

Juros Reais e Ciclos Reais Brasileiros*

Fabio Kanczuk**

Sumário: 1. Introdução; 2. Modelo; 3. Dados e calibração; 4. Fatos estilizados e simulações; 5. Ciclos reais e política monetária; 6. Conclusão.

Palavras-chave: capital de giro; regras de Taylor.

Códigos JEL: E32 e E52.

Este artigo apresenta um modelo de equilíbrio geral dinâmico, construído para estudar a relação quantitativa entre flutuações nas taxas de juros reais e os ciclos reais da economia brasileira. Quando as firmas estão sujeitas a restrições de capital de giro, o modelo é consistente com as volatilidades cíclicas dos componentes das contas nacionais e com a natureza contracíclica dos juros reais. Simulações com regras de Taylor alternativas indicam como as estimações econométricas da curva IS dinâmica estão sujeitas à crítica de Lucas. O artigo apresenta sugestões de como o modelo de metas inflacionárias atualmente utilizado pelo Bacen deveria ser modificado para incorporar os resultados encontrados.

This paper presents a dynamic general equilibrium model to assess the quantitative relation between fluctuations in real interest rates and business cycles in the Brazilian economy. When firms are subject to working capital restrictions, the model is consistent with the cyclical volatilities of national income components as well as with the countercyclical character of real interest rates. Simulations with alternative Taylor rules indicate how econometric estimations of the dynamic IS curve are susceptible to the Lucas critique. The paper suggests how the inflation targeting model currently used by the Central Bank of Brazil should be transformed to incorporate its findings.

1. Introdução

Para estudar a relação quantitativa entre flutuações na taxa de juros reais e os ciclos reais na economia brasileira, construímos um modelo de equilíbrio geral dinâmico e estocástico, em linha com a literatura de ciclos reais, mas com atenção especial nos mecanismos de transmissão monetária. Em particular, investigamos como o canal da taxa de juros afeta a produção quando as firmas estão sujeitas a restrições de capital de giro.

* *Artigo recebido em jan. e aprovado em set. 2001.*

** *FEA/USP. O autor agradece os comentários de um parecerista anônimo e os bate-papos com Laura Alfaro, Celso Toledo, Chico Faria Jr. e, especialmente, Genilson Totó Santana, isentando-os todavia, de qualquer responsabilidade pelos erros por ventura cometidos.*

Tradicionalmente, a literatura em ciclos reais coloca os choques tecnológicos como o principal fator causador das flutuações em frequência alta na atividade econômica. Talvez por isso, essa literatura quase não é empregada em estudos para países emergentes, como o Brasil, nos quais choques monetários e fiscais parecem mais importantes do que em economias desenvolvidas. Contudo, como já mencionado por vários (Prescott, 1998), a metodologia de utilizar a linguagem Arrow-Debreu, métodos recursivos e técnicas computacionais para desenvolver economias artificiais pode ser adotada independentemente do nível de desenvolvimento econômico da economia em questão. A relevância e o papel dos diferentes choques (tecnológico, fiscal, monetário, internacional?) é uma questão em aberto, ainda a ser respondida. Nesse artigo, consideramos os choques nas taxas de juros e estudamos seus efeitos.

Nosso modelo, embora de economia fechada, é semelhante a um modelo eclássico padrão de economia pequena aberta (Correia, Neves & Rebelo, 1995; and Mendoza, 1991). O governo ocupa o papel do “resto do mundo”, determinando a taxa de juros a que famílias e firmas estão sujeitas. Da mesma forma, os ativos financeiros das famílias constituem a dívida pública, em vez de ativos (ou passivos) externos. Note que essa modelagem contrasta com a forma usual de tratamento da taxa de juros em modelos de ciclos reais de economia fechada, nos quais a taxa de juros é determinada endogenamente, pela produtividade marginal do capital.

Assim como em modelos de economia aberta, em nosso modelo a taxa de juros afeta a atividade econômica através de dois canais: mudanças no nível de investimento e mudanças na oferta de trabalho. Um aumento nas taxas de juros induz os agentes a alocarem menos recursos em capital produtivo, reduzindo investimento e, assim, o produto futuro. Ao mesmo tempo, os juros afetam a oferta de trabalho através de efeitos renda e substituição. Num país em que o governo é um devedor líquido (famílias são credores líquidos), um aumento na taxa de juros tem efeitos ambíguos. Como lazer é um bem superior, e nesse ambiente as famílias ficam mais ricas com taxas de juros mais elevadas, o efeito-renda aponta na direção de reduzir a oferta de trabalho. O efeito-substituição aponta na direção oposta: é mais atrativo trabalhar quando o retorno sobre os ativos acumulados é maior

Na prática, esses efeitos são quantitativamente pequenos mesmo quando os movimentos na taxa de juros são tão grandes como os observados no Brasil. Nossa economia calibrada implica correlações de 0,05 entre taxa de juros e

produto, enquanto a correlação nos dados brasileiros é de $-0,40$. Isto sugere que o modelo-padrão pode estar perdendo algum canal importante através do qual a taxa de juros afeta a atividade econômica.

Introduzimos uma fricção causada pelo sincronismo imperfeito entre as receitas e despesas das firmas, de maneira semelhante à de Christiano e Eichenbaum (1995). Devido a essa fricção, as firmas são forçadas a manter uma fração da produção como capital de giro, que não rende juros como os outros ativos da economia. Quando a taxa de juros sobe, os custos relacionados ao capital de giro aumentam, reduzindo as receitas das firmas. Como consequência, a demanda por trabalho diminui (as firmas reduzem o número de horas trabalhadas e o número de escalas de cada planta). Com esse canal adicional, nossa economia calibrada reproduz os dados de alta frequência da economia brasileira bem melhor que a economia original.

Esforços recentes do Banco Central do Brasil em desenvolver modelos de metas inflacionárias (Bogdanski, Tombini & Werlang, 2000) deram origem a um grande número de estimações da curva IS, ou da sensibilidade do hiato do produto à taxa de juros reais. Utilizamos nossa economia artificial para estimar essa relação e obtivemos resultados bastante próximos dos obtidos por econometria aplicada diretamente sobre os dados. A seguir utilizamos o modelo para mostrar como a famigerada “crítica de Lucas” (Lucas Jr., 1976) se aplica a utilização de econometria não estrutural por parte do Banco Central. Alteramos a política do governo (o processo estocástico da taxa de juros) e mostramos que os coeficientes estimados também se alteram. Este experimento sugere como modelos com microfundamentos podem e devem ser utilizados por bancos centrais cada vez que uma decisão sobre política monetária deva ser feita.

A seção 2 explicita o modelo a ser utilizado e a restrição de capital de giro. A seção 3 descreve os dados e a calibração. A seção 4 apresenta os fatos estilizados para os ciclos reais brasileiros e os compara com os dos EUA e com nossas simulações. A seção 5 aplica nosso modelo à condução de política monetária. A última seção apresenta nossas conclusões.

2. Modelo

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_o , que elas alugam para as firmas e podem aumentar através de investimentos, bem como um nível inicial de títulos b_o que rendem uma taxa de juros estocástica r_t .

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

$$U_s = E_s \sum_{t=s}^{\infty} [(1+\eta)\beta]^{t-s} [\log(c'_t) + a(1-h'_t)] \quad (1)$$

em que c'_t e h'_t representam seqüências Arrow-Debreu de consumo e trabalho contingentes ao estado em termos *per capita*, η representa a taxa de crescimento da população e $\beta \in [0, 1]$ é um parâmetro de desconto. A forma funcional das preferências está de acordo com a especificação de trabalho indivisível de Hansen (1985). As famílias que povoam a economia ofertam trabalho e capital às firmas que têm acesso a uma tecnologia descrita por uma função de produção Cobb-Douglas:

$$Y'_t = F(z_t, K'_t, H'_t) = \exp(z_t)(1+\gamma)^{(1-\theta)t} K'^{\theta}_t ((1+\eta)^t H'_t)^{1-\theta} \quad (2)$$

em que trabalho (H'_t) e capital acumulado (K'_t) 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 $\bar{K}_t = K'_t / [(1+\eta)(1+\gamma)]^t$, com expressões análogas para as outras variáveis. De forma semelhante, para variáveis que já estão em termos *per capita*, utilizamos $c_t = c'_t / (1+\gamma)^t$.

Assumimos que z_t e r_t evoluem de acordo com as leis de formação:

$$z_{t+1} = \rho_z z_t + \varepsilon_{zt} \quad (3)$$

$$r_{t+1} = (1 - \rho_r) r^m + \rho_r r_t + \rho_y y_t + \varepsilon_{rt} \quad (4)$$

em que r^m é uma constante e ε_z e ε_r são distribuídas de acordo com uma normal, com média 0 e desvios-padrão σ_ε and σ_r . A lei de formação para

o resíduo de Solow, z_t , é usual na literatura. Para a taxa de juros real, r_t , estamos assumindo que a política monetária tem a forma proposta por Taylor (1999). Como nosso modelo não contempla inflação (ou outras variáveis nominais), a taxa de juros é somente uma função das taxas de juros anteriores e do hiato do produto, y_t . O hiato do produto, como usual, é o produto logaritmado e filtrado pelo filtro de Hodrick-Prescott.

O capital deprecia-se exponencialmente a uma taxa δ e os consumidores aumentam o estoque de capital através 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:

$$(1 + \eta)(1 + \gamma)K_{t+1} = (1 - \delta)K_t + I_t \quad (5)$$

As firmas alugam capital e contratam trabalho. Em contraste com os modelos mais usuais de ciclos reais, assumimos que as firmas também têm de 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 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 M_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:

$$Max \left\{ \sum_{t=s}^{\infty} \frac{[Y_t - w_t H_t - u_t K_t - M_t + M_{t-1}]}{\prod_{j=s}^t (1 + r_j)^{j-s}} \right\} \quad (6)$$

sujeito às restrições de capital de giro,

$$M_t \geq \alpha Y_t \quad (7)$$

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 transformado pela restrição de capital de giro é, a princípio, dinâmico e complicado. Contudo, resulta que ele pode ser dividido em problemas de maximização para cada período. Podemos escrever o problema da firma no período t , depois de haver inserido a restrição de capital de giro, como:

$$Max \left\{ Y_t[1 + r_t(1 - \alpha)]/(1 + r_t) - w_t H_t - u_t K_t \right\} \quad (8)$$

Essa otimização implica preços de fatores

$$w_t = \exp(z_t)(1 - \theta)(K_t/H_t)^\theta[1 + r_t(1 - \alpha)]/(1 + r_t) \quad (9)$$

e

$$u_t = \exp(z_t)\theta(H_t/K_t)^{1-\theta}[1 + r_t(1 - \alpha)]/(1 + r_t) \quad (10)$$

Como há retornos constantes com a escala, não há lucros em equilíbrio.

As famílias, em contraste, resolvem um problema intertemporal e têm de formar expectativas sobre preços futuros. Elas escolhem consumo, investimento, demanda por (novos) títulos e horas de trabalho em cada data para maximizar o valor descontado da utilidade sujeito às seqüências de restrições orçamentárias e leis de formação de capital e títulos:

$$c_t + i_t[1 + \phi(i_t/k_t)] + x_t \leq w_t(1 - \tau)h_t + u_t k_t - (u_t - \delta)\tau k_t + T_t \quad (11)$$

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

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

As seqüências i_t and x_t representam, respectivamente, investimento e demanda por novos títulos. A função $\phi(i_t/k_t)$ é convexa e representa os custos associados à 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 é conveniente por implicar que os custos sejam 0 no estado estacionário e por ter forma quadrática (o tipo de solução numérica utilizada tranforma o modelo original em um linear quadrático).

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 do governo. Finalmente, T_t corresponde a transferências *lump-sum*.

A restrição orçamentária do governo é dada por:

$$(1 + \eta)(1 + \gamma)B_{t+1} = (1 + r_t(1 - \tau_r))B_t + G_t + T_t - R_t \quad (14)$$

em que B_t é a dívida pública, G_t é o consumo do governo, T_t são transferências *lump-sum* e R_t são as receitas dos impostos sobre as remunerações do trabalho e capital, e receitas financeiras sobre as firmas:

$$R_t = \tau[w_t H_t + (u_t - \delta)K_t] + M_{t-1}r_{t-1}(1 - \tau_r) \quad (15)$$

Note 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, e suas implicações serão discutidas adiante. Para determinarmos a política do governo precisamos saber como ele aloca seus recursos entre consumo e transferências. Assumimos que:

$$T_t = \xi\tau[w_t H_t + (u_t - \delta)K_t] \quad (16)$$

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. Como veremos a seguir, essa hipótese, em conjunto com a hipótese sobre a “separabilidade” do consumo do governo, facilita bastante a computação de equilíbrio. Elas implicam que variáveis do período $t - 1$ não são variáveis de estado para o problema das famílias em t , já que as transferências *lump-sum* não dependem de M_{t-1} e o consumo do governo não afeta o problema de maximização.

Utilizamos o conceito de equilíbrio competitivo recursivo. As variáveis de estado para cada família são z_t , r_t , K_t , k_t , B_t e b_t . A equação de otimalidade no problema das famílias pode ser escrita como:

$$V(z, r, K, k, B, b) = \text{Max}\{\log(c) - ah + \beta(1 + \eta)E[V(z', r', K', k', B', b')|z, r]\} \quad (17)$$

tal que

$$c + i[1 + \phi(i/k)] + x \leq w(z, r, K)(1 - \tau)h + u(z, r, K)k - (u(z, r, K) - \delta)\tau k + T \quad (18)$$

$$(1 + \eta)(1 + \gamma)k = (1 - \delta)k + i \quad (19)$$

$$(1 + \eta)(1 + \gamma)K = (1 - \delta)K + I \quad (20)$$

$$(1 + \eta)(1 + \gamma)b = (1 + r(1 - \tau_r))b + x \quad (21)$$

$$(1 + \eta)(1 + \gamma)B = (1 + r(1 - \tau_r))B + G + T - R \quad (22)$$

$$z' = \rho_z z + \varepsilon_z \quad (23)$$

$$r = r'(z, r, K, B) \quad (24)$$

$$T = T(z, r, K, B) \quad (25)$$

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

- o problema das famílias;
- o problema das firmas;
- as políticas fiscal e monetária do governo, isto é, $T(z, r, K, B) = \xi\tau[w(z, r, K)H(z, r, K, B) + (u(z, r, K) - \delta)K]$, e $r'(z, r, K, B) = (1 - \rho_r)r^m + \rho_r r + \rho_y y(z, K) + \varepsilon_r$;
- as condições de equilíbrio de mercado (*market clearing*), isto é, $c(z, r, K, K, B, B) = C(z, r, K, B)$, $i(z, r, K, K, B, B) = I(z, r, K, B)$, $x(z, r, K, K, B, B) = X(z, r, K, B) = G + T - R$ e $h(z, r, K, K, B, B) = H(z, r, K, B)$.

3. Dados e Calibração

Seguindo Pastore e Pinotti (2000), utilizamos dados trimestrais de 1980:1 a 2000:1, excluindo as observações de 1991 devido à particular turbulência desse ano.¹ Todos os dados foram obtido do Ipeadata e suas fontes originais encontram-se no *site* www.ipea.gov.br.

PIB é a série dessazonalizada de média móvel,² e investimento vem da fração do PIB alocada para formação de capital.³ Como não dispomos de uma

¹ A opção por excluir as observações de 1991, embora um pouco arbitrária, permite que nossos resultados sejam comparados diretamente com os desses autores. Contudo, os resultados deste artigo são robustos à não-exclusão dessas observações.

² A rigor, a série em si não é de “média móvel”; somente o deflator do PIB é móvel.

³ É importante mencionar que o Brasil não dispõe de contas nacionais trimestrais.

boa série de consumo do governo trimestral, analisamos o comportamento da série correspondente à *soma* do consumo privado com o consumo do governo, a qual denotamos simplesmente por consumo. Essa série é obtida pela subtração do investimento da série de PIBs. A rigor, a série de exportações líquidas também deveria ser descontada, mas como para o Brasil elas são uma fração bem pequena do PIB (menos de 2%), elas podem ser desconsideradas, com a vantagem de não poluírem a série de consumo (Kanczuk, 2001). Como não temos uma série de bens duráveis, eles estão incluídos na série de consumo, em vez de serem adicionados ao investimento, como sugere a literatura de ciclos reais.

Também não temos uma série de horas trabalhadas. No seu lugar utilizamos a série de emprego nas áreas metropolitanas (PME) e a comparamos com uma medida de horas trabalhadas no setor industrial (PIM).

A taxa de juros real é a Selic descontada pelo IPCA centrado. Usando sua média no período, calibramos $r^m = 1,9\%$ (trimestral). Com a média da taxa de crescimento da população e a média da taxa de crescimento do PIB *per capita*, determinamos, respectivamente, $\eta = 0,36\%$, e $\gamma = 0,14\%$ (trimestrais).

Dividindo a restrição orçamentária do governo pelo PIB, obtemos:

$$(1 + \eta)(1 + \gamma)B_{t+1}/Y_{t+1} = (1 + r_t(1 - \tau_r))B_t/Y_t + (G_t + T_t - R_t)/Y_t \quad (26)$$

A média do superávit primário do governo no período foi de 1,6% do PIB e a média da dívida pública correspondeu a de 38% do PIB (anual). Usando esses valores na equação anterior na situação de estado estacionário, obtemos $\tau_r = 18\%$. Note que τ_r não significa necessariamente impostos sobre títulos do governo, mas pode refletir qualquer diferença entre a Selic e a média dos rendimentos sobre a dívida pública. A razão dívida sobre PIB também é um parâmetro calibrado, já que os valores de estado estacionários dependem do seu valor.

Para calibrar a tarifa de imposto sobre o capital e o trabalho, bem como a fração das transferências destinadas ao consumo do governo, utilizamos as médias históricas da carga tributária (27% do PIB) e do consumo do governo (18% do PIB). Com isso, determinamos $\tau = 27\%$ e $\xi = 0,33$.

O parâmetro θ corresponde à fração da remuneração do capital na renda total. As contas nacionais (IBGE) sugerem uma fração de 50%, mas infeliz-

mente incluem neste montante parte da remuneração de autônomos. Optamos, assim, por seguir um procedimento de calibração em que θ fosse obtido de outra forma. Para tal, utilizamos o valor para a depreciação observado nos EUA, $\delta = 4,8\%$ (anual, conforme Cooley, 1995). Não há, em princípio, razões para que a economia brasileira apresente um valor para a depreciação muito distinto desse, o que é diferente de afirmar que o tempo médio de uso dos bens duráveis no Brasil é semelhante ao dos EUA (Kanczuk & Faria, 2000).

A condição de primeira ordem para o investimento e a lei de formação de capital no estado estacionário são, respectivamente:

$$r^m(1 - \tau_r) = (\theta y/k - \delta)(1 - \tau) \quad (27)$$

$$(1 + \eta)(1 + \gamma)k/y = (1 - \delta)k/y + i/y \quad (28)$$

Considerando que a média no período da taxa de investimento é $i/y = 0,20$, obtemos $k/y = 2,9$ e $\theta = 0,39$, ambos próximos de outros valores já calibrados para o Brasil (Boneli & Fonseca, 1998; Araújo & Ferreira, 1999; Kanczuk, 2001).

Usamos o valor para depreciação e a série de investimento para construir nossa série de capital, através do método do inventário. O valor inicial do capital é escolhido de forma que a média da série construída seja igual à razão capital-produto.

Seguindo Araujo e Ferreira (1999), utilizamos a equação de Euler para o trabalho, $(1 - \theta)y(1 - \tau)/(Hc) = a$, e consideramos que horas trabalhadas no estado estacionário são $H = 1/3$ para calibrar $a = 2,0$. Da equação de Euler para os títulos do governo, no estado estacionário, temos $\beta = (1 + \gamma)/[1 + r(1 - \tau_r)] = 0,99$.

Os parâmetros para o processo estocástico de r_t são obtidos através de uma regressão de mínimos quadráticos ordinária (OLS), como sugerido por Taylor (1999). Obtemos que o coeficiente do hiato do produto (ρ_y) é estatisticamente irrelevante (valor- p igual a 77%) e que o coeficiente para a taxa de juros defasada é significativo (a 1% de confiança) e estimada em $\rho_r = 0,33$. O resíduo da regressão no dá $\sigma_r = 5,8\%$.

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 aos choques tecnológicos. Por essa razão, recorreremos à estratégia alternativa de escolher os parâmetros de forma a reproduzir a autocorrelação e a volatilidade do PIB (Correia, Neves & Rebelo,

1995). Seguindo a literatura dos EUA, 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 simuladas sejam iguais às observadas. Com este objetivo, escolhemos $\sigma_z = 0,008$ e $\phi = 200$. Embora este procedimento seja comum na literatura, ele têm o *caveat* metodológico de utilizar segundos momentos para calibrar um modelo que será usado exatamente para computar segundos momentos. Assim, deve ser visto como algo a ser melhorado em pesquisas futuras.

Para calibrar o parâmetro relativo à restrição de capital de giro, α , calculamos a diferença entre os ativos líquidos (excluindo aplicações financeiras) e os passivos líquidos (excluindo empréstimos de curto prazo) de todas as empresas listadas na Bovespa para os anos entre 1996 e 1999. A média ponderada (pelo tamanho da empresa) dessa diferença dividida pelas vendas totais de cada empresa é bastante estável ao longo do tempo sendo igual a $\alpha = 11\%$.

Os parâmetros calibrados podem ser assim resumidos: $\theta = 0,39$; $\delta = 0,012$; $\theta = 200$; $\rho_z = 0,95$; $\sigma_z = 0,0080$; $\gamma = 0,0014$; $\beta = 0,99$; $A = 2,0$; $\eta = 0,0036$; $R^M = 0,019$; $\rho_Y = 0$; $\rho_R = 0,33$; dívida $PIB = 0,38$; $\tau_R = 0,18$; $\tau = 0,27$; $\xi = 0,33$; $\alpha = 0,11$.

4. Fatos Estilizados e Simulações

A seguir, computamos o equilíbrio usando técnicas computacionais para aproximar de 1 o problema em questão, na forma linear-quadrática (Cooley, 1995). Na etapa seguinte, simulamos a economia artificial para comparar seus segundos momentos com aqueles das séries brasileiras.

Como mencionado, utilizamos dados brasileiros de 1980 a 2000, excluindo as observações de 1991. Para caracterizar o comportamento cíclico das diferentes variáveis, executamos duas transformações. Primeiramente, computamos o logaritmo de todas as variáveis, com exceção das taxas de juros, e a seguir removemos as frequências baixas através do filtro Hodrick-Prescott, com parâmetro de suavização 1.600.

As tabelas 1 e 2 mostram como as flutuações brasileiras se assemelham com os fatos estilizados dos ciclos reais dos EUA. Consumo, investimento, PIB e emprego são positivamente correlacionados. Todas as variáveis são pró-cíclicas (com exceção das taxas de juros) e mostram alto grau de persistência. O investimento é aproximadamente três vezes mais volátil que o PIB, enquanto o consumo é ligeiramente menos volátil que este.

Tabela 1a
Propriedades cíclicas da economia dos EUA (1954:1–1991:2):
segundos momentos

Variável- X	$DP[X](\%)$	$CORR[X(-1), Y]$	$CORR[X, Y]$	$CORR[X(+1), Y]$
PIB - y	1,72	0,85	1,00	0,85
Consumo	1,27	0,82	0,83	0,67
Investimento	5,34	0,82	0,90	0,81
Trabalho	1,59	0,74	0,86	0,82
Taxa de juros	0,65	-0,09	-0,07	-0,05

Tabela 1b
Propriedades cíclicas da economia dos EUA (1954:1–1991:2):
IS dinâmica (Y_T é variável dependente)

Const	Y_{T-1}	R_T
0,0000 (0,00)	0,8500 (0,05)	-0,0900 (0,12)

Obs.: Desvio-padrão entre parênteses.

Tabela 2a
Propriedades cíclicas da economia brasileira (1980:1–2000:1, 1991 excluído):
segundos momentos

Variável- X	$DP[X](\%)$	$CORR[X(-1), Y]$	$CORR[X, Y]$	$CORR[X(+1), Y]$
PIB - y	2,73	0,75	1,00	0,73
Consumo	2,00	0,68	0,93	0,61
Investimento	7,70	0,66	0,88	0,73
Trabalho (PME)	1,59	0,37	0,49	0,49
Trabalho (PIM)	3,55	0,42	0,70	0,74
Taxa de Juros	4,81	-0,32	-0,40	-0,13

Tabela 2b
Propriedades cíclicas da economia brasileira (1980:1–2000:1, 1991 excluído):
IS dinâmica (Y_T é variável dependente)

Const	Y_{T-1}	R_T
0,0024 (0,0022)	0,68 (0,08)	-0,12 (0,04)

Obs.: Desvio-padrão entre parênteses.

As maiores diferenças entre as flutuações de alta frequência brasileiras e as dos EUA referem-se à volatilidade geral e ao comportamento das taxas de juros. O PIB brasileiro é aproximadamente 60% mais volátil que o dos EUA. Nos EUA, a correlação entre a taxa de juros e o PIB é próxima a 0, enquanto no Brasil essa correlação parece ser negativa. Adicionalmente, os juros no Brasil são bem mais voláteis que nos EUA.

Como não há séries de horas trabalhadas para o Brasil, reportamos tanto uma série de emprego em regiões metropolitanas (PME) quanto uma série de horas trabalhadas na indústria (PIM). Como esperado, PME tem menos volatilidade que as horas nos EUA, pois refere-se somente a uma margem de ajuste, e PIM tem maior volatilidade, já que o setor industrial é aproximadamente duas vezes mais volátil que a economia como um todo (Kanczuk & Faria, 2000).

Para melhor estudar a relação entre juros e PIB, regredimos o PIB filtrado em sua defasagem e nas taxas de juros contemporâneas, uma relação que modernamente recebe o nome de curva IS dinâmica. Os parâmetros estimados são similares para o Brasil e para os EUA, mas nos EUA o PIB apresenta maior persistência, e o coeficiente da taxa de juros não é estatisticamente diferente de 0. A regressão para o Brasil é exatamente igual àquela de Pastore e Pinotti (2000), mas com taxa de juros trimestral (em vez de ajustada para mensal).

Na tabela 3 apresentamos o comportamento de nossa economia artificial sem a restrição de capital de giro, isto é, com $\alpha = 0$. Chamamos esta de “economia-padrão”. Os segundos momentos dessa economia são bastante similares em natureza aos modelos usais de ciclos reais em economias fechadas e implicam conclusões paralelas às de Kanczuk e Faria Jr. (2000). Para reduzir a volatilidade do investimento, o parâmetro de custo de ajustamento recebe o valor de $\phi = 200$. Isto faz com que as correlações do consumo e do investimento com o PIB fiquem mais próximas de 1 do que o observado nos dados reais.

Note que os juros são mais voláteis na simulação do que nos dados, o que é devido a nossa especificação parcimoniosa de auto-regressão simples. A correlação entre os juros e o PIB é próxima a zero, como em modelos usuais de ciclos reais, e o coeficiente dos juros na IS dinâmica é próximo de zero, indicando que algum canal de transmissão deve estar faltando.

Tabela 3a
Economia-padrão: segundos momentos

Variável- X	$DP[X](\%)$	$CORR[X(-1), Y]$	$CORR[X, Y]$	$CORR[X(+1), Y]$
PIB - y	2,5	0,68	1,00	0,68
Consumo	1,5	0,70	0,96	0,62
Investimento	7,4	0,61	0,96	0,68
Trabalho	2,4	0,68	1,00	0,68
Taxa de juros	5,6	0,04	0,05	0,04

Tabela 3b
Economia-padrão: IS dinâmica (Y_T é variável dependente)

Const	Y_{T-1}	R_T
-0,0002	0,67	0,009

Observe que o canal de transmissão da taxa de juros que é mais usualmente mencionado *está* presente na economia-padrão. Quando os juros sobem, o custo de oportunidade do capital também sobe. Com isso, os recursos são transferidos da produção para os títulos públicos, causando recessão. Contudo, como a teoria de ciclos reais já concluiu há bastante tempo, flutuações no estoque de capital contribuem muito pouco para as oscilações de alta frequência; é mais importante focalizar o mercado de trabalho.

A taxa de juros afeta a oferta de trabalho através dos efeitos renda e substituição. Num país em que o governo é um devedor líquido, como o Brasil, um aumento dos juros tem efeitos ambíguos. Como lazer é um bem superior e as famílias ficam mais ricas com uma maior taxa de juros, o efeito-renda aponta na direção de reduzir a oferta de trabalho. O efeito-substituição aponta na direção oposta: é mais atrativo trabalhar quando os retornos sobre os ativos acumulados são maiores. Se o efeito-renda for superior ao efeito-substituição, a economia artificial poder gerar correlações negativas entre a taxa de juros e o PIB. Contudo, como nossa simulação mostra, os efeitos resultantes das flutuações da taxa de juros na oferta de trabalho são quantitativamente pequenos, mesmo quando os movimentos nos juros são tão grandes quanto os observados nos dados. Assim, a conseqüente correlação entre o PIB e os juros é bem próxima de 0.

A tabela 4 sumariza os comportamentos cíclicos da nossa economia com capital de giro, na qual $\alpha = 0.11$. Para reduzir a volatilidade do investimento, escolhemos $\phi = 200$, como no caso anterior. Para a maioria dos segundos momentos a economia com capital de giro se assemelha à economia-padrão. Consumo e horas trabalhadas novamente apresentam volatilidades consistentes com as regularidades empíricas. As correlações do consumo e investimento com o PIB são ligeiramente menores que as da economia-padrão, em maior conformidade com os dados.

Tabela 4a
Economia com capital de giro: segundos momentos

Variável- X	$DP[X](\%)$	$CORR[X(-1), Y]$	$CORR[X, Y]$	$CORR[X(+1), Y]$
PIB - y	2,6	0,61	1,00	0,61
Consumo	1,8	0,54	0,92	0,48
Investimento	7,4	0,56	0,91	0,63
Trabalho	2,8	0,56	0,98	0,56
Taxa de juros	5,6	-0,03	-0,32	-0,03

Tabela 4b
Economia com capital de giro: IS dinâmica (Y_T é variável dependente)

Const	Y_{T-1}	R_T
0,0024	0,59	-0,12

A principal diferença entre a economia-padrão e a com capital de giro refere-se às taxas de juros. Na economia com capital de giro as taxas de juros são negativamente correlacionadas com o PIB, e a estimativa de seu coeficiente na regressão do PIB é bastante próxima da realidade. Na economia com capital de giro a demanda por trabalho também é afetada pela taxa de juros, conforme as equações dos preços dos fatores mostram. Juros mais altos implicam que é mais custoso produzir, já que as firmas têm de carregar capital sem remuneração de um período para o próximo. Este custo extra é adicionado aos custos usuais do trabalho e do capital “produtivo”, reduzindo a demanda por trabalho. A intuição é a mesma que a de Tobin (1991): “*Experience and common sense tell us that (...) ordering material and hiring workers (...) will look like a better deal if the prime rate is 6% instead of 8%*”.

5. Ciclos Reais e Política Monetária

A recente adoção de um regime de metas inflacionárias no Brasil criou uma demanda por estimações de curva IS, que juntamente com uma curva de Phillips e uma regra monetária de Taylor, constituem o modelo básico para formulação de política monetária. Como nosso modelo é real, ele não pode gerar uma curva de Phillips. Mas a curva IS e a regra monetária de Taylor, a qual chamamos de processo estocástico da taxa de juros, são respectivamente um resultado e uma hipótese nas nossas economias artificiais.

Seguindo Taylor (1999), podemos escrever a curva IS dinâmica como:

$$y_t = A(L, g)y_{t-1} + B(L, g)r_t + u_t \quad (29)$$

em que y é o hiato do produto (ou PIB filtrado) e r é a taxa de juros real. Os coeficientes $A(L, g)$ e $B(L, g)$ são polinômios no operador de defasagem L . Esses coeficientes dependem do vetor de parâmetros g , que consiste em todos os parâmetros da regra de política. A regra de política, por sua vez, pode ser escrita como:

$$r_t = G(L)y_t + v_t \quad (30)$$

em que $G(L)$ também é um polinômio no operador de defasagem L . O vetor de parâmetros g está explícito nessa notação para enfatizar que os parâmetros da forma reduzida em A e B dependem dos parâmetros da regra de política, uma importante característica desses modelos. Estimções econométricas da curva IS fazem tipicamente a hipótese de que esses parâmetros não se alteram quando a política se altera (esta é a famigerada “crítica de Lucas”!). A seguir examinamos quão restritiva é essa hipótese.

Na tabela 5 mostramos as estimções dos coeficientes da curva IS para diferentes regras monetárias. A regra 1 foi estimada utilizando os dados brasileiros e está reproduzida para fins de comparação. A curva IS correspondente à regra 1 é aquela de um banco central que utiliza um modelo econométrico não-estrutural.

A regra 2 é a regra monetária mais usualmente proposta por Taylor, e a regra 3 é uma versão similar com uma resposta mais agressiva ao produto. A regra 4 é semelhante à 1, mas com maior persistência nos juros. Finalmente, a regra 5 é uma mistura das regras 2 e 4.

Tabela 5
Curvas IS com diferentes regras monetárias

Regra	ρ_R	ρ_Y	Const	Y_{T-1}	R_T
1	0,34	0,0	0,0024	0,59	-0,12
2	0,00	0,5	0,0031	0,58	-0,16
3	0,00	2,0	0,0035	0,57	-0,16
4	0,80	0,0	0,0011	0,65	-0,06
5	0,80	0,5	0,0020	0,65	-0,07

Obs.: Estimações da equação $Y(t) = \beta_1 * Const + \beta_2 * Y(t-1) + \beta_3 * R_T$ sobre economia com capital de giro com regra monetária $R_T(t) = (1 - \rho_R)R^m + \rho_R * R_T(t-1) + \rho_Y * Y(t-1)$.

As principais lições dessas simulações, e de outras que não reportamos aqui, são: o coeficiente no produto defasado não é muito sensível a regras alternativas; e o coeficiente na taxa de juros é bastante sensível a regras alternativas e tende a ser maior (em módulo) quanto menor for a persistência dos juros na regra de política monetária, isto é, menores ρ_r implicam maiores elasticidades do produto às taxas de juros.

A intuição por detrás dessa conclusão é análoga à intuição usual de substituição intertemporal de trabalho devido a choques tecnológicos – de fato, a restrição de capital de giro implica que choques positivos nas taxas de juros atuam como choques tecnológicos negativos. Quando os choques são temporários (baixa persistência dos juros), há bastante substituição intertemporal, com os agentes econômicos se aproveitando do momento. Quando os choques são permanentes, a substituição intertemporal no trabalho é mais modesta, e a política monetária menos efetiva.

Como mencionado, estimações econométricas da curva IS têm como hipótese que os parâmetros não se alteram quando a política monetária se altera. Nossas simulações sugerem que esta hipótese é muito forte. Conseqüentemente, a utilização exclusiva de econometria não-estrutural leva a erros na condução da política monetária. O que o Banco Central deve, então, fazer?

Segundo este artigo, o Banco Central deve primeiro considerar a *persistência* da política que deseja implementar, e então pensar sobre seus efeitos. Se o Banco Central deseja subir as taxas de juros por um período curto, a elasticidade do PIB a este aumento será maior que quando a política desejada é uma subida de juros mais permanente.

6. Conclusão

A teoria de ciclos reais pode ser utilizada por bancos centrais para conduzir a política monetária? A maioria dos economistas acredita que não, mas este artigo sugere que sim.

Construímos um modelo de equilíbrio geral em que a falta de sincronismo entre as receitas e despesas faz com que as firmas tenham de permanecer com capital de giro. Essa fricção adicional faz nossas simulações com economias artificiais estarem em maior conformidade com os dados brasileiros que os modelos usuais de ciclos reais.

Além de reproduzir os segundos momentos dos dados, nossa economia pode ser utilizada para estimar a curva IS dinâmica, que vem sendo atualmente utilizada como parte dos modelos de metas inflacionárias do Banco Central. Mas, em contraste com as estimações econométricas utilizadas, nossa IS é dependente da política monetária. Como a elasticidade do produto à taxa de juros é bastante sensível à persistência da política monetária, nossas simulações sugerem que o Banco Central utilize nossos resultados quando conduzir a política monetária.

Referências Bibliográficas

Araújo, C. H. V. & Ferreira, P. C. G. Reforma tributária, efeitos alocativos e impactos de bem-estar. *Revista Brasileira de Economia*. Rio de Janeiro, 53(2):133-66, abr./jun. 1999.

Bogdanski, J.; Tombini, A. A. & Werlang, S. R. C. *Implementing inflation targeting in Brazil*. Banco Central do Brasil, 2000. (Working Paper Series, 1.)

Boneli, R. & Fonseca R. Ganhos de produtividade e competitividade da produção manufatureira no Brasil. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, 28(2):273-314, 1998.

Christiano, L. J. & Eichenbaum, M. Liquidity effects, monetary policy, and the business cycle. *Journal of Money Credit and Banking*, 27(4):1113-36, 1995.

Cooley, T. F. *Frontiers of business cycle research*. Princeton University Press, 1995.

Correia, I.; Neves, J. & Rebelo, S. Business cycles in a small open economy. *European Economic Review*, 39:1089-113, 1995.

Ellery Jr., R.; Gomes, V. & Sachsida, A. Business cycle fluctuations in Brazil. In: Encontro Brasileiro de Econometria, 22. *Anais*. 2000.

Hansen, G. D. Indivisible labor and the business cycle. *Journal of Monetary Economics*, 16:309-27, 1985.

Kanczuk, F. Business cycles in a small open Brazilian economy. *Economia Aplicada*, 2001.

_____ & Faria Jr., R. Ciclos reais para a indústria brasileira? *Estudos Economicos*, 30(3):335-50, 2000.

Lucas Jr., R. E. *Econometric policy evaluation: a critique*. 1976. (Carnegie Rochester Series on Public Policy.)

Mendoza E. Real business cycles in a small open economy. *American Economic Review*, 81(4):797-818, Sept. 1991.

Pastore, A. C. & Pinotti, M. C. *One year of inflation targeting in Brazil: what have we learned about the channels of monetary transmission*. (Working Paper.)

Prescott, E. C. *Business cycle research: methods and problems*. Federal Reserve Bank of Minneapolis, 1998. (Working Paper, 590.)

Taylor, J. B. *Monetary policy rules*. The University of Chicago Press, 1999.