

PREÇOS RÍGIDOS E CICLOS REAIS BRASILEIROS

Fabio Kanczuk

Da FEA/USP

Fernando B. Botelho

Da Universidade de Princeton

Uma economia monetária artificial, semelhante à proposta por Chari, Kehoe e McGrattan (2000), é calibrada para a economia brasileira pós-Plano Real. Simulações são utilizadas para avaliar os efeitos da rigidez de preços sobre os ciclos econômicos. Economias com pouca rigidez parecem reproduzir melhor os dados do que economias sem rigidez alguma, dando sustentação às hipóteses propostas pelos modelos do Banco Central do Brasil (Bacen). De forma geral, os resultados sugerem um futuro promissor para o uso de modelos microfundamentados como instrumento de auxílio na tomada de decisão de política monetária.

1 INTRODUÇÃO

Ainda não há um consenso sobre a melhor forma de se estudar os efeitos de choques monetários sobre a economia. A literatura de equilíbrio geral dinâmico já propôs várias alternativas, dentre as quais se destacam os modelos com “preços rígidos”, com “contratos salariais” e com “participação limitada” [ver Cooley e Hansen (1995) e Christiano e Eichenbaum (1995)], mas nenhuma economia, isoladamente, parece ser capaz de reproduzir, ao mesmo tempo, os principais fatos estilizados. Como sugerem Cooley e Hansen (1998), é possível que as várias hipóteses testadas interajam de forma não-trivial, ou mesmo que diferentes mecanismos sejam mais relevantes em períodos de tempo distintos. Assim sendo, torna-se uma tarefa pouco promissora a de identificar qual a “verdadeira forma” pela qual a moeda afeta a economia.

Por outro lado, sob uma visão mais otimista, o desenvolvimento de modelos alternativos de economias monetárias tem implicações importantes para a condução de política monetária. Segundo Feldstein (1999), os bancos centrais deveriam dispor de uma *coleção* de modelos e de regras monetárias, e realizar simulações a cada decisão sobre a taxa de juros. Os resultados dessas simulações, a robustez e eficácia das diferentes regras monetárias aplicadas aos diferentes modelos, serviriam como técnica auxiliar para a tomada da decisão final.

Tendo essa visão como objetivo final, este artigo propõe um embrião de modelo para análise de política monetária. Escolhemos uma formulação semelhante à de Chari, Kehoe e McGrattan (2000), que corresponde ao “estado-da-arte” em termos de modelos de preços rígidos. Mas, em contraste com esses autores, modelamos política monetária através de uma especificação recursiva da regra da taxa de juros nominal, como proposto por Taylor (1999).

Calibramos nosso modelo para o Brasil pós-Plano Real — do terceiro trimestre de 1994 em diante —, que corresponde ao recente período de inflação baixa. Essa opção intencionalmente coincide com a escolha do Bacen para o horizonte de estimação de seus modelos. Com isso, por meio de simulações de economias artificiais alternativas, avaliamos o quanto é razoável a usual hipótese de rigidez de preços, que constitui a base filosófica dos modelos do Bacen. Mais importante, utilizamos a *performance* de nossas simulações como uma forma de avaliar quão promissor seria o uso de nosso modelo (ou, mais geralmente, o uso de modelos microfundamentados) como uma ferramenta complementar na tomada de decisão de política monetária.

Em vez de estudar política monetária ótima, neste artigo nos restringimos a usar o modelo para aferir o grau de rigidez de preços na economia brasileira. Para tal, seguimos a literatura de ciclos reais e comparamos as correlações das séries simuladas para várias economias artificiais com os dados reais. Nossos resultados mostram que economias com pouca rigidez de preços — em que cerca de 25% dos preços são rígidos — parecem ter *performance* superior às demais. Talvez surpreendentemente, este resultado é consistente com as hipóteses dos modelos do Bacen [Bogdanski *et alii* (2001)].

Além dos artigos já citados, este trabalho se relaciona diretamente com a recente literatura de ciclos reais brasileiros [ver Kanczuk e Faria Jr. (2000), Kanczuk (2001), Ellery Jr., Gomes e Sachida (2002) e Araújo e Ferreira (1999)]. Utilizamos uma formulação que incorpora restrições de capital de giro, em linha com Kanczuk (2002a).

O artigo está organizado em cinco seções, incluindo esta introdução. A Seção 2 expõe o modelo. A Seção 3 descreve os dados e o processo de calibração. A Seção 4 apresenta e discute os resultados. Por fim, a Seção 5 conclui o trabalho.

2 MODELO

Nossa economia é povoada por um *continuum* de firmas que produzem insumos intermediários heterogêneos, a partir de capital e trabalho (cada firma produz uma, e apenas uma, variedade de insumo). Esses insumos intermediários são utilizados por firmas competitivas na produção de um bem final, que pode ser investido ou consumido pelas famílias. Como os insumos intermediários são heterogêneos, as firmas que os produzem possuem poder de mercado, defrontando-se com uma curva de demanda por seu produto, que é negativamente inclinada. Dessa forma, admitiremos que haja concorrência monopolística no mercado de insumos intermediários, em que cada uma das firmas atua como fixadora de preço com relação às firmas produtoras de bens finais, competitivas em todos os mercados em que atuam.

A moeda é um dos argumentos na função utilidade das famílias que habitam essa economia de horizonte infinito. Tais famílias são responsáveis pelas decisões de consumo, acumulação de capital e oferta de trabalho ao longo do tempo. A moeda é ofertada por uma entidade que repassa às famílias as receitas de senhoriagem de forma *lump-sum*.

A economia está sujeita a choques tecnológicos e monetários. Iremos supor que uma fração das firmas produtoras de bens intermediários fixe preços com informação plena (conhecimento dos choques monetário e tecnológico que afetaram a economia contemporaneamente), enquanto o restante delas não disponha de informação acerca do choque monetário contemporâneo. Essa característica da economia não é explicada pelo modelo, mas considerada de maneira *ad hoc*. Tal modelo é, de fato, uma versão simplificada daquele empregado por Chari, Kehoe e McGrattan (2000). Aqui não consideramos a possibilidade de haver contratos justapostos. Nas subseções seguintes descreveremos detalhadamente cada um dos blocos do modelo.

2.1 Processo de criação de moeda

A moeda é emitida por uma autoridade monetária, de tal forma que, a juros nominais, siga o processo

$$i_t = (1 - \rho_i)i_{t-1} + \rho_\pi \pi_{t-1} + \rho_y y_{t-1} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

onde i são os juros nominais, π a inflação, y o hiato do produto e ε distribuído segundo uma normal, com média 0 e desvio-padrão σ_ε . Denotamos por M_{t+1} o estoque de moeda nominal no fim do período t , e escrevemos, por conveniência,

$$M_{t+1} = M_t \cdot \exp(g_t) \quad (2)$$

onde g_t é a taxa de expansão monetária, determinada endogenamente pelo processo da taxa de juros. Admitimos que toda a receita de senhoriagem obtida com a emissão de moeda é repassada às famílias de forma *lump-sum*.

2.2 Firms produtoras de bens finais

Esse conjunto de firmas produz um bem final homogêneo a partir de outros bens, que são denominados insumos intermediários. A tecnologia de produção disponível para cada firma pode ser representada pela seguinte função de produção do tipo CES:

$$y_t = \left(\int_0^1 y_t(i)^\theta di \right)^{1/\theta} \quad (3)$$

onde y_t é a quantidade de produto final produzida no período t , $y_t(i)$ é a quantidade de insumo da variedade i empregada pela firma no período t e $1/(1 - \theta)$ é a elasticidade de substituição entre as variedades de insumo, $\theta < 1$. Como as firmas são competitivas, idênticas, a função de produção é homogênea de grau 1, e há livre entrada, sendo o número de firmas no equilíbrio indeterminado. Portanto, iremos supor, sem perda de generalidade, que haja apenas uma firma operando. Essa firma maximiza seu lucro tomando como dados o preço de seu produto e o de cada um dos insumos intermediários. Assim, o problema dessa firma é:

$$\text{Max}_{y_t(i)} P_t \cdot \left(\int_0^1 y_t(i)^\theta di \right)^{1/\theta} - \int_0^1 P_t(i) \cdot y_t(i) di \quad \text{para } i \in (0,1) \quad (4)$$

onde P_t é o preço do bem final e $P_t(i)$ é o preço do insumo da variedade i . O primeiro termo da função-objetivo representa a receita da firma com a venda do produto, enquanto o segundo refere-se à despesa com a aquisição de insumos. A partir dessa maximização, obtemos as demandas condicionais ($a y$) de cada insumo:

$$y_t(i) = \left(\frac{P_t}{P_t(i)} \right)^{1/(1-\theta)} \cdot y_t \quad (5)$$

A hipótese de livre entrada implica que o lucro dessa firma tem de ser igual a 0 no equilíbrio, o que leva a

$$P_t = \left(\int_0^1 P_t(i)^{\theta/(\theta-1)} di \right)^{(\theta-1)/\theta} \quad (6)$$

2.3 Firmas produtoras de bens intermediários

Os insumos intermediários são produzidos por um conjunto de firmas identificadas com um número no intervalo $(0,1)$. Cada firma produz uma, e apenas uma, variedade de insumo. A tecnologia de produção disponível para a firma i é representada pela função de produção do tipo Cobb-Douglas:

$$y_t(i) = \exp(z_t) A_t k_t(i)^\alpha h_t(i)^{1-\alpha} \quad (7)$$

onde A_t é um termo que representa progresso técnico Hicks-neutro, $k_t(i)$ e $h_t(i)$ representam as quantidades de capital e trabalho empregados pela firma i no período t . Admitimos que

$$z_t = \rho_z \cdot z_{t-1} + \varepsilon_{zt} \quad (8)$$

onde $p_z \in (0,1)$ e ε_{zt} é distribuído de acordo com uma normal de média 0 e desvio-padrão σ_z . Observe-se que z_t não é indexado a i , de forma que todas as firmas têm acesso à mesma tecnologia de produção em cada período.

Essas firmas não são responsáveis pela acumulação de capital. Este é propriedade da família que habita essa economia e aluga os serviços dele, junto com os do trabalho, às firmas. Capital e trabalho são homogêneos e perfeitamente móveis entre as firmas. Os mercados de trabalho e capital são competitivos, ou seja, firmas e família atuam como tomadores de preços.

Uma vez que a firma i produz um, e somente um, bem diferenciado, ela possui poder de mercado. Quer dizer, a demanda por seu bem não é horizontal (infinitamente elástica), mas negativamente inclinada. A firma pondera que aumentos da oferta implicam, necessariamente, redução no preço de seu produto. Assim, iremos supor que cada uma dessas firmas fixará o preço tomando como dada a curva de demanda por seu produto.

Todas as firmas fixarão preços conhecendo a realização do choque tecnológico ε_{zt} . Uma fração das firmas, sem perda de generalidade aquelas com nome no intervalo $(0, \mu)$, fixa seus preços *sem* informação acerca da realização do choque monetário. O restante das firmas — com nome no intervalo $(\mu, 1)$ — fixa os preços com informação plena. Nessas circunstâncias, o objetivo da firma i é fixar o preço de seu produto maximizando o lucro esperado:

$$\text{Max}_{P_t(i)} E_t [(P_t(i) - P_t \cdot v_t) y_t(i)] \quad (9)$$

sujeito a:

$$y_t(i) = [P_t / P_t(i)]^{1/(1-\theta)} \cdot y_t \quad (10)$$

onde v_t é o menor custo, em unidades do bem final, para produzir uma unidade de insumo de qualquer variedade.

Em contraste com os modelos mais usuais de ciclos reais, admitimos, como em Kanczuk (2002a), que as firmas também têm de permanecer, em cada período, com uma fração χ da produção, na forma de capital de giro. Essa restrição ocorre devido à falta de sincronismo entre receitas e despesas, e faz com que as firmas permaneçam com os recursos necessários em caixa para pagar por parte das horas ofertadas pelo indivíduo e pelo aluguel do capital. Note-se 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. Alterna-

tivamente, 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, tal hipótese é inócua. Podemos, assim, escrever:

$$v_t = v(r_t, w_t) = \text{Min}_{k,b} \{r_t k + w_t b\} \quad (11)$$

sujeito a:

$$y_t(i) - (Q_t / P_t) + \frac{(Q_t / P_t)}{1 + i_t(1 - \tau_i)} \geq 1 \quad (12)$$

onde τ_i representa uma cunha entre os juros observados e os efetivos que captura a existência de risco de *default*. Devido às restrições de capital de giro, considera-se que:

$$Q_t / P_t = \chi y_t(i) \quad (13)$$

Note-se que r_t é a remuneração, em unidades do bem final, paga ao proprietário do capital para cada unidade alugada, e w_t , analogamente, é a remuneração paga ao proprietário do trabalho. Note-se também que a resolução desse problema implica

$$\frac{r_t}{w_t} = \frac{\alpha}{1 - \alpha} \cdot \frac{h}{k} \quad (14)$$

ou seja, todas as firmas na economia utilizam capital e trabalho na mesma proporção. A solução para a regra de precificação para a firma i leva a

$$P_t(i) = \frac{E_t \left[P_t^{(2-\theta)/(1-\theta)} \cdot v_t \cdot y_t \right]}{\theta \cdot E_t \left[P_t^{1/(1-\theta)} \cdot y_t \right]} \quad (15)$$

No caso das firmas que dispõem de informação plena, essa regra pode ser simplificada para:

$$P_t(i) = \frac{P_t \cdot v_t}{\theta} \quad (16)$$

Em virtude da simetria considerada, todas as firmas com informação imperfeita tomarão decisões iguais quanto aos preços. O mesmo é válido para as firmas que fixam preço com informação plena. Dessa forma, o preço do produto final pode ser escrito como:

$$P_t = \left[\mu \cdot P_t(\text{fix})^{\theta/(\theta-1)} + (1-\mu) \cdot P_t(\text{flex})^{\theta/(\theta-1)} \right]^{(\theta-1)/\theta} \quad (17)$$

2.4 Indivíduos

Esta economia é habitada por um *continuum* de consumidores homogêneos com medida igual a 1. Esses indivíduos consomem, ofertam trabalho, acumulam capital (cujos serviços são alugados em um mercado competitivo), demandam moeda (um dos argumentos da função utilidade) e são proprietários das firmas da economia (recebendo, portanto, os lucros por elas gerados).

As preferências do indivíduo representativo no período t sobre todos os bens da economia, no presente e no futuro, podem ser representadas pela seguinte função utilidade intertemporal:

$$U_t = \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \cdot u_t \quad (18)$$

onde $u_t(c_t, m_{t+1}/P_t, h_t) = \log(c_t^\omega (m_{t+1}/P_t)^{1-\omega} - v_1 h_t^{v_2})$, c_t é o consumo no período t (consumo de bem final) do indivíduo representativo, m_{t+1}/P_t são os encaixes de moeda em termos reais do indivíduo representativo e h_t é o número de horas ofertadas no mercado de trabalho pelo indivíduo representativo. Uma vez que a dotação da família é de uma hora por período, $1 - h_t$ é a quantidade de lazer desfrutada no período t .

A forma funcional escolhida para a utilidade instantânea é semelhante à proposta por Greenwood, Hercowitz e Huffman (1988). Conforme nos mostram os trabalhos de Correia, Neves e Rebelo (1995) e Kanczuk (2001), a utilização dessa forma funcional para as preferências é essencial para que se obtenha um caráter contracíclico para exportações líquidas. Embora não tenhamos comércio exterior neste modelo, a escolha dessa preferência vai torná-lo compatível com essa propriedade, facilitando futuras extensões na modelagem proposta.

No início de cada período, os indivíduos possuem uma dotação de moeda (m), de capital (k), e de uma unidade de tempo. O indivíduo oferta parte de sua dotação de horas no mercado de trabalho, recebendo salário. A dotação de capital também é alugada, propiciando receita de juros sobre o capital. Por serem proprietários das firmas, os indivíduos recebem dividendos (todo o lucro das firmas é distribuído), assim como as transferências da autoridade monetária. Esses recursos

são destinados à aquisição de moeda (m_{t+1}), aos bens de consumo (c_t) e aos bens de capital (k_{t+1}). Assim, a restrição monetária instantânea do indivíduo, em termos nominais, pode ser escrita como:

$$P_t(r_t \cdot k_t + w_t \cdot h_t) + P_t \cdot (1 - \delta) \cdot k_t + m_t + T_t + \pi_t = P_t \cdot c_t + P_t \cdot k_{t+1} + m_{t+1} \quad (19)$$

onde π_t é o lucro das firmas produtoras de insumos intermediários, ou seja,

$$\pi_t = \mu \pi_t(\text{fix}) + (1 - \mu) \pi_t(\text{flex}) \quad (20)$$

e T é a senhoriagem que é repassada aos indivíduos.

Em cada um dos períodos os indivíduos devem decidir o nível de consumo, o estoque de capital para o próximo período, a quantidade de moeda a ser utilizada no período e carregada para o próximo período e a quantidade de horas de trabalho ofertadas. Os indivíduos possuem informação plena, ou seja, conhecem as realizações contemporâneas dos choques monetário e de produtividade.

A fim de evitar não-estacionariedade no comportamento das variáveis, definimos

$$\hat{m}_t = \frac{m_t}{M_t} \quad (21)$$

A equação de Bellman para este problema é:

$$V(z_t, i_{t-1}, \varepsilon_{it}, K_t, k_t, \hat{m}_t) = \text{Max}_{\hat{m}_{t+1}, h_t, k_{t+1}} \left\{ u(c_t, \hat{m}_{t+1} e^{g_t} / \hat{p}_t, h_t) + \beta \cdot EV(z_{t+1}, i_t, \varepsilon_{it+1}, K_{t+1}, k_{t+1}, \hat{m}_{t+1}) \right\} \quad (22a)$$

tal que:

$$c_t = (r_t \cdot k_t + w_t \cdot h_t) + (1 - \delta) \cdot k_t - k_{t+1} + \frac{(\hat{m}_t - \hat{m}_{t+1} \cdot e^{g_t})}{\hat{p}_t} + \frac{e^{g_t} - 1}{\hat{p}_t} + \frac{\pi_t(\text{fix}) + \pi_t(\text{flex})}{\hat{p}_t} \quad (22b)$$

$$\hat{p}_t = \left(\mu \cdot \hat{p}_t(\text{fix})^{\theta/(1-\theta)} + (1-\mu) \cdot \hat{p}_t(\text{flex})^{\theta/(1-\theta)} \right)^{(1-\theta)/\theta} \quad (22c)$$

$$\pi_t(\text{fix}) = \left(\hat{p}_t(\text{fix}) - \hat{p}_t \cdot v_t \right) y_t(\text{fix}) \quad (22d)$$

$$\pi_t(\text{flex}) = \left(\hat{p}_t(\text{flex}) - \hat{p}_t \cdot v_t \right) y_t(\text{flex}) \quad (22e)$$

$$y_t = \exp(z_t) K_t^\alpha H_t^{1-\alpha} \cdot \frac{\hat{p}_t^{\theta/(1-\theta)}}{\mu \hat{p}_t(\text{fix})^{\theta/(1-\theta)} + (1-\mu) \hat{p}_t(\text{flex})^{\theta/(1-\theta)}} \quad (22f)$$

$$y_t(\text{fix}) = \left(\frac{\hat{p}_t}{\hat{p}_t(\text{fix})} \right)^{1/(1-\theta)} \cdot y_t \quad (22g)$$

$$y_t(\text{flex}) = \left(\frac{\hat{p}_t}{\hat{p}_t(\text{flex})} \right)^{1/(1-\theta)} \cdot y_t \quad (22h)$$

2.5 Equilíbrio

Um equilíbrio recursivo, nesta economia, são as alocações de capital, trabalho, moeda e consumo para as famílias; as alocações de capital e trabalho para os produtores intermediários; e os preços de capital, trabalho, bens intermediários e bens finais, que satisfazem as seguintes condições:

a) tomando todos os preços como dados, as alocações para as famílias resolvem a equação de Bellman (22a);

b) os produtores intermediários, tomando todos os preços, com exceção dos seus, como dados, escolhem o preço de acordo com (15);

c) tomando todos os preços como dados, os produtores de bens finais resolvem seu problema, de acordo com (6); e

d) os preços dos fatores satisfazem as condições de equilíbrio de mercados.

3 DADOS E CALIBRAÇÃO

Como estamos interessados no período de preços estáveis, focalizamos nossa atenção nos dados trimestrais do período de 1994:03 a 2001:04, após o Plano Real. Todos os dados foram retirados do sistema IPEADATA (www.ipeadata.gov.br).

A série de PIB corresponde ao “PIB a preços de mercado com índice encadeado”, o qual é dessazonalizado por meio do método de fatores multiplicativos. A série de investimento é elaborada a partir da “taxa de investimento (% do PIB) a preços de 1990” e do PIB dessazonalizado. Como não dispomos de uma série de bens duráveis, estes estão incluídos na série de consumo, em vez de serem adicionados aos investimentos, prática usual em estudos da economia dos Estados Unidos. Como também não dispomos de uma série de consumo do governo, este também está adicionado à série de consumo. Para que possamos comparar essa série de consumo com os dados gerados por nossas economias artificiais, tomamos o cuidado de somar o consumo do governo ao consumo, em nossas simulações.

Como medida de inflação utilizamos o IPCA “centrado”, como juros nominais a taxa Selic, e como juros reais a diferença desses. Finalmente, como conceito de moeda, utilizamos M1.

A nossa calibração segue de perto o procedimento de Kanczuk (2002*b*), mas leva em conta o fato de o nosso modelo não considerar crescimento tecnológico e populacional. Isso faz que alguns dos parâmetros tenham de ser recalibrados.

Usando as médias no período para a inflação e para os juros nominais, obtemos $g^m = 2,4\%$ e $i^m = 6,7\%$ (trimestrais). Para obtermos o valor da taxa de depreciação, utilizamos uma relação capital-trabalho anual de 3,0 — em acordo com a obtida por Araújo e Ferreira (1999) —, e a taxa média de investimento no período foi de 20%. A lei de formação de capital no estado estacionário é:

$$(i/y) = \delta(k/y) \quad (23)$$

o que implica $\delta = 1,7\%$ (trimestral). Seguindo Kanczuk (2002*a*), utilizamos $\alpha = 0,40$, que está em linha com Gollin (2002). A equação de Euler para o investimento no estado estacionário e a expressão para a remuneração do capital nesse ambiente monopolista implicam:

$$1 = \beta [\theta\alpha (y/k) + 1 - \delta] \quad (24)$$

o que vai determinar o parâmetro de desconto intertemporal $\beta = 0,987$. Como $1 = \beta \cdot (1 + i^m(1 - \tau_i))/e^{g^m}$, isso leva, por sua vez, a $\tau_i = 44\%$.

Para calibrarmos ω , utilizamos a curva de demanda por moeda, obtida a partir das condições de primeira ordem para o consumo e para a moeda, dada por:

$$\frac{(M/p)}{c} \frac{\omega}{1-\omega} = \frac{1+i_t}{i_t} \quad (25)$$

Como os valores de c/y e $(M/p)/y$ são, respectivamente, 80% e 18%, obtemos $\omega = 0,98$.

Com base no trabalho de Basu (1996), assim como Chari, Kehoe e McGrattan (2000), escolhemos $\theta = 0,9$ para nossa economia principal. Contudo, realizamos alguns testes de robustez para esse parâmetro.

A equação de Euler para o trabalho e a expressão para o salário implicam:

$$\frac{v_1 v_2 h^{v_2-1}}{\omega(m/pc)^{1-\omega}} = \theta(1-\alpha)(y/h) \quad (26)$$

Seguindo Kanczuk (2002*b*), consideramos $v_2 = 1,1$, que implica, em um modelo de economia aberta, exportações líquidas contracíclicas. Nosso modelo é de economia fechada, mas essa hipótese facilita, ao menos em tese, a extensão dessa pesquisa para modelos mais gerais. Admitindo-se que a fração do tempo alocada ao mercado h seja $1/3$, o que nada mais é que uma normalização, obtemos $v_1 = 2,8$.

Seguindo Kanczuk (2002*a*), calibramos o parâmetro relativo à restrição de capital de giro, χ , calculando a diferença entre os ativos líquidos (excluindo aplicações financeiras) e os passivos líquidos (excluindo empréstimos de curto prazo) de todas as empresas listadas na Bolsa de Valores de São Paulo (Bovespa) para o período 1996-1999. A média ponderada (pelo tamanho da empresa) dessa diferença dividida pelas vendas totais de cada empresa é bastante estável ao longo do tempo, e tem média $\chi = 11\%$.

Para o processo da taxa de juros,

$$i_t = (1-\rho_i)i_{t-1} + \rho_\pi\pi_{t-1} + \rho_y y_{t-1} + \varepsilon_{it} \quad (27)$$

onde π e y são, respectivamente, inflação e hiato do produto, seguimos a estratégia de Taylor (1999) e utilizamos uma simples regressão OLS. Interessantemente, obtemos que o único coeficiente significativo é ρ_π , estimado em 0,58, com “*t-stat*” igual a 4,3. Os coeficientes ρ_π e ρ_y são insignificantes, com *p-values* superiores a 10%.

Devido à falta de uma série de horas trabalhadas, não podemos seguir a estratégia de computar os parâmetros do processo estocástico referente ao resíduo de Solow. Como alternativa, assim como Correia, Neves e Rebelo (1995), escolhemos $\rho_z = 0,95$ e fixamos o valor de σ_z de forma que a volatilidade da economia artificial fosse igual à da economia brasileira. Na prática, isso implicou um valor

$\sigma_z = 0,65\%$ para as economias com $\mu = 0$ e $\mu = 0,25$; $\sigma_z = 0,5\%$ para a economia com $\mu = 0,50$; e $\sigma_z = 0$ para a economia com $\mu = 0,75$.

O quadro a seguir apresenta um sumário dos parâmetros calibrados.

β	α	θ	δ	ω	ν_1	ν_2	χ
0,98	0,40	0,90	1,7%	0,98	2,8	1,1	0,11
g^m	l^m	τ_i	ρ_z	ρ_i	ρ_π	ρ_y	σ_i
2,4%	6,7%	44%	0,95	0,58	0	0	1,2%

4 RESULTADOS

As três primeiras colunas da Tabela 1 apresentam os fatos estilizados da economia dos Estados Unidos (de 1954:01a 2000:02) e da brasileira. Para a economia brasileira, apresentamos os valores relativos a dois intervalos: o horizonte completo (a partir de 1980) e o período somente após o Plano Real.

Note-se que o lado real das economias, isto é, as séries de produto, consumo, investimento e juros reais, é bem semelhante. O consumo tem cerca de 80% da volatilidade do produto, enquanto o investimento é aproximadamente três vezes mais volátil. O consumo e o investimento são fortemente pró-cíclicos, enquanto os juros reais são contracíclicos. A diferença entre as economias parece estar nas volatilidades. O Brasil, a partir de 1980, é mais volátil que o Brasil pós-Plano Real, que é mais volátil que os Estados Unidos.

A mesma semelhança não ocorre quando observamos as variáveis nominais. De fato, como Floden (2000) observa, os segundos momentos das variáveis nominais não parecem ser robustos a diferentes intervalos de tempo. Enquanto nos Estados Unidos a inflação e os juros nominais são pró-cíclicos, no Brasil eles são contracíclicos. O crescimento do agregado monetário M1 muda de contracíclico para pró-cíclico conforme escolhemos o período de amostra para a economia brasileira. O mesmo ocorre com o índice de preço, que no período mais recente tem correlação nula com o produto.

As colunas (1) a (4) da Tabela 1 mostram os resultados das simulações com nossas economias artificiais. As economias de (1) a (4) são definidas por seus diferentes graus de rigidez de preços. Conforme mencionado, as volatilidades do choque tecnológico (σ_z) são ajustadas para que o produto tenha volatilidade igual à da economia brasileira no período pós-Plano Real. Esse procedimento não pode ser realizado no caso da economia (4), que tem maior volatilidade mesmo quando $\sigma_z = 0$.

TABELA 1
RIGIDEZ DE PREÇOS

Variável	Estados Unidos 1954:01	Brasil		(1) $\mu = 0,00$	(2) $\mu = 0,25$	(3) $\mu = 0,50$	(4) $\mu = 0,75$
		1980:01	1994:03				
Desvios-padrão (%) das séries filtradas							
PIB	1,6	2,7	1,7	1,8	1,8	1,8	3,3
Consumo	0,81	1,9	1,3	1,2	1,3	1,7	3,8
Investimento	5,5	7,7	5,6	4,1	4,1	3,2	1,3
Juros reais	0,43	4,9	1,4	2,2	2,2	2,2	2,1
Juros nominais	1,3	23	1,5	1,3	1,3	1,3	1,3
Inflação	0,56	20	1,1	1,0	1,0	0,98	0,92
M1 (crescimento)	0,87	16	8,9	0,49	0,49	0,51	0,55
Preço	1,4	30	3,2	1,4	1,4	1,4	1,4
Correlação (contemporânea) com o PIB das séries filtradas							
Consumo	0,83	0,93	0,73	0,99	0,97	0,96	1,0
Investimento	0,91	0,89	0,77	0,99	0,96	0,81	0,99
Juros reais	-0,23	-0,29	-0,09	-0,02	-0,21	-0,61	-0,92
Juros nominais	0,41	-0,21	-0,33	-0,06	-0,23	-0,56	-0,83
Inflação	0,34	-0,15	-0,32	-0,03	0,17	0,61	0,99
M1 (crescimento)	-0,19	-0,18	0,39	0,14	0,31	0,61	0,87
Preço	-0,55	-0,22	-0,02	-0,15	-0,07	0,12	0,29

Os efeitos de aumentos de rigidez de preços nos segundos momentos das séries parecem ser “monotônicos”. Mais rigidez implica maiores volatilidades do produto e do consumo e menor volatilidade do investimento. Além disso, a rigidez faz com que os reais se tornem mais pró-cíclicos enquanto a inflação, o crescimento de M1 e os preços se tornam mais contracíclicos. O efeito sobre os juros reais é tão acentuado que compensa o efeito sobre a inflação, de sorte que os juros nominais são também pró-cíclicos.

A intuição para esse resultado reside no fato de um maior grau de rigidez de preços fazer com que os choques monetários se tornem (relativamente) mais importantes. Esses choques monetários implicam volatilidade de produto sem contrapartida no investimento, já que a tecnologia (produtividade) está inalterada. Adicionalmente, fazem com que a restrição de capital de giro se torne quantitativa-

vamente mais importante, aumentando o efeito dos juros nominais sobre a demanda por trabalho, e assim sobre o produto. Isso aumenta (em módulo) a correlação entre os juros e o produto. Finalmente, esses choques obrigam as empresas monopolistas a aumentar sua produção: como parte dos preços está fixa, um aumento inesperado na quantidade de moeda faz com que a receita marginal fique acima dos custos marginais. Isso implica maiores correlações de inflação e preços com o produto.

Basta uma observação rápida da Tabela 1 para concluir que as economias (3) e (4) têm *performances* inferiores à economia (2). Contudo, não é claro se a realidade está mais próxima da economia (1) ou da (2). Seguindo a praxe dos estudos de ciclos reais, neste artigo não escolhemos nenhuma medida formal de *performance* relativa das economias artificiais. Ao invés disso, optamos por sugerir qual é nossa melhor economia através de uma observação conjunta de todos os segundos momentos e de nosso conhecimento prévio sobre a robustez desses valores nos dados reais. No nosso caso em particular, sabemos que as variáveis do lado real apresentam maior robustez que as variáveis nominais. Com isso em mente, arriscamos dizer que nossa melhor economia corresponde à (2), em que a rigidez de preços é de 25%, porque nela a correlação entre os juros e o produto é claramente negativa.

Para alguns pesquisadores na área de ciclos reais, que consideram que choques no resíduo de Solow são a única fonte relevante de oscilações, esse resultado talvez seja uma surpresa. Vale dizer, o ponto principal de Chari, Kehoe e McGrattan (2000) é que preços fixos não geram persistência nas oscilações do produto. Nosso resultado em nada desafia a conclusão desses autores, já que não estamos fazendo nenhuma afirmação a respeito de persistência. Nossa visão é de que choques monetários associados à presença de preços fixos são fatores importantes para as oscilações da economia brasileira. Quanto à persistência, a única forma de obtê-la continua sendo através do resíduo de Solow.

A Tabela 2 tem o objetivo de verificar a robustez dos resultados e analisar com maior cuidado o papel dos choques monetários e tecnológicos. Sua primeira coluna repete a economia (2) da Tabela 1. As duas colunas seguintes apresentam o teste de robustez, mostrando os resultados para economias que se distiguem da (2) no parâmetro de elasticidade de demanda θ . As economias (5) e (6) representam os casos em que $\theta = 0,8$ e $\theta = 1,0$, respectivamente. Note-se que os resultados são extremamente próximos, mostrando que o que se ignorou em relação a θ não tem conseqüências significativas.

As economias (7) e (8) são simuladas com um só tipo de choque: a economia (7) só apresenta choques tecnológicos e a (8), somente choques monetários. A economia sem choques monetários, como era de se esperar, tem o comportamento típico dos modelos originais de ciclos reais. Em especial, os juros reais são

TABELA 2
ROBUSTEZ DOS RESULTADOS

Variável	(2) $\theta = 0,9$	(5) $\theta = 0,8$	(6) $\theta = 1,0$	(7) $\sigma_1 = 0$	(8) $\sigma_2 = 0$
Desvios-padrão (%) das séries filtradas					
PIB	1,8	1,8	1,8	1,8	0,45
Consumo	1,3	1,3	1,4	1,2	0,59
Investimento	4,1	4,3	3,6	4,1	0,19
Juros reais	2,2	2,2	2,2	0,19	2,2
Juros nominais	1,3	1,3	1,3	0,0	1,3
Inflação	1,0	1,0	1,0	0,19	0,99
M1 (crescimento)	0,49	0,49	0,49	0,04	0,49
Preço	1,4	1,4	1,4	0,26	1,4
Correlação (contemporânea) com o PIB das séries filtradas					
Consumo	0,97	0,98	0,97	1,0	1,0
Investimento	0,96	0,96	0,95	0,99	-0,44
Juros reais	-0,21	-0,21	-0,23	0,47	-0,96
Juros nominais	-0,23	-0,23	-0,23	-0,02	-0,87
Inflação	0,17	0,15	0,20	-0,47	1,0
M1 (crescimento)	0,31	0,30	0,31	0,99	0,87
Preço	-0,07	-0,11	-0,02	-0,96	0,39

pró-cíclicos, já que respondem a oscilações na produtividade, e a inflação e os preços são contracíclicos, porque a moeda atua somente através da distorção inflacionária.

Uma descrição melhor pode ser feita por meio dos Gráficos 1 a 3, que correspondem às respostas a impulso a um choque tecnológico. O Gráfico 1 mostra que, com o aumento na produtividade, produto, consumo e investimento sobem, e que o investimento é mais volátil, seguido pelo produto. Essa é a característica mais tradicional dos modelos de ciclos reais. O Gráfico 2 mostra que, apesar de os juros nominais estarem constantes (Gráfico 3), há um aumento na velocidade de emissão de moeda. Isso ocorre porque, com o aumento do consumo, os agentes demandam mais moeda para uma taxa fixa de juros nominais. A inflação, contudo,

GRÁFICO 1
CHOQUE TECNOLÓGICO — ALOCAÇÕES

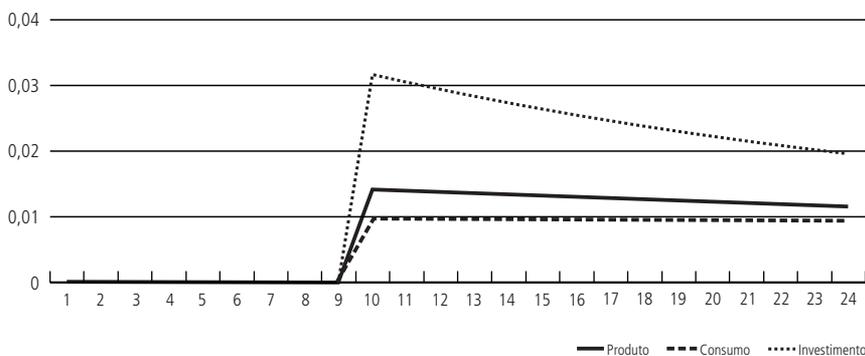


GRÁFICO 2
CHOQUE TECNOLÓGICO — PREÇOS

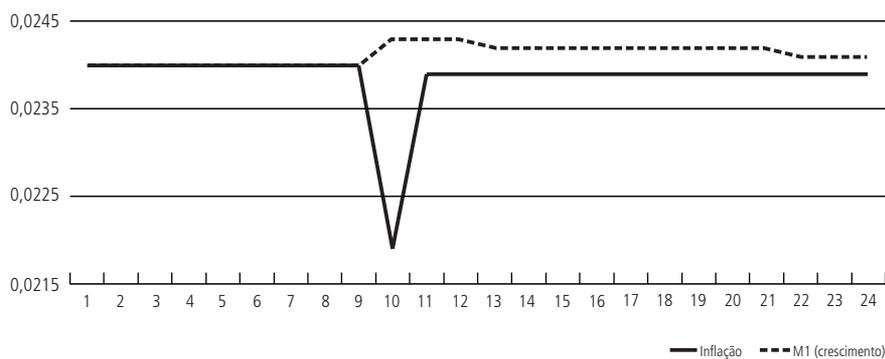
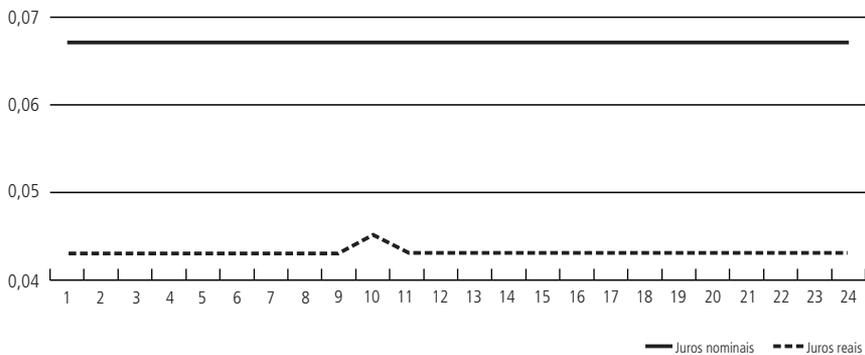


GRÁFICO 3
CHOQUE TECNOLÓGICO — JUROS



retrocede, porque o aumento do consumo é superior ao da moeda. A redução da inflação, por sua vez, permite que os juros reais aumentem (Gráfico 3), acompanhando a produtividade.

A economia (8), em que só há choques monetários, mostra um comportamento completamente inverso. Devido à restrição de capital de giro, aumentos nos juros reduzem o produto, implicando uma correlação juros-produto negativa. Como as empresas são monopolistas, um aumento da moeda faz com que as firmas produzam mais, o que implica inflação e preços positivos.

Novamente, podemos obter uma melhor intuição por meio das respostas a impulso a um choque monetário (redução dos juros nominais), mostradas nos Gráficos 4, 5 e 6. A redução dos juros nominais faz com que haja um aumento na velocidade de emissão de moeda e, assim, na inflação (Gráfico 5). Isso torna a queda nos juros reais ainda mais expressiva (Gráfico 6). A parte mais interessante ocorre no Gráfico 4, que mostra as alocações consequentes. A queda dos juros reais é compatível com uma redução da produtividade, que leva a uma diminuição do investimento. Por outro lado, a rigidez de preços, associada a uma situação de monopólio, faz com que seja lucrativo aumentar a produção. Isso é feito por meio do aumento de horas trabalhadas. Assim, apesar da queda de investimento e da estabilidade tecnológica, há um aumento do produto. Como os estoques de moeda estão anormalmente elevados, torna-se mais vantajoso consumir mais hoje, isto é, logo após o choque, do que amanhã. Com isso, o consumo se eleva ainda mais que o produto.

GRÁFICO 4
CHOQUE MONETÁRIO — ALOCAÇÕES

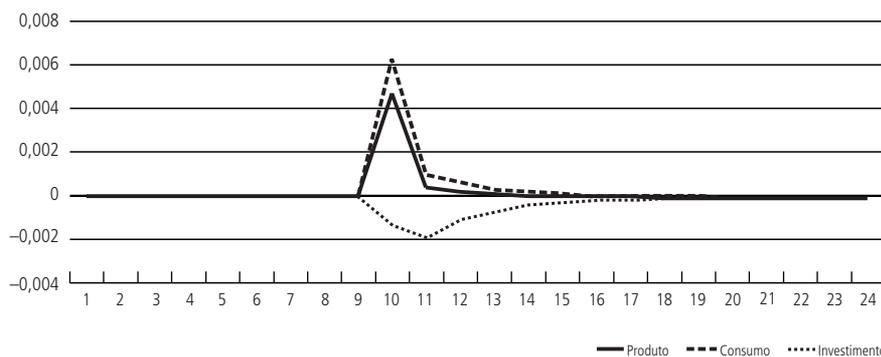


GRÁFICO 5
CHOQUE MONETÁRIO — PREÇOS

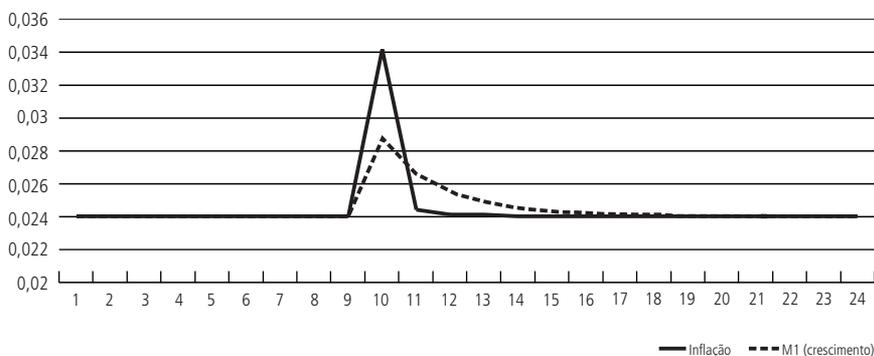
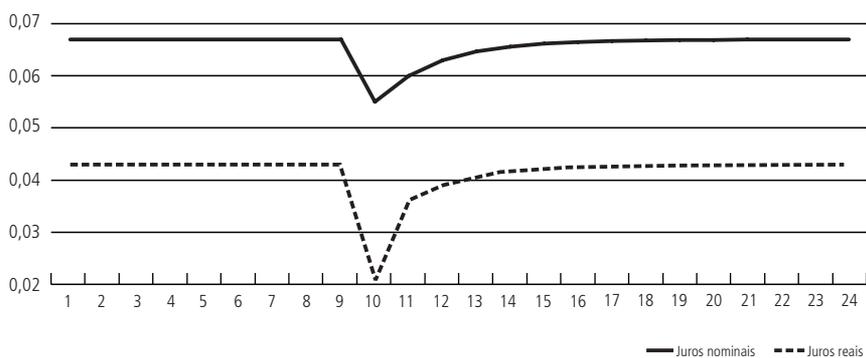


GRÁFICO 6
CHOQUE MONETÁRIO — JUROS



5 CONCLUSÃO

A economia proposta por Chari, Kehoe e McGrattan (2000) é transformada, de forma que acomode as seguintes características: *a*) parte dos preços é determinada com informação incompleta; *b*) política monetária segue uma regra para a taxa de juros nominal; e *c*) firmas estão sujeitas a uma restrição de capital de giro. Essa economia é então calibrada para o Brasil pós-Plano Real e simulada para diferentes graus de rigidez de preços.

Se considerarmos que os juros reais são contracíclicos, como parecem ser, e utilizarmos esse fato como critério de seleção, obteremos que uma economia com pouca rigidez (em que 25% dos preços são escolhidos com informação incompleta) é superior às demais. Essa economia, contudo, falha claramente em obter a correlação negativa entre inflação e PIB, como observada.

Modelos sem microfundaamentos, como os atualmente utilizados pelo Bacen, sofrem da famigerada “crítica de Lucas”. Modelos com microfundaamentos, ao menos potencialmente, não. Essa superioridade teórica sugere que, com o passar do tempo, conforme a ciência econômica avança e o nosso conhecimento da economia brasileira melhora, modelos sem microfundaamentos sejam substituídos por modelos microfundaamentados. Entretanto, como a maioria dos economistas argumenta, ainda estamos muito longe de conseguir escrever modelos microfundaamentados que realmente se aproximem da realidade. O sucesso do modelo aqui apresentado sugere que o futuro não está tão longe.

ABSTRACT

We calibrate an artificial monetary economy, similar to the one proposed by Chari, Kehoe and McGrattan (2000), to the post-Real Plan Brazilian economy. We use simulations to evaluate the effects of price rigidity over the business cycles. Economies with little rigidities perform better than totally flexible economies, supporting the usual models hypothesis of the Brazilian Central Bank. Results suggest a promising future for the use of microfounded models as an auxiliary tool for monetary policy decision taking.

BIBLIOGRAFIA

- 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.
- BASU, S. Procyclical productivity: increasing returns of cyclical utilization? *Quarterly Journal of Economics*, v. 111, p. 719-751, 1996.
- BOGDANSKI, J., FREITAS, P. S., GOLDFAJN, I., TOMBINI, A. A. *Inflation targeting in Brazil: shocks, backward-looking prices, and IMF conditionality*. Banco Central do Brasil, 2001 (Working Paper Series, 24).
- CHARI, V. V., KEHOE, P., McGRATTAN, E. Sticky prices of the business cycle: can the contract multiplier solve the persistence problem? *Econometrica*, v. 68, n. 5, p. 1.151-1.179, 2000.
- CHRISTIANO, L. J., EICHENBAUM, M. Liquidity effects, monetary policy, and the business cycle. *Journal of Money, Credit, and Banking*, v. 27, n. 4, p. 1.113-1.136, 1995.
- COOLEY, T. F., HANSEN, G. D. Money in business cycle models. In: COOLEY, T. F. (ed.). *Frontiers of business cycle research*. Princeton University Press, 1995.
- . The role of monetary shocks in equilibrium business cycle theory: three examples. *European Economic Review*, v. 42, p. 605-617, 1998.
- CORREIA, I., NEVES, J., REBELO, S. Business cycles in a small open economy. *European Economic Review*, v. 39, p. 1.089-1.113, 1995.
- ELLERY Jr., R., GOMES, V., SACHIDA, A. Business cycle fluctuations in Brazil. *Revista Brasileira de Economia*, v. 56, n. 2, 2002.
- FELDSTEIN, M. Comment on: interest rate rules in an estimated sticky price model. In: TAYLOR, J. B. *Monetary policy rules*. University of Chicago Press, 1999.

- FLODEN, M. Endogenous monetary policy and the business cycle. *European Economic Review*, v. 44, p. 1.409-1.429, 2000.
- GOLLIN, D. Getting income shares right. *Journal of Political Economy*, v. 110, n. 2, p. 458-474, 2002.
- GREENWOOD, J., HERCOWITZ, Z., HUFFMAN, G. Investment, capacity utilization and the business cycle. *American Economic Review*, v. 78, p. 402-417, 1988.
- KANCZUK, F. Business cycles in a small open Brazilian economy. *Economia Aplicada*, v. 5, n. 3, p. 455-471, 2001.
- . Juros reais e ciclos e ciclos reais brasileiros. *Revista Brasileira de Economia*, v. 56, n. 2, p. 173-191, 2002a.
- . Usando ciclos reais para construir cenários macroeconômicos. Versão preliminar circulou com título Usando Ciclos Reais para Projetar Tendência. *Anais da Anpec 2001, 2002b* (manuscrito).
- KANCZUK, F., FARIA Jr., F. Ciclos reais para a indústria brasileira. *Estudos Econômicos*, v. 30, n. 3, p. 335-350, 2000.
- TAYLOR, J. B. *Monetary policy rules*. University of Chicago Press, 1999.

(Originais recebidos em maio de 2003. Revistos em junho de 2003.)