimento, como sugere a literatura de ciclos reais. Também não dispomos de uma série de horas trabalhadas. No seu lugar utilizamos a série de emprego nas áreas metropolitanas (PME).

A taxa de juros real é a SELIC descontada pelo IPCA centrado. Aqui estamos usando a hipótese de substituição perfeita entre títulos domésticos e internacionais, que é justificada pela arbitragem entre os títulos que ocorre no mercado secundário. Além disso, há evidência anedótica de que a SELIC é a taxa com efeitos mais importantes sobre a economia, e a “IS dinâmica” - i.e., a relação entre o hiato do produto e os juros reais - é uma das únicas relações estimadas com alguma robustez para o Brasil, um fato estilizado que queremos que seja reproduzido por nossa economia artificial (vide Bogdanski *et alii* 2001).

Utilizando as médias no período calibramos $r^m = 1.9\%$, $\eta = 0.36\%$, e $\gamma = 0.21\%$. Dividindo a lei de formação do passivo externo pelo PIB obtemos,

$$[(1+\eta)(1+\gamma)/(1+r_t(1-\tau_r))]B_{t+1}/Y_{t+1} = B_t/Y_t + NX_t/Y_t \quad (15)$$

4 A opção pelo PIB (*vis-à-vis* o PNB) deve-se puramente ao fato de que no Brasil geralmente se acompanha esta variável.

O valor médio das exportações líquidas no período foi de 1,3% do PIB, e do passivo externo líquido de 46% do PIB. Usando esses valores na equação acima obtemos $\tau_r = 33\%$. Note que τ_r não significa necessariamente impostos sobre os títulos internacionais, mas qualquer diferença de remuneração entre o rendimento da SELIC e do passivo externo.

Utilizamos um valor para a fração correspondente à remuneração do capital de $\theta = 0.40$, seguindo a evidência internacional, sob o argumento que o IBGE superestima esse valor nas contas nacionais, adicionando “indevidamente” parte da remuneração dos autônomos à remuneração do capital. Assumimos que a depreciação do capital é de $\delta = 4,8\%$, conforme Cooley (1995), com a consideração de que a depreciação do Brasil é igual à dos EUA (o que é diferente de assumir que a vida média dos bens é a mesma). Esse valor implica uma relação capital-produto de 2,9 (anual), em linha com a encontrada por Araújo e Ferreira (1999). Para calibrar os impostos sobre as remunerações do trabalho e capital utilizamos a equação de Euler para o investimento,

$$r^m(1-\tau_r) = (\theta y/k - \delta)(1-\tau) \quad (16)$$

que implica $\tau = 41\%$. Esse valor implica uma carga tributária superior à observada (30%), mas provavelmente próximo ao efeito marginal observado. Utilizando a média histórica, calibramos $\xi = 0,33$.

Em contraste com Greenwood, Hercowitz e Huffman (1988), utilizamos $\nu_2 = 1,1$, enquanto esses autores utilizam $\nu_2 = 1,6$, mas reportam que as estimações disponíveis para a elasticidade intertemporal do trabalho divergem bastante. Há duas razões para nossa escolha. Do ponto de vista teórico, que parece ter se tornado claro somente após 1988, com os modelos de *household production*, esse valor corresponde à desutilidade relativa de trabalhar em atividades domésticas *vis-à-vis* atividades do mercado, as quais são, a princípio, equivalentes (vide novamente Christiano, Eichenbaum e Evans, 1997). Do ponto de vista empírico, somente valores baixos (inferiores a 1,2) desse parâmetro são consistentes com uma Balança Comercial contracíclica. Como a forma funcional utilizada restringe ν_2 a valores superiores à unidade, escolhemos $\nu_2 = 1,1$.

Como usual, utilizando a equação de Euler do trabalho em que a fração de horas alocadas para o trabalho é de cerca de um terço, calibramos $\nu_1 = 1,6$. Da equação de Euler para os títulos governamentais temos $\beta = 0.99$.

Os parâmetros para o processo estocástico de r_t são obtidos por meio de uma regressão ordinária de minimização de mínimos quadrados (OLS). Obtemos que o coeficiente para

a taxa de juros defasada é relevante e igual a $\rho_r = 0.33$ (p-value igual a 0,8%), e o resíduo da regressão nos dá $\sigma_r = 5.7\%$.

Como não há uma série de horas trabalhadas para o Brasil, não podemos seguir a estratégia de computar o resíduo de Solow e utilizá-lo para estimar o processo estocástico associado com os choques tecnológicos. Por este motivo, apelamos para a estratégia alternativa de escolher os parâmetros de forma a reproduzir a correlação serial do PIB. Seguindo a literatura para os Estados Unidos, escolhemos $\rho_z = 0.95$. O parâmetro σ_z é escolhido juntamente com o parâmetro ϕ de forma que as volatilidades do PIB e do investimento das séries simuladas sejam iguais às dos dados. Embora esse procedimento seja comum na literatura, ele tem o defeito metodológico de se utilizar segundos momentos para um modelo que será utilizado exatamente para se computar os segundos momentos.

Para calibrar o parâmetro da restrição de capital de giro α , calculamos a diferença entre os ativos líquidos (excluindo os investimentos financeiros) e passivos líquidos (excluindo empréstimos de curto prazo) para todas as empresas listadas na BOVESPA entre os anos de 1996 e 1999. A média ponderada (pelo tamanho das empresas) dessa diferença dividida pelas vendas totais de cada empresa é bastante estável no tempo, e tem média $\alpha = 11\%$.

Os parâmetros calibrados para o lado real estão sumariados na seguinte tabela:

θ	δ	γ	B	α	η	ν_1	ν_2
0,40	0,0012	0,0021	0,99	0.11	0,0036	1,6	1,1
R^M	ρ_R	σ_R	ρ_z	B/Y	τ_R	τ	ξ
0,019	0,33	0.057	0,95	-1,8	0,33	0,41	0,33

4 Dados e calibração - lado nominal

A calibração do lado nominal da nossa economia está primariamente baseada na equação de Euler da moeda,

$$c/(m/p) = \omega(1+\gamma)(1+\eta)[e^{g^m} - \beta/(1+\gamma)]/(1-\omega) \quad (17)$$

e no processo estocástico para o (logaritmo) do crescimento do estoque nominal,

$$g_t = (1 - \rho_g)g^m + \rho_g g_{t-1} + \varepsilon_{g_t} \quad (18)$$

Estimando este processo via OLS para dados trimestrais, obtém-se que $g^m = .31$, $\rho_g = 0.77$ (p-value igual a zero, t-stat igual a 10) e, a partir do resíduo da regressão, $\sigma_g = 22\%$. A magnitude do valor médio e do desvio padrão dessa taxa de emissão monetária mostram quão “errático” foi esse processo no Brasil. Vale dizer que o valor para σ_g nos Estados Unidos é vinte vezes inferior ao do Brasil. Além disso, como era de se esperar, a distribuição de g_t é bastante leptocúrtica (cauda gorda na direita), e o valor de sua mediana é $g^{med} = 0.22$.

Precisamente devido à magnitude e volatilidade desse processo, os agentes econômicos optaram por incorrer em custos para reajustar freqüentemente seus portfólios monetários. Se é extremamente questionável assumir que os agentes escolhem seus estoques de moeda real somente uma vez por trimestre nos Estados Unidos, tal hipótese é ainda mais heróica para o Brasil. O problema é como escapar dessa hipótese, já que não há dados com alta periodicidade para as grandezas reais, e seriam gigantescos os custos computacionais de se resolver um modelo explicitamente híbrido, em que os agentes realoquem moeda muitas vezes, mas façam o resto de suas escolhas (investimento, consumo, trabalho) trimestralmente.

A solução aqui proposta é continuar a assumir que os agentes fazem suas alocações uma vez por trimestre, mas que eles estão sujeitos a processos de emissão de moeda calibrados para períodos inferiores a um trimestre. Ou seja, a equação de demanda por moeda, dada pela Euler acima, será satisfeita para diferentes freqüências, dependendo do experimento.

Uma outra forma de compreender o que está sendo proposto é lembrar que moeda aparece em nosso modelo em dois lugares: (i) no clareamento do mercado (*market clearing*), e (ii) na condição de primeira ordem (Euler). A “calibração na margem” faz com que o clareamento do mercado continue a ser feito trimestralmente, mas a condição marginal (Euler) seja satisfeita com processos de freqüência maior.

A primeira etapa a ser seguida é calibrar ω . Utilizando $g^m = 31\%$ e que M1 real foi em média 14% do PIB (trimestral) no período, a equação de Euler implica $\omega = 0.94$

Valores sensivelmente menores para g^m implicam ω ligeiramente superiores, mas sempre inferiores à unidade, e não alteram significativamente nossos experimentos. Isto é particularmente relevante porque indica que a condição de clareamento da moeda é pouco importante quantitativamente, o que favorece a aproximação proposta pela “calibração na margem” Isto é, mesmo que o clareamento do mercado ocorresse de acordo com taxas de emissão monetária mais modestas, seu efeito sobre os outros mercados seria diminuto.

A segunda etapa é calibrar os demais parâmetros da equação de Euler de forma que estes tenham a periodicidade desejada. Como γ e η têm magnitude bastante inferior a g^m , basta alterarmos o processo g para que tenhamos uma boa aproximação. Isto é feito dividindo o processo g pelo número de vezes que queremos multiplicar a frequência, em que g foi calibrado para um trimestre. Isto é, se $M_{t+1}/M_t = e^{g_t}$ corresponde à razão entre os estoques monetários de um trimestre para o trimestre consecutivo, a razão entre o estoque da moeda entre meses consecutivos é dada por $(M_{t+1}/M_t)^{1/3} = e^{g_t/3}$. De forma análoga, se queremos calibrar na margem o lado monetário do nosso modelo para periodicidade semanal, devemos utilizar $g^m/13$ e $\sigma_m/13$, em que g^m e σ_m foram calibrados com dados trimestrais.

A calibração para o lado nominal está sumariada na tabela abaixo

ω	ρ_G	G^M -TRIM.	σ_M -TRIM.	G^M -MES	σ_M -MES
0,94	0,77	0,31	0,22	0,10	0,073

G^M -SEMANA	σ_M -SEMANA	G^M -DIA	σ_M -DIA
0,024	0,017	0,0051	0,0036

5 Simulações e resultados

A seguir computamos o equilíbrio utilizando as técnicas computacionais de aproximação do problema a um linear quadrático (veja Cooley, 1995). Na seqüência simulamos a economia artificial para comparar com os dados brasileiros. Como antes mencionado, utilizamos dados no intervalo de 1980 a 2000. Para caracterizar o comportamento cíclico das séries, primeiramente computamos o logaritmo de todas as variáveis, com exceção

das variáveis já expressas em termos percentuais e da balança comercial. Como as exportações líquidas assumem valores negativos, expressamos sua série como desvios em relação à média, utilizando a aproximação local $\log(nx_t)$: $nx_t / \text{média}(nx_t) - 1$. Em seguida, removemos as frequências baixas das séries, utilizando um filtro de Hodrick-Prescott (com parâmetro 1600).

As primeiras duas colunas das Tabelas 1, 2 e 3 mostram as propriedades das flutuações cíclicas dos Estados Unidos (no período 1954:1 a 1991:2, Cooley (1995) e do Brasil. A Tabela 1 indica as volatilidades das séries, e a Tabela 2 as correlações contemporâneas das diversas séries com a série do PIB. A Tabela 3 corresponde a “IS dinâmica”, a regressão do PIB filtrado (hiato) em sua defasagem e na taxa de juros contemporânea.

O lado real das flutuações da economia brasileira, conforme já discutido em Kanczuk (2001, 2002), pode ser caracterizado pelas seguintes observações. O consumo e o investimento são fortemente pró-cíclicos, o investimento é aproximadamente três vezes mais volátil que o PIB, e o consumo é menos volátil. As exportações líquidas são contracíclicas e muito mais voláteis que as outras séries, um comportamento já observado em outros países. (Correia, Neves e Rebelo, 1995) Contudo, devemos considerar o valor absoluto de sua volatilidade com certa desconfiança devido à necessidade da aproximação da função logarítmica próxima à raiz. A série de emprego indica volatilidade inferior ao PIB, diferentemente do comportamento internacionalmente observado, o que é provavelmente um reflexo da utilização de uma série que só contempla uma das margens de ajuste (vide Kanczuk e Faria (2000) para um estudo da indústria brasileira, uma indicação de que a série relevante de horas trabalhadas no Brasil deve ser mais volátil do que a disponível). A taxa de juros é contracíclica, apresenta bastante volatilidade, e tem coeficiente na “IS dinâmica” claramente significativo. Quando comparada aos Estados Unidos, a economia brasileira apresenta correlações com sinais e magnitudes semelhantes, e volatilidades cerca de 60% superiores.

O lado nominal das flutuações brasileiras caracteriza-se por apresentar volatilidades bem superiores ao lado real. Todas as variáveis são contracíclicas, e a magnitude de sua correlação com o PIB é relativamente baixa. Em contraste com os Estados Unidos, no

5 Idealmente deveríamos calcular a variância do Resíduo de Solow a partir dos dados. Conforme já mencionado, a dificuldade advém da inexistência de uma série de horas trabalhadas com periodicidade trimestral.

Brasil a inflação é contracíclica. Mas talvez o que mais chame atenção é que as volatilidades do lado nominal no Brasil são dez vezes superiores às dos EUA.

Tabela 1
Desvios Padrões (em %) das Séries Filtradas

Variável	EUA	BRA	TRI	MÊS	SEM	DIA
PIB	1,7	2,7	3,0	2,6	2,7	2,6
Consumo	0,86	1,9	2,5	1,8	1,6	1,5
Invest.	5,1	7,7	7,6	7,7	7,8	7,6
Export. Líq.		70	120	130	110	77
Juros Reais	0,65	4,9	5,5	5,5	5,5	5,5
Emprego	1,4	1,4	4,2	3,1	2,6	2,5
Preço	1,4	30	112	48	10	2,4
Inflação	0,57	20	247	143	8,6	2,0
Juros Nominais	0,30	23	252	144	11	6,0
M1 (cresc.)	1,5	42	37	37	37	37

Tabela 2
Correlação (contemporânea) com o PIB das Séries Filtradas

Variável	EUA	BRA	TRI	MES	SEM	DIA
Consumo	0,83	0,93	0,88	0,84	0,92	0,92
Invest.	0,90	0,89	0,79	0,87	0,94	0,95
Export. Líq.	-0,37	-0,44	0,29	0,05	-0,29	-0,54
Juros Reais	-0,23	-0,29	-0,23	-0,25	-0,24	-0,24
Emprego	0,86	0,46	0,96	0,95	0,97	0,98
Preço	-0,52	-0,22	-0,40	-0,38	-0,26	-0,49
Inflação	0,34	-0,15	-0,09	-0,13	-0,09	-0,15
Juros Nominais	0,40	-0,21	-0,09	-0,15	-0,21	-0,28
M1 (cresc.)	0,33	-0,18	-0,72	-0,48	-0,13	-0,02

Tabela 3
IS Dinâmica. Variável Dependente: Hiato do Produto

Var. indep.	EUA	BRA	TRI	MES	SEM	DIA
Hiato (-1)	0,83 (0,04)	0,67 (0,07)	0,57	0,60	-0,63	-0,63
Juros Real	-0,13 (0,10)	-0,12 (0,04)	-0,10	-0,10	-0,10	-0,09

Desvios padrões entre parêntesis.

As quatro últimas colunas das Tabelas 1, 2 e 3 referem-se às simulações das economias artificiais, calibradas na margem para trimestre, mês, semana e dia. Os valores de σ_z e ϕ foram escolhidos de forma que as volatilidades do PIB e do investimento das economias artificiais ficassem próximas de suas correspondentes nos dados brasileiros.⁵ Contudo, adotou-se a restrição de que σ_z fosse no mínimo igual a 0,007, sob a justificativa de que a volatilidade dos choques tecnológicos no Brasil, uma economia em desenvolvimento, deve ter pelo menos a mesma magnitude da dos EUA. Mais especificamente, os valores escolhidos para esses parâmetros foram, respectivamente para a economia calibrada para trimestre, mês, semana e dia, $\sigma_z = 0,007$ e $\phi = 100$; $\sigma_z = 0,008$ e $\phi = 110$; $\sigma_z = 0,0095$ e $\phi = 130$; e $\sigma_z = 0,0095$ e $\phi = 130$.

Há várias propriedades comuns a todas as economias artificiais:

- (i) o consumo e o investimento são fortemente pró-cíclicos e o consumo é menos volátil que o PIB, um mérito comum aos modelos de ciclos reais que têm choques tecnológicos como principal causador das oscilações;
- (ii) os juros reais são contracíclicos e têm coeficiente na “IS dinâmica” dentro do intervalo de confiança dos dados reais, um mérito da especificação de capital de giro;
- (iii) a volatilidade e a correlação com o PIB do emprego simulado são superiores às dos dados originais, já que esta série possibilita as duas margens de ajuste (pessoas ocupadas e horas trabalhadas por pessoa);
- (iv) a volatilidade das exportações líquidas variam bastante de um experimento para outro, e também se distinguem dos dados, o que se deve, em boa parte, à aproximação da função logarítmica próxima a seu zero;
- (v) a volatilidade da taxa de juros real e do crescimento da moeda, que são exógenas ao modelo, se distinguem dos dados devido à especificação parcimoniosa do processo de expansão da moeda;
- (vi) todas as variáveis nominais (preço, inflação, juros nominais e crescimento da moeda) são contracíclicos, um resultado que suporta a especificação de preços flexíveis, como discutiremos a seguir.

Em contraste, outras variâncias e correlações são distintas entre as economias simuladas, e podem nos dar informações úteis sobre os efeitos do imposto inflacionário sobre os ciclos brasileiros:

- (i) a volatilidade do PIB na economia “trimestral” é superior à observada nos dados, mesmo quando o choque tecnológico tem a mesma volatilidade que o choque tecnológico da economia dos EUA,
- (ii) enquanto as exportações líquidas são contracíclicas nos dados, elas são pró-cíclicas na economia “trimestral”, praticamente não correlacionadas com o PIB na economia “mensal”, e contracíclicas nas economias “semanal” e “diária”;
- (iii) a volatilidade das variáveis nominais (com exceção de M1) é relativamente alta nas economias “trimestral” e “mensal” e relativamente baixas nas economias “semanal” e “diária”

Em nossa opinião, a economia artificial que melhor mimetiza a economia brasileira é a denominada “semanal”, dada a natureza contracíclica das exportações líquidas e as volatilidades relativamente adequadas das variáveis nominais. Essa economia parece reproduzir bem não somente os fatos estilizados das flutuações das variáveis reais, mas também das variáveis nominais. Na medida em que não dispomos de dados sobre a frequência com que os agentes realocavam seus haveres monetários, esse resultado é indicativo de que frequência semanal é uma boa aproximação.

Indiretamente, esse resultado também é um indicativo de que os efeitos do imposto inflacionário sobre os ciclos reais brasileiros foram pequenos. Os agentes da economia “semanal” estão sujeitos a um processo monetário com uma expansão anual de cerca de 25%. Isto é, embora a inflação tivesse ordens de magnitude maior, as frequências altas se comportaram como se o País tivesse inflação baixa.

Como nessa economia os preços também se reajustam uma vez por semana, esse resultado também suporta a hipótese de preços flexíveis para periodicidade trimestral. De fato, todas as economias artificiais, mesmo a com preço flexível para periodicidade diária, geram variáveis nominais que são contracíclicas, em sintonia com a economia brasileira.

Isso é relevante porque, em contraste com o Brasil, os ciclos reais para a economia dos Estados Unidos indicam que a inflação é pró-cíclica, e os preços são contracíclicos. E conforme apontam Cooley e Hansen (1998), nenhum modelo consegue reproduzir esse fato estilizado: os modelos de preços flexíveis implicam inflação e preços contracíclicos,

e os modelos de preços rígidos inflação e preços pró-cíclicos. No caso brasileiro, esse problema desaparece, já que modelos de preço flexível conseguem ter sucesso em mimetizar os comportamentos tanto do preço como da inflação.

Vale dizer também que as simulações indicam que a hipótese de flexibilidade de preços não é suficiente para bons resultados. Nas economias “trimestral” e “mensal” a emissão de moeda tem o efeito de distorcer as demais alocações (note em especial as exportações líquidas), embora os preços sejam totalmente flexíveis, e sua variação tende a cancelar os efeitos monetários.

6 Cenários para frequência baixa

Com a economia artificial em mãos, e escolhida a calibração na margem semanal como a melhor opção, podemos partir para a segunda fase de nossa análise: propor uma metodologia de projetar as variáveis econômicas tomando a produtividade como a única grandeza exógena; e quantificar a importância da vulnerabilidade externa para o crescimento do PIB.

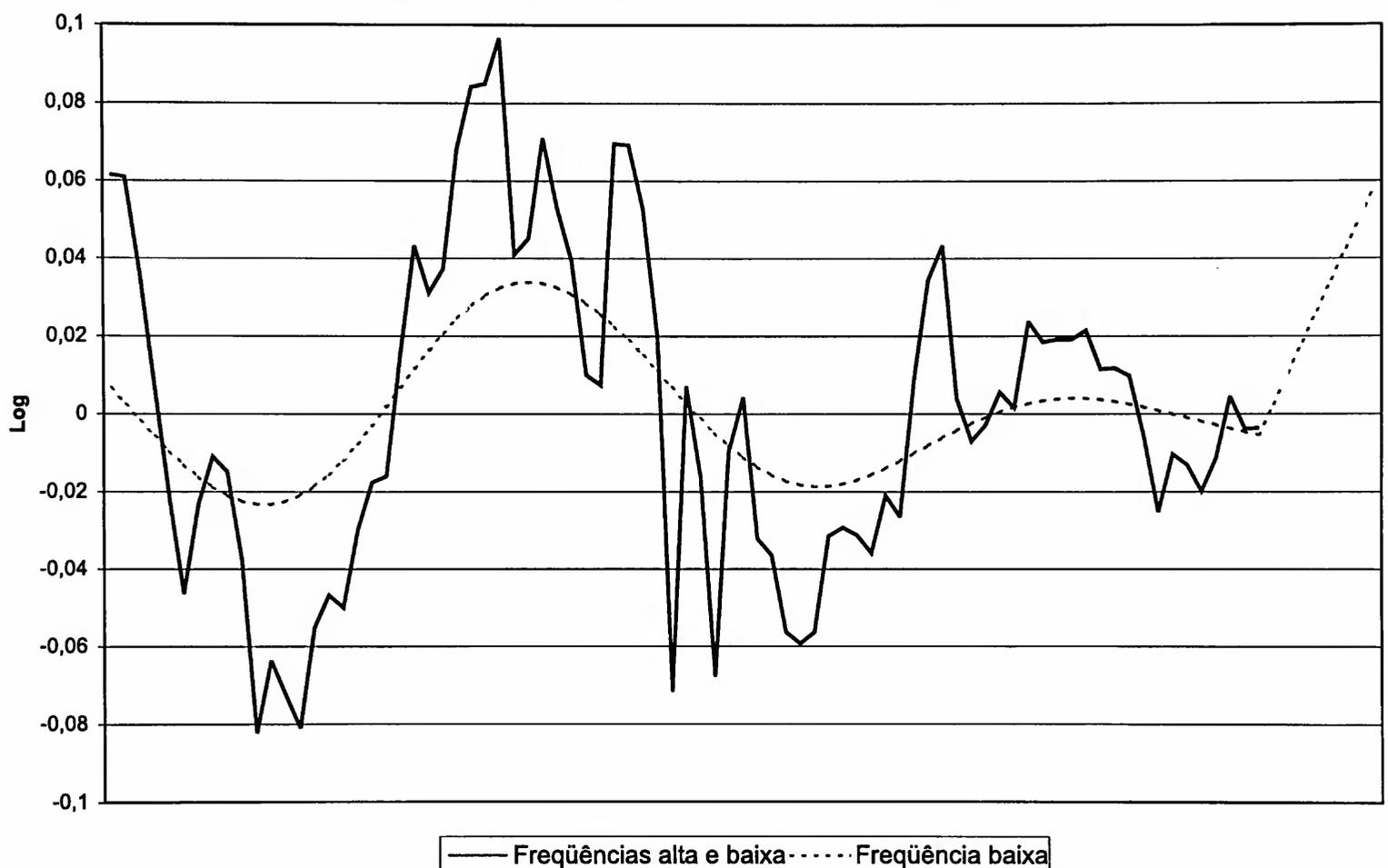
Para compreender nossa metodologia de projeção é útil dividir as séries temporais macroeconômicas em três componentes: (i) tendência, (ii) frequência baixa e (iii) frequência alta. Por tendência, compreende-se um fator geométrico que é o valor médio no período do crescimento da série em questão; por frequência baixa, a série correspondente ao filtro Hodrick-Prescott aplicado sobre o logaritmo da série já sem a tendência; e por frequência alta, o resíduo da série, uma vez subtraídas a tendência e a frequência baixa.

A metodologia de ciclos reais implicitamente também divide as séries nesses três componentes, fazendo com que a tendência seja dada pelos crescimentos populacionais e tecnológicos, e que as flutuações (frequência alta) sejam obtidas após filtragem. A parte implícita está em filtrar a série original, sem eliminar a tendência, o que é equivalente se recordarmos que a tendência também é eliminada pela filtragem.

Alterar a tendência para efetuar uma projeção significaria ter que recalibrar o modelo, alterando os valores de γ , η , e assim β . Em princípio, não há nada errado em fazê-lo, mas uma alteração nas preferências nunca é uma boa opção sob o ponto de vista metodológico. Com isso em mente, optamos por manter a tendência das séries constante, alterando a frequência baixa. Em outras palavras, nossa metodologia consiste em supor um comportamento para a frequência baixa e obter a reação da economia artificial (frequência alta) que resulta dessa suposição.

Para melhor visualização, na Figura 1 reportamos a série do logaritmo do PIB sem tendência e a do filtro de Hodrick-Prescott aplicado a essa série. A série HP corresponde à frequência baixa, e a série PIB à soma da frequência baixa com a frequência alta. A série correspondente à tendência, que em logaritmo seria uma reta inclinada, não aparece na figura. Nossa metodologia é supor uma determinada inclinação para a série HP a partir de 2001 (como aparece na figura), e obter (endogenamente) o PIB juntamente com as demais séries macroeconômicas, para um intervalo futuro desejado.

Figura 1
Componentes do PIB sem Tendência



Como a figura indica, a escolha da frequência baixa para o futuro (inclinação para a série HP) parece ser distinta de seu comportamento no passado. Isto é intencional, para explicitar as vantagens comparativas dessa metodologia com relação à Econometria. Na seção anterior utilizamos a teoria de Ciclos Reais para construir um modelo que foi calibrado utilizando-se fatos do crescimento secular para se estudar flutuações. Isto, por si, mostra que a teoria utilizada independe da frequência em questão, e do que ocorreu no passado recente. A construção de um cenário bastante distinto do que ocorreu no passado pode ser realizada sem problemas se acreditamos que a teoria vale independente disso.

Em contraste, se nosso interesse é projetar o futuro baseando-se fortemente no comportamento dos dados observados, Séries Temporais parece ser o melhor caminho.

O procedimento computacional utilizado é o de fazer sucessivas convergências ao estado estacionário. Encontramos o nível de capital inicial para cada uma dessas convergências subtraindo do capital de estado estacionário uma quantia devida ao crescimento (exógeno) da baixa tendência. A opção por simular convergências, ao invés de choques tecnológicos, justifica-se por seu caráter permanente. Como choques tecnológicos (resíduo de Solow) são temporários, optamos por impor valores sempre iguais a zero para z_t .

É interessante notar que o único parâmetro exógeno necessário para simulações é a taxa de crescimento da frequência baixa. Todos os demais - velocidades de convergência, comportamento do investimento e exportações líquidas, horas trabalhadas, capital e passivo externo acumulados - são obtidos endogenamente. Mais importante: esse comportamento endógeno foi confrontado com os dados brasileiros na seção anterior, com bom desempenho.

Inicialmente escolhemos um valor alto para a taxa de crescimento da frequência baixa, e obtemos o cenário mostrado nas Figuras 2 a 6. Para verificar a consistência do procedimento, o cenário foi traçado para um horizonte de 150 anos. Observe que o passivo externo líquido sobre o PIB se estabiliza (Figura 6), embora as exportações líquidas pareçam inicialmente atingir valores surpreendentemente negativos que até sugerem insolvência. Nosso modelo exclui a possibilidade de jogos de Ponzi, o que implica equilíbrios em que o Brasil é sempre solvente, no sentido de os agentes poderem pagar as dívidas adquiridas. Contudo, o equilíbrio não é necessariamente sustentável, no sentido de os agentes preferirem pagar a dívida a um *default* (vide Obstfeld and Rogoff (1995) para essa distinção). É exatamente por isso que escolhemos um limite para o déficit de Transações Correntes. Estamos implicitamente, e de forma *ad-hoc*, escolhendo um critério de sustentabilidade, a partir do qual os agentes econômicos optariam por não pagar suas dívidas e, portanto, não obteriam empréstimos.

Figura 2
PIB - Taxa de Crescimento Anual (%)

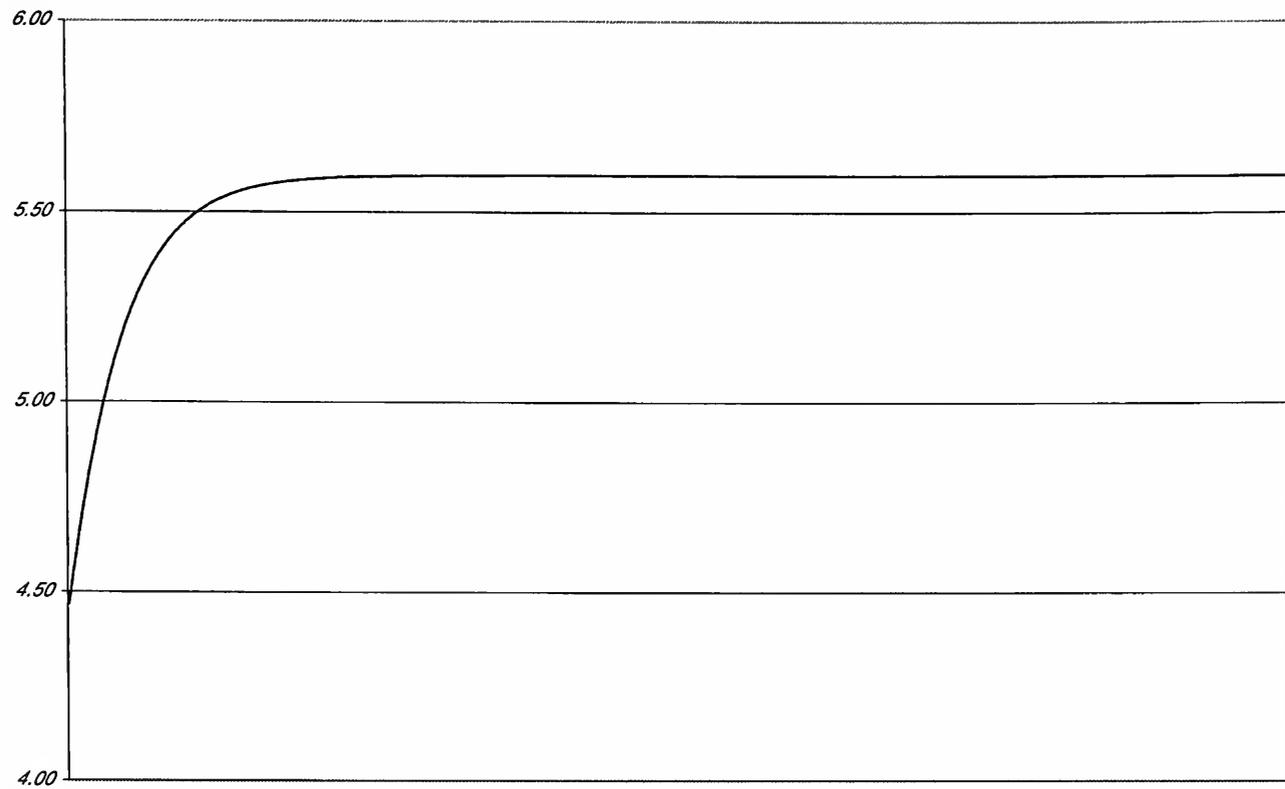


Figura 3
Investimento (% PIB)

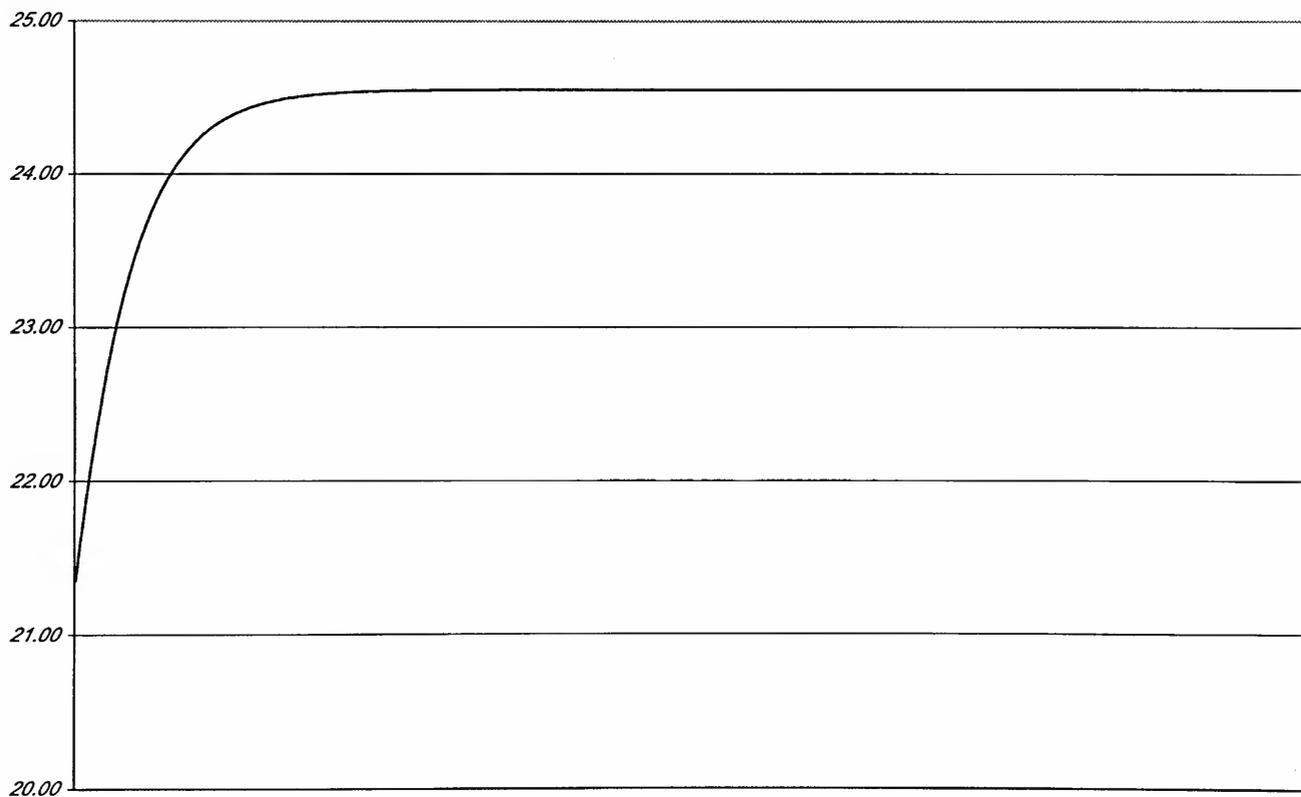


Figura 4
Exportações Líquidas (% PIB)

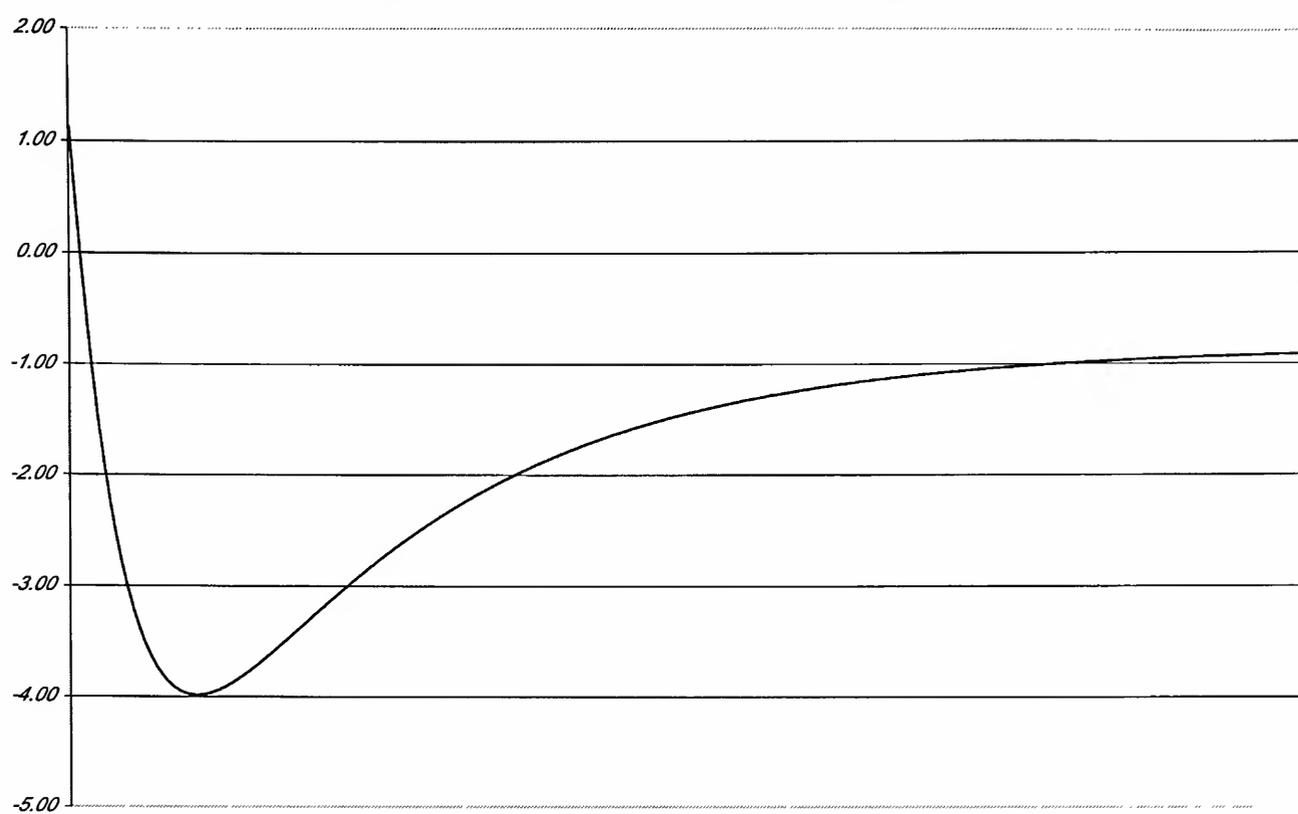


Figura 5
Transações Correntes (% PIB)

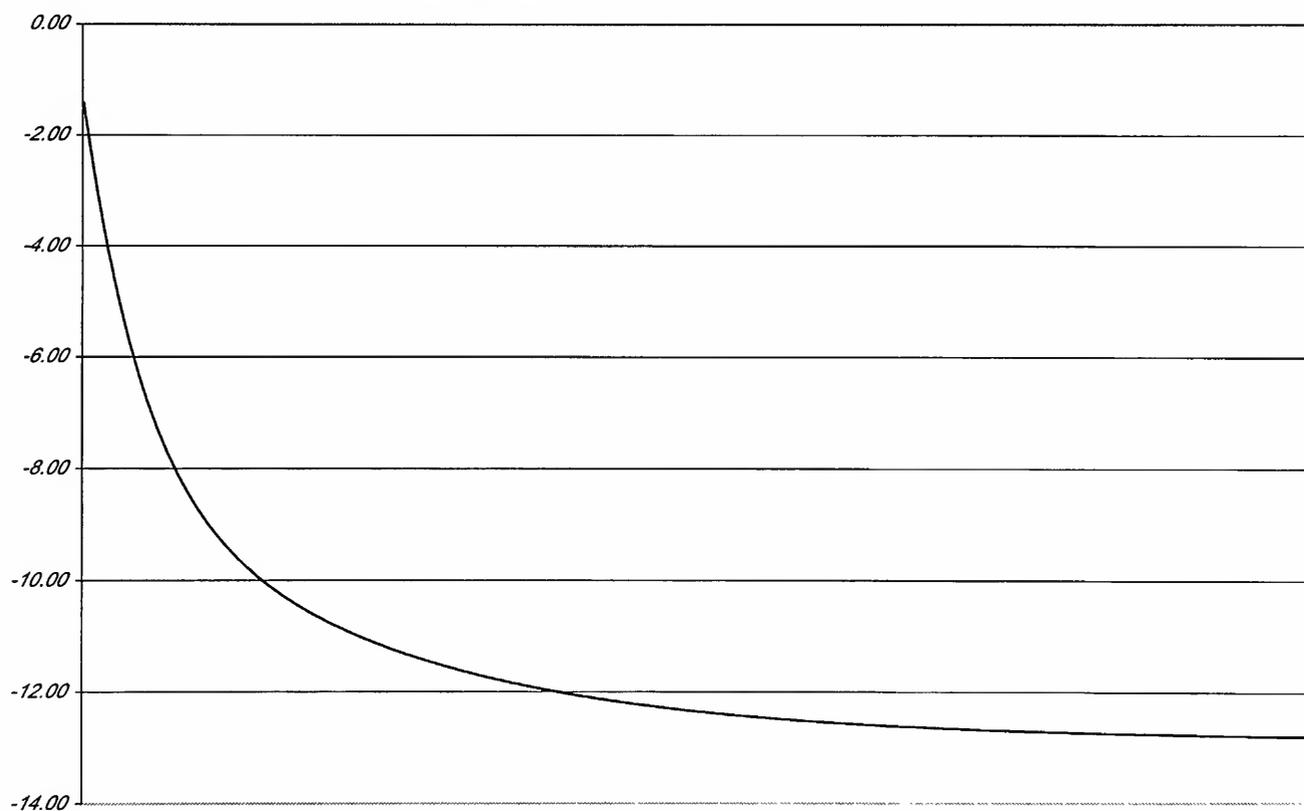
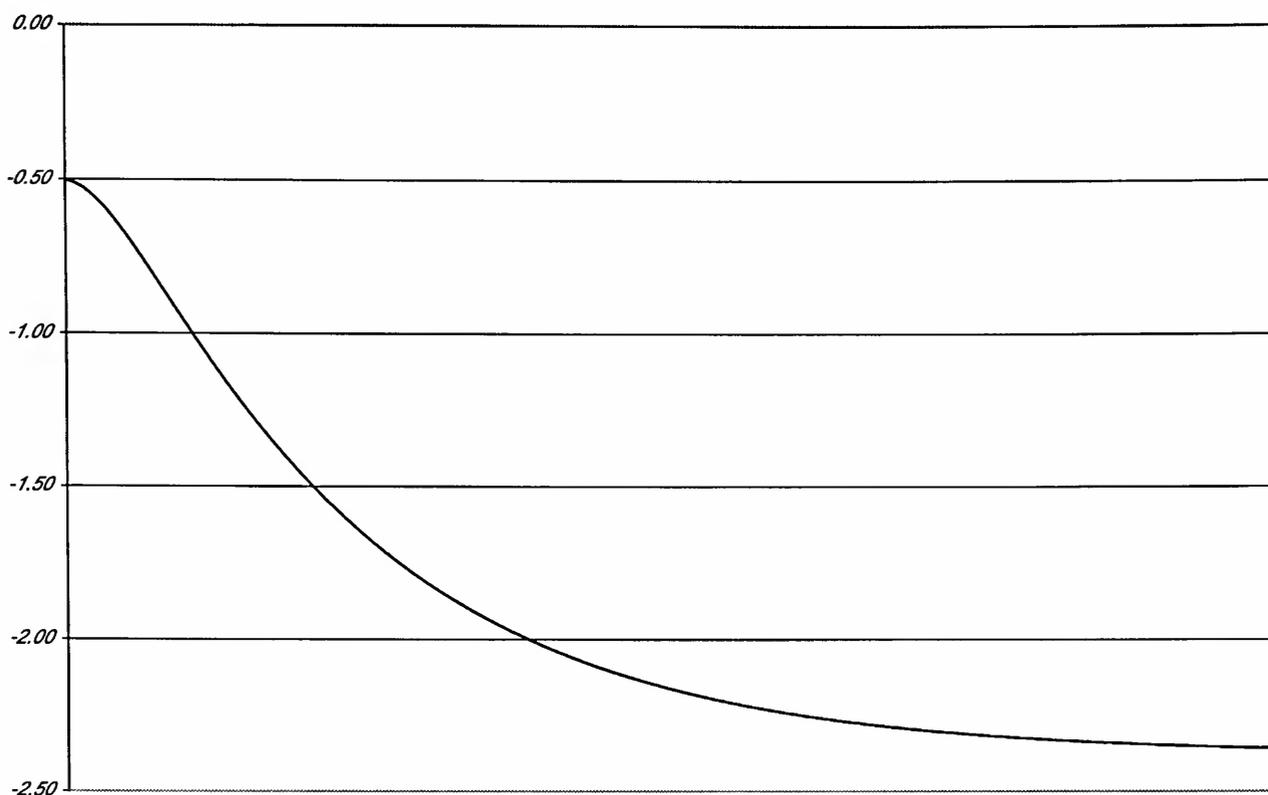


Figura 6
Ativo Externo Líquido / PIB



A seguir, reduzimos a taxa de crescimento da frequência baixa até atingirmos uma situação em que o déficit de Transações Correntes fique inferior a 4,5% do PIB nos primeiros dez anos. As figuras correspondentes a esse cenário são idênticas, em forma às já apresentadas, mas com todas as variáveis assumindo valores mais baixos (em módulo). O crescimento médio do PIB nesses dez anos é de somente 3,7%. Será que esse é definitivamente um limite superior ao nosso crescimento? Há várias qualificações a este resultado. No que segue, colocamos algumas questões e possibilidades que, de certa maneira, podem desafiá-lo.

O primeiro desafio a esse resultado pode ser implementado no próprio arcabouço aqui desenvolvido. Assumimos que o horizonte relevante para a restrição à sustentabilidade é igual a dez anos. Novamente, de forma implícita, estamos considerando que os emprestadores internacionais trabalham com esse horizonte, mas não temos justificativa para tal. Como a curva de Transações Correntes é monotônica decrescente, experimentos com horizontes mais curtos implicam maiores taxas de crescimento. Em especial, um horizonte de cinco anos é consistente com uma taxa média anual de crescimento do PIB de 4,5%.

Uma segunda possibilidade seria explicitamente modelar sustentabilidade, endogeneizando o nível de Transações Correntes consistente com uma dada taxa de crescimento, nível de capital, e nível do passivo externo líquido. O trabalho de Kehoe e Perri (2002) estuda restrições endógenas de crédito no caso em que o financiamento externo serve

para suavizar o consumo em caso de choques de produtividade. Seria necessário estender esse trabalho para um caso em que o financiamento externo permite também crescimento econômico, o que parece não ser trivial. Além das dificuldades de formulação teórica, a implementação numérica por meio da aproximação da função valor num espaço de estados discreto, que é utilizada pelos autores, provavelmente resulta num problema de excessivas dimensões, no nosso caso.

Uma terceira possibilidade seria avançar no modelamento da estrutura produtiva. O ganho desse detalhamento seria permitir que alterações no sistema produtivo possibilitem um maior crescimento econômico no caso de restrição ao crédito. Um exemplo disso seria construir um modelo com um setor de bens não-comercializáveis, um setor de bens importáveis e outro de bens exportáveis. Talvez a restrição externa implique um desenvolvimento baseado no setor de exportáveis em detrimento dos outros setores. Um outro exemplo seria construir um modelo que especificasse os quarenta e dois setores da matriz insumo-produto, na linha dos “modelos de equilíbrio geral computável” Em ambos os casos, deve haver grandes desafios em termos de modelar o comportamento dinâmico enquanto se sofisticava a estrutura intratemporal, e de calibração dos vários novos parâmetros.

7 Conclusões

Construímos um modelo com microfundamentos, na tradição da literatura de Ciclos Reais, para projetar o PIB brasileiro nos próximos dez anos. Quando preços são flexíveis, e moeda é “calibrada na margem” para periodicidade semanal, o modelo mimetiza os principais fatos estilizados das flutuações brasileiras das últimas duas décadas. Isto talvez seja surpreendente porque inflação alta foi um fator crucial na economia brasileira, distorcendo preços e alocações. Contudo, embora os efeitos da inflação sobre o crescimento secular tenham sido indubitavelmente pernicioso, seus impactos nas altas frequências foram questionáveis. A sofisticação financeira brasileira permitiu que os agentes realocassem seu haveres monetários com grande frequência, reduzindo os efeitos das oscilações provenientes do processo de emissão monetária.

Embora vários dos resultados obtidos sejam indicativos de flexibilidade de preços, em particular as correlações com o PIB dos preços e inflação nas economias artificiais, acreditamos que a extensão desse estudo para um ambiente com preços rígidos seria importante. Isso não somente poderia desafiar ou dar robustez ao resultado aqui encontrado, mas também seria provavelmente de maior relevância para a década que segue. Talvez com o controle da inflação os preços da economia brasileira se tornem mais fixos, e a rigidez de preços se torne tão importante quanto é considerada pelos modelos de metas inflacionárias.

Com a economia artificial em mãos, e escolhendo (exogenamente) a taxa de crescimento do componente em frequência baixa do PIB, obtivemos o comportamento das demais séries econômicas endogenamente. Em especial, o perfil das exportações líquidas foi calculado segundo a maximização dos agentes econômicos, e em conformidade com o comportamento de alta frequência dessa série observado no passado.

Seguindo a tradição dos modelos de “hiato”, do Banco Mundial, do Fundo Monetário Internacional, assumimos que a restrição ao crescimento é dada por um limite ao déficit de Transações Correntes. Em particular, assumimos que esse limite é de 4,5% do PIB, num horizonte de dez anos. Com isso, calculamos o crescimento máximo do PIB que é consistente com essa restrição, obtendo uma taxa média de 3,7% ao ano.

Há várias formas de desafiar esse resultado, inclusive no próprio arcabouço desse artigo. Talvez mais importante que o resultado em si, é a metodologia descrita. Em contraste com os modelos tipicamente utilizados para construir cenários, a formação de poupança doméstica e externa ocorre endogenamente, e está de acordo com o comportamento de alta frequência observado nos últimos vinte anos. Para construir cenários, a única variável exógena necessária é o crescimento do PIB. Conseqüentemente, essa metodologia nos permite obter o crescimento do PIB máximo para uma restrição externa qualquer, nada mais exógeno.

Referências

- Agenor, P.-R.; Montiel, P. J. *Development macroeconomics*. Princeton Univ. Press, 1995.
- Araújo, C. H. V.; Ferreira, P. C. G. Reforma tributária, efeitos alocativos e impactos de bem-estar. *Revista Brasileira de Economia*, v. 53, n. 2, p. 133-166, 1999.
- Bacha, E. L.; Bonelli, R. *Crescimento e produtividade no Brasil: o que nos diz o registro de longo prazo*. “Seminários” PUC-Rio, 2001.
- Bacha, E. L. A three-gap model of foreign transfers and the GDP growth rate in developing countries. *Journal of Development Economics* 32, p. 279-296, 1990.
- Bogdanski, J.; Springer, P. F.; Goldfajn, I.; Tombini, A. A. *Inflation targeting in Brazil: shocks, backward-looking prices and IMF conditionality*. WPS 24, BACEN, 2001.
- Christiano, L. J.; Eichenbaum, M. Liquidity effects, monetary policy, and the business cycle. *Journal of Money, Credit, and Banking*, v. 27, n. 4, p. 1113-1136, 1995.
- Christiano, L. J.; Eichenbaum, M.; Evans, C. L. Sticky price and limited participation models of money: a comparison. *European Economic Review* 41, p. 1201-1249, 1997.

- Cooley, T. F. *Frontiers of business cycle research*. Princeton Univ. Press, 1995.
- Cooley T. F.; Hansen, G. D. The role of monetary shocks in equilibrium business cycle theory: three examples. *European Economic Review* 42, p. 605-17, 1998.
- Correia, I.; Neves, J.; Rebelo, S. Business cycles in a small open economy. *European Economic Review* 39, p. 1089-1113, 1995.
- Ellery Jr., R.; Gomes, V.; Sachsida, A. Business cycle fluctuations in Brazil. *Revista Brasileira de Economia* v. 56, n. 2, 2002.
- Feenstra, R. C. Functional equivalence between liquidity costs and the utility of money. *Journal of Monetary Economics*, v. 17, n. 2, p. 271-91, 1986.
- Ferreira, P. C.; Rossi, J. W. Evolução da produtividade total dos fatores na economia brasileira. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, 1999.
- Gomes, V.; Pessoa, S.; Veloso, F. Evolução da produtividade total dos fatores na economia brasileira: uma análise comparativa. *Ensaio Econômico da EPGE*, 483, 2003.
- Greenwood, J.; Hercowitz, Z.; Huffman, G. Investment, capacity utilization and the business cycle. *American Economic Review* 78, p. 402-417, 1988.
- Kanczuk, F. Business cycles in a small open brazilian economy. *Economia Aplicada*, v. 5, n. 3, p. 455-470, jul./set. 2001.
- _____ Juros reais e ciclos reais brasileiros. *Revista Brasileira de Economia*, v. 56, n. 2, 2002.
- Kanczuk, F.; Faria Jr., F. Ciclos reais para a indústria brasileira. *Estudos Econômicos*, v. 30, n. 3, p. 335-350, jul./set. 2000.
- Kehoe, P. J.; Perri, F. International business cycles with endogenous incomplete markets. *Econometrica*, v. 70, n. 3, p. 907-28, 2002.
- Obsfeld, M.; Rogoff, K. *Foundations of international macroeconomics*. MIT Press, 1995.
- Pastore, A. C.; Pinotti, M. C. *One year of inflation targeting in Brazil: what have we learned about the channels of monetary transmission*. 2000. Mimeografado.
- Taylor, J. B. *Monetary policy rules*. The Univ. of Chicago Press, 1999.
- Val, P. R. C.; Ferreira, P. C. Modelos de ciclos reais de negócios aplicados à economia brasileira. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, v. 31, n. 2, 2001.