

# **Política Monetária Ótima em um Contexto de Elevada Dívida Pública: o Caso do Brasil**

**José Franco Medeiros de Moraes\***

**Joaquim Pinto de Andrade\*\***

**Maria Luiza Falcão Silva\*\*\***

## **Resumo**

O presente trabalho calcula a regra ótima de política monetária para a economia brasileira, supondo que a autoridade monetária segue um regime flexível de metas de inflação no qual há também uma meta para a razão dívida/PIB. No modelo de economia aberta proposto, o prêmio de risco é gerado pela elevada dívida pública. Após estimar o modelo, a equação de Bellman é utilizada para determinar a regra ótima de política monetária. Os resultados sugerem que, ao incluir uma meta para a razão dívida/PIB na função perda da autoridade monetária, a resposta a choques na inflação torna-se menos agressiva e a redução da taxa de juros passa a ser a resposta ótima da política monetária para choques positivos na dívida pública e no prêmio de risco.

Palavras-Chave: política monetária, regra ótima, dívida pública, prêmio de risco.

## **Abstract**

This paper calculates the optimal monetary policy rule for Brazilian economy, assuming that monetary authority adopts a flexible inflation targeting regime in which, besides the inflation target, there is also a target for public debt/GDP ratio. According to the open economy proposed model, risk premium is generated by high public debt. After estimating the parameters, Bellman equation is applied to determine the optimal monetary policy rule. Results suggest that when a target for public debt/GDP is taken into account in the loss function, monetary policy responds less aggressively to inflation shocks, while easing monetary policy becomes optimal response to positive shocks to public debt and risk premium.

Key words: monetary policy, optimal rule, public debt, risk premium.

JEL Classification: C61, E52, E63

\* Doutorando pela Universidade de Brasília (UnB) e funcionário da Secretaria do Tesouro Nacional.

\*\* Professor da Universidade de Brasília (UnB).

\*\*\*Secretaria de Gestão Estratégica da EMBRAPA – Sede DF

## 1- Introdução

O sistema de metas de inflação, adotado em vários países a partir da década de 1990, caracteriza-se pelo (i) comprometimento em alcançar uma meta de inflação previamente estabelecida e amplamente divulgada, pela (ii) utilização da inflação esperada como uma meta intermediária, e pelo (iii) alto grau de transparência, através de um canal de comunicação entre a autoridade monetária e os agentes econômicos, onde cada ação de política monetária deve ser explicada e os agentes devem sinalizar as suas expectativas futuras.

O instrumento de política monetária é a taxa de juros nominal, através da qual a taxa de juros real pode ser controlada, dadas as expectativas de inflação dos agentes, monitoradas pela autoridade monetária. A taxa de juros reage às variáveis-objetivo, que em geral são a inflação e o produto, através da função de reação. Do ponto de vista operacional, a autoridade monetária estabelece periodicamente uma meta para a taxa de juros, que é alcançada através de operações de mercado aberto.

Entender o mecanismo de transmissão da taxa de juros para as demais variáveis é fundamental para capturar os efeitos da política monetária. O mecanismo de transmissão da taxa de juros para a inflação ocorre via demanda agregada e taxa de câmbio. De acordo com a ótica convencional, elevações na taxa de juros tendem a inibir a demanda agregada e aumentar o fluxo de capitais, com conseqüente apreciação cambial. Apesar de funcionar bem em economias industrializadas, a aplicabilidade deste segundo canal de transmissão a economias emergentes tem sido questionada recentemente. A inclusão no modelo de variáveis como a dívida pública e o prêmio de risco podem mudar radicalmente a ótica convencional do mecanismo de transmissão. Favero e Giavazzi (2003) e Blanchard (2004) sugerem que, no caso específico da economia brasileira, a elevação na razão dívida/PIB, decorrente da elevação na taxa de juros, tenderia a aumentar a percepção de risco dos agentes e, conseqüentemente, a probabilidade de *default*. Como há alta correlação entre o prêmio de risco e a taxa de câmbio, ocorreria uma depreciação, ao invés de apreciação cambial. Neste caso, haveria uma situação de dominância fiscal, em que a política monetária seria ineficaz para controlar a inflação, em decorrência de desequilíbrios na política fiscal.

A função de reação é uma regra na qual o instrumento de política – a taxa de juros – reage às demais variáveis do modelo. A regra ótima de política monetária é obtida através da minimização intertemporal de uma função perda linear quadrática, sujeita às equações dadas pela estrutura da economia. A regra ótima é dada pela função de reação que surge a partir das condições de primeira ordem da otimização. Em um sistema de metas de inflação os argumentos da função perda são, em geral, os desvios da inflação em torno da meta, os desvios do produto em torno do produto potencial e a diferença entre a taxa de juros e a sua própria defasagem. Este último argumento tem como objetivo suavizar a trajetória do próprio instrumento de política monetária, que baliza a tomada de decisões dos agentes. Os argumentos da função perda podem ter pesos diferentes, dependendo das preferências da autoridade monetária.

O presente artigo tem como objetivo analisar a política monetária ótima em um contexto de elevada dívida pública. Para tanto, utilizamos como motivação a recente literatura sobre o mecanismo de transmissão em economias emergentes e incluímos, de maneira endógena, a dívida pública e o prêmio de risco no modelo de Ball (1999). Por outro lado, incluímos na função perda da autoridade monetária uma meta para a razão dívida/PIB e realizamos simulações com diferentes preferências da autoridade monetária.

Os resultados sugerem que, ao levar em consideração a interação entre a taxa de juros, a dívida pública, o prêmio de risco e a taxa de câmbio, a reação ótima da política monetária torna-se menos agressiva em relação à inflação. A magnitude da reação à inflação é inversamente proporcional ao peso dado na função perda aos desvios da relação dívida/PIB em torno de sua meta. Um resultado contra-intuitivo, porém perfeitamente plausível quando se introduz a dívida pública no modelo, é a reação ótima negativa da taxa de juros a choques no prêmio de risco.

Na próxima seção apresentamos o modelo estrutural macroeconômico para uma economia aberta e fazemos as estimativas dos parâmetros. A seção 3 descreve os possíveis mecanismos de transmissão e apresenta o estado das artes da literatura sobre política monetária e dívida pública aplicados à economia brasileira. A seção 4 apresenta o arcabouço teórico da análise de política monetária ótima, enquanto a seção 5 apresenta a regra ótima para a economia brasileira. A última seção é destinada às conclusões.

## **2- Modelo Estrutural Macroeconômico**

### *2.1- Modelo Backward-Looking para Economia Aberta*

A estrutura macroeconômica básica de uma economia fechada é descrita, em geral, por uma curva de oferta agregada – curva de Phillips – e uma curva de demanda agregada – curva IS (modelo OA-IS). Em um sistema de metas de inflação o Banco Central monitora as expectativas de inflação dos agentes e utiliza a taxa de juros nominal como instrumento de política, através de operações de mercado aberto. Desta forma, a autoridade monetária controla a taxa de juros real, que afeta o produto através da curva IS. O produto, por sua vez, afeta a inflação através da curva de Phillips.

Em uma economia aberta o mecanismo de transmissão torna-se mais complexo, pois a política monetária afeta a economia não somente através da taxa de juros, mas também através da taxa de câmbio. Em termos de modelagem, inclui-se a taxa de câmbio na IS e na curva de Phillips, além de se adicionar ao sistema uma terceira equação para a taxa de câmbio, como função da taxa de juros. Esta estrutura foi proposta por Ball (1999), segundo o qual em uma economia aberta o sistema de metas de inflação deveria utilizar como instrumento de política um índice de condições monetárias, formado conjuntamente pela taxa de juros e pela taxa de câmbio, enquanto a meta deveria ser alguma medida da taxa de inflação de longo prazo.

Entretanto, o modelo de Ball não é ideal para a análise de uma economia emergente, como é o caso do Brasil, que possui fundamentos macroeconômicos instáveis, elevado

estoque de dívida pública, desequilíbrios na composição da dívida pública e alta dependência de capitais externos. Para adequar o modelo a essas características incluímos na equação da taxa de câmbio uma variável que representa a percepção de risco dos agentes. A curva de Phillips, a IS e a dinâmica da taxa de câmbio podem ser descritas, respectivamente, pelas equações (1), (2) e (3), onde  $\pi$  representa a taxa de inflação,  $y$  o hiato do produto,  $e$  a taxa de câmbio real,  $r$  a taxa de juros real e  $rp$  o prêmio de risco. O termo  $\varepsilon$  representa um ruído branco.

$$\pi_{t+1} = \alpha_0 \pi_t + \alpha_1 y_t + \alpha_2 (e_t - e_{t-1}) + \varepsilon_{t+1}^{\pi} \quad (1)$$

$$y_{t+1} = \beta_0 y_t + \beta_1 r_t + \beta_2 e_t + \varepsilon_{t+1}^y \quad (2)$$

$$e_{t+1} = \delta_1 r_t + \delta_2 rp_t + \varepsilon_{t+1}^e \quad (3)$$

Em uma economia industrializada o prêmio de risco pode ser considerado irrisório. Testes empíricos da equação da taxa de câmbio para fins de política monetária aplicados a países industrializados supõem que o prêmio de risco segue determinado processo estocástico, como um passeio aleatório, ou supõem simplesmente que o prêmio de risco está incluído no termo erro, como fazem Svensson (2000) e Ball (1999), respectivamente. Por outro lado, em economias emergentes, em geral fortemente dependentes do capital externo, o prêmio de risco torna-se uma variável-chave para fins de política monetária. A percepção de risco dos agentes em relação à economia é determinante dos fluxos de capitais e, conseqüentemente, da taxa de câmbio e da inflação.

Neste contexto, é fundamental endogenizar o prêmio de risco, estabelecendo assim a sua relação com os fundamentos macroeconômicos. Muinhos *et al* (2002) estimaram a UIP (diferencial descoberto da taxa de juros) considerando o spread do C-Bond como *proxy* para o prêmio de risco. As variáveis que explicariam o spread do C-Bond são o nível de reservas internacionais, a dívida líquida do setor público e o saldo em transações correntes. Essas variáveis foram consideradas como proporção do PIB e os resultados encontrados foram intuitivos e robustos. O nível de reservas internacionais e o saldo em transações correntes afetam o prêmio de risco negativamente, enquanto a dívida pública tem uma relação direta com o prêmio de risco.

Como o foco deste artigo é a análise da política monetária ótima em um contexto de elevada dívida pública, seguimos Lopes (2003) e modelamos o prêmio de risco como função de um componente auto-regressivo e da razão dívida/PIB ( $b$ ), como mostra a equação (4). As demais variáveis, que certamente afetam a percepção de risco dos agentes, estão incluídas no termo erro.

$$rp_{t+1} = \lambda_0 rp_t + \lambda_1 b_t + \varepsilon_{t+1}^{rp} \quad (4)$$

Por último, é necessário determinar quais variáveis macroeconômicas afetam a razão dívida/PIB. De acordo com o Relatório Anual da Dívida Pública de 2003, 46,5% do estoque da dívida pública é indexado à taxa Selic, 32,4% é indexado à taxa de câmbio,

10,3% é indexado a índices de preços e 9,5% é prefixado<sup>1</sup>. Portanto, é natural supor que a dinâmica da dívida pública seja função da taxa de juros real e da variação da taxa de câmbio real no período anterior, como mostra a equação (5). Outro pressuposto do modelo é que o superávit primário mantém-se constante, como proporção do PIB.

$$b_{t+1} = \gamma_0 b_t + \gamma_1 r_t + \gamma_2 (e_t - e_{t-1}) + \varepsilon_{t+1}^b \quad (5)$$

## 2.2- Resultados Empíricos

O modelo estrutural macroeconômico é formado pelo sistema (1) – (5). Apesar de possíveis problemas de simultaneidade, é usual na literatura estimar cada equação separadamente, através do estimador de mínimos quadrados ordinários (OLS). Uma alternativa seria utilizar o estimador de mínimos quadrados de dois estágios (TSLS), entretanto a escolha de variáveis instrumentais para cada uma das cinco equações adicionaria um componente subjetivo à análise. A utilização do estimador OLS para esse tipo de análise é comum na literatura, por razões de simplicidade e transparência. Rudebusch e Svensson (1998) e Andrade e Divino (2001), por exemplo, estimam versões *backward-looking* do modelo OA-IS para uma economia fechada utilizando este estimador. Freitas e Muinhos (2002) utilizam o mesmo estimador para um modelo de economia aberta.

Utilizamos dados da economia brasileira com periodicidade mensal, para a amostra compreendida entre mar/99 e mar/04. A inflação considerada foi a taxa medida pelo IPCA, que é o índice oficial do sistema de meta de inflação utilizado pelo Banco Central. Como *proxy* para o hiato do produto utilizamos a diferença entre o índice de produção industrial de bens de consumo, divulgado pelo IBGE, e a sua tendência de longo prazo, obtida através do filtro Hodrick-Prescott<sup>2</sup>. Como *proxy* para a taxa de câmbio real efetiva utilizamos a série publicada no IPEADATA. A taxa de juros real foi obtida subtraindo da taxa Selic o IPCA corrente. Como *proxy* para o prêmio de risco utilizamos o *spread* do C-Bond em relação ao título do Tesouro americano de *duration* semelhante, considerado totalmente livre de risco. A série da dívida líquida do setor público como proporção do PIB foi calculada pelo Banco Central do Brasil.

A tabela (1) descreve cada variável utilizada nas estimativas e apresenta o resultado do teste Augmented Dickey Fuller (ADF), com o intuito de verificar se as séries têm alguma raiz unitária. Para a maioria das variáveis pode-se rejeitar a hipótese de raiz unitária. As exceções são o *spread* do C-Bond e a razão dívida/PIB. Entretanto, cabe ressaltar que a amostra em questão inclui o segundo semestre de 2002, período caracterizado por alta volatilidade no mercado financeiro, em decorrência das incertezas relacionadas ao período eleitoral.

---

<sup>1</sup> O Relatório anual da dívida pública está disponível na Internet, na página da Secretaria do Tesouro Nacional ([www.tesouro.fazenda.gov.br](http://www.tesouro.fazenda.gov.br)). A composição da dívida pública citada refere-se à posição em dezembro de 2003.

<sup>2</sup> Não utilizamos a série do PIB porque a sua periodicidade é trimestral e qualquer método de interpolação estaria sujeito a aspectos subjetivos.

Tabela 1: Descrição das Variáveis e Teste de Raiz Unitária

Variável	Descrição	Teste (nível)	ADF	Nº lags
$\pi_t$	$\log\left(1 + \frac{IPCA_t}{100}\right)$	-2,91**		2
$y_t$	$\log(1 + (IPI_t - HPtrendIPI_t))$	-4,55*		2
$e_t$	$\log(cambioreal_t)$	-2,62***		2
$e_t - e_{t-1}$	$\log\left(\frac{cambioreal_t}{cambioreal_{t-1}}\right)$	-4,25*		1
$r_t$	$\log(selic_t - IPCA_t)$	-3,67*		1
$rp_t$	$\log(spreadCBOND_t)$	-2,33		1
$b_t$	$\log\left(\left(\frac{DLSP}{PIB}\right)_t\right)$	-1,33		1

\* Rejeita a hipótese nula com nível de confiança de 1%

\*\* Rejeita a hipótese nula com nível de confiança de 5%

\*\*\* Rejeita a hipótese nula com nível de confiança de 10%

Tabela 2: Parâmetros Estimados

Curva de IS Phillips	Taxa de Câmbio	de Prêmio de Risco	de Dívida Pública
$\alpha_0 = 0,86^*$ (0,06)	$\beta_0 = 0,36^*$ (0,15)	$\lambda_0 = 0,9^*$ (0,05)	$\gamma_0 = 0,97^*$ (0,1)
$\alpha_1 = 0,03$ (0,02)	$\beta_1 = -0,44^{***}$ (0,22)	$\delta_1 = -1,12^{***}$ (0,68)	$\lambda_1 = 0,15^{***}$ (0,08)
$\alpha_2 = 0,04^*$ (0,01)	$\beta_2 = 0,02^{***}$ (0,005)	$\delta_2 = 0,16^*$ (0,02)	$\gamma_2 = 0,20^{**}$ (0,09)
$R^2 = 0,39$	$R^2 = 0,38$	$R^2 = 0,15$	$R^2 = 0,87$
$DW = 2,17$	$DW = 1,77$	$DW = 0,34$	$DW = 0,92$
			$R^2 = 0,86$
			$DW = 3,04$

\* Rejeita a hipótese nula com nível de confiança de 1%

\*\* Rejeita a hipótese nula com nível de confiança de 5%

\*\*\* Rejeita a hipótese nula com nível de confiança de 10%

Os resultados obtidos encontram-se descritos na tabela (2), com o desvio-padrão entre parênteses. A maioria dos parâmetros apresenta o sinal esperado e é estatisticamente significativo. Como as séries temporais do risco-país e da razão dívida/PIB resultaram ser não-estacionárias, estimamos ainda uma versão da relação do prêmio de risco em primeira diferença, como mostra a equação (4b). De acordo com esta estimativa,  $\lambda_0 = 0,49$  (DP = 0,11) e  $\lambda_1 = 1,22$  (DP = 0,42), enquanto o coeficiente de determinação  $R^2 = 0,34$ .

$$\Delta rp_{t+1} = \lambda_0 \Delta rp_t + \lambda_1 \Delta b_t + \varepsilon_{t+1}^{rp} \quad (4b)$$

Para efeito de comparação, é interessante citar outros resultados encontrados na literatura empírica aplicada à economia brasileira. Em relação às estimativas das curvas de oferta e demanda agregadas, cabe citar o trabalho de Almeida *et al* (2003), que replica o modelo de Ball (1999) para a economia brasileira, com o objetivo de calcular a regra ótima de política monetária em uma economia aberta. Os autores estimam o modelo IS-AS através do estimador de mínimos quadrados de dois estágios, com dados trimestrais de 1994 a 2001. Os parâmetros estimados são:  $\alpha_0 = 0,65$ ,  $\alpha_1 = 0,08$ ,  $\alpha_2 = 0,07$ ,  $\beta_0 = 0,36$ ,  $\beta_1 = -0,06$  e  $\beta_2 = 0,04$ . A maior diferença entre essa estimativa e a nossa é a magnitude de  $\beta_1$ , que pode ser explicada pela diferença entre os períodos e as periodicidades dos dados nos dois artigos.

Por outro lado, a estimação da equação da taxa de câmbio é um pouco mais controversa. Muinhos *et al* (2002) estimam a equação da taxa de câmbio através da paridade descoberta da taxa de juros (UIP) e observa que, em geral, esta relação não se verifica empiricamente, devido a problemas de assimetria de informações, mobilidade imperfeita de capitais, custos de transação, ineficiência de mercado e simplificações feitas nos testes empíricos<sup>3</sup>. Utilizando variáveis nominais em primeira diferença e impondo uma condição de equilíbrio baseada na hipótese da paridade do poder de compra, os autores estimam parâmetros para o diferencial de juros e o prêmio de risco iguais a -9,2 e 49,9, respectivamente.

Em um artigo publicado recentemente, Blanchard (2004) estima uma versão da UIP em que a variável dependente é a própria taxa de câmbio – e não a variação cambial – e a *proxy* para o prêmio de risco considera não apenas a probabilidade de *default* do Brasil, mas também a aversão ao risco dos investidores internacionais. Os resultados indicam que a taxa de câmbio, tanto nominal quanto real, é altamente sensível ao prêmio de risco (o parâmetro varia entre 9,04 e 15,35, dependendo da metodologia empregada), enquanto os resultados referentes à sensibilidade da taxa de câmbio ao diferencial de juros são ambíguos (o parâmetro varia entre -0,21 e 0,73, sendo estatisticamente insignificante na maioria das vezes).

---

<sup>3</sup> De acordo com a UIP, a variação cambial esperada é função linear do diferencial entre a taxa de juro doméstica e a taxa de juros internacional e do prêmio de risco.

Os parâmetros estimados para a equação que reflete a dinâmica da dívida pública são coerentes com a composição da própria dívida ao longo do período considerado. No caso do prêmio de risco endógeno, Muinhos *et al* (2002) estima em 0,14 o efeito da razão dívida/PIB sobre o prêmio de risco, embora haja ainda outras variáveis explicativas em seu modelo. Lopes (2003) estima uma equação igual à nossa, porém com dados trimestrais, de 1994 a 2003, e encontra  $\lambda_1 = 0,07$ .

O modelo estrutural apresentado acima expande o modelo de Ball para melhor se adequar ao caso de uma pequena economia emergente aberta, incluindo no sistema uma equação para o risco-país e outra para a dívida pública. Ambas as variáveis são endógenas, sendo que o risco-país é função da dívida pública e esta, por sua vez, é função de variáveis macroeconômicas controladas – direta ou indiretamente – pela autoridade monetária.

### 3- Política Monetária e Dívida Pública

Na literatura sobre política monetária ótima e metas de inflação é comum supor que, a cada período, a autoridade monetária minimiza uma função perda intertemporal, sujeita a restrições dadas pela estrutura da economia. Como resultado, obtém-se uma função de reação, que pode ser interpretada como uma regra de política monetária, segundo a qual a variável de controle, ou seja, a taxa de juros, responde aos movimentos nas variáveis de estado, que em geral são a inflação e o produto.

De acordo com o arcabouço padrão dos modelos de política monetária ótima, a autoridade monetária adota um regime flexível de metas de inflação<sup>4</sup>, tendo como objetivo minimizar uma função perda linear quadrática, cujos argumentos são os desvios da inflação em torno de uma meta explícita, os desvios do produto em torno do produto potencial e os desvios da taxa de juros em torno da taxa de juros no período anterior. Dentre os artigos publicados que consideram uma autoridade monetária adotando esse tipo de função perda, podemos citar Svensson (2000) e Rudebusch e Svensson (1998), que analisam a política monetária ótima da economia americana, e Andrade e Divino (2001), Freitas e Muinhos (2002) e Almeida *et al* (2003), que calculam regras ótimas de política monetária para a economia brasileira.

Por outro lado, é relevante considerar uma autoridade monetária que possui outros objetivos de política, além daqueles mencionados acima. A justificativa para essa linha de pesquisa seria a tentativa de incorporar as especificidades de cada país na formulação da política monetária. A partir da década de 90, vários países adotaram oficialmente o sistema de metas de inflação, dentre os quais podemos citar Suíça, Nova Zelândia, Austrália, Canadá, Inglaterra, Suécia, Espanha, Israel e Brasil. Entretanto, até que ponto seria correto supor que o mesmo regime de política monetária poderia se aplicar indiscriminadamente a economias com características tão distintas? É natural supor que, partindo do arcabouço básico do sistema de metas, a autoridade monetária de cada país seja capaz de incorporar em seu modelo outras variáveis, que capturem as especificidades de cada economia.

---

<sup>4</sup> Svensson (2000) define um sistema flexível de metas de inflação como aquele no qual, além da inflação, são incluídas outras variáveis na função perda, com pesos maiores que zero. Em outras palavras, há outros objetivos de política monetária, além da estabilização da inflação em torno da meta.



Neste contexto, Medina e Valdés (2000) consideram um modelo em que o Banco Central do Chile inclui em sua função objetivo uma meta para a conta corrente do balanço de pagamentos. Por outro lado, Kontonikas e Montagnoli (2003) incluem na curva IS uma variável que representa o índice da bolsa de valores, com o objetivo de analisar a política monetária ótima quando há desequilíbrios nos preços dos ativos.

No caso da economia brasileira, uma especificidade que a diferencia dos demais países que adotaram o sistema de metas de inflação é o elevado estoque de dívida pública como proporção do PIB. A dívida pública é composta por títulos indexados à taxa Selic (cerca de 50%), títulos indexados à variação cambial ou denominados em moeda estrangeira (cerca de 30%) e títulos indexados à taxa de inflação (cerca de 10%)<sup>5</sup>. Como a variável de controle do Banco Central é a taxa Selic, que afeta tanto a taxa de câmbio quanto a taxa de inflação, as ações de política monetária têm impacto direto sobre o estoque de dívida pública.

Estabelecer a relação entre taxa de juros, taxa de câmbio e inflação é fundamental para o bom entendimento do mecanismo de transmissão da política monetária. De acordo com a ótica convencional há basicamente dois canais de transmissão. Em primeiro lugar, uma elevação (redução) na taxa de juros reduziria (aumentaria) a demanda agregada e, conseqüentemente, teria um impacto negativo (positivo) sobre a inflação. Em segundo lugar, uma elevação (redução) na taxa de juros teria impacto positivo (negativo) sobre o fluxo de capitais, provocando assim uma apreciação (depreciação) cambial e, conseqüentemente, redução (elevação) na inflação. Em termos da modelagem apresentada na seção anterior, os canais de transmissão ocorrem através das equações (2) e (3), respectivamente, que têm efeito sobre a inflação ao serem substituídas na equação (1). Obviamente, é necessário considerar a estrutura de defasagens do modelo e realizar as substituições apropriadamente.

Essa interação entre as variáveis é capaz de descrever o mecanismo de transmissão em países industrializados. Entretanto, a política monetária em economias emergentes deveria levar em consideração variáveis como o prêmio de risco e a dívida pública, especialmente se esta última for elevada e vulnerável a choques, e se o país tiver histórico de *default*, como é o caso do Brasil. Esses fatores abrem espaço para uma ótica alternativa do mecanismo de transmissão. Uma elevação (redução) na taxa de juros elevaria (reduziria) os encargos da dívida, aumentando (diminuindo) assim o prêmio de risco e provocando depreciação (apreciação) cambial, que elevaria (diminuiria) mais ainda os encargos da dívida. O efeito da taxa de juros sobre a dívida pública torna-se ainda maior quando se leva em consideração seu efeito sobre o produto e, conseqüentemente, sobre a relação dívida/PIB. Por outro lado, uma elevação (redução) da taxa de juros tenderia a afetar negativamente (positivamente) os encargos da dívida cambial, caso provocasse a entrada (saída) de capitais e conseqüente apreciação (depreciação) cambial. Em termos da modelagem apresentada na seção anterior, estes canais de transmissão ocorrem através da

---

<sup>5</sup> O restante da dívida é prefixada. Cabe ressaltar que a composição da dívida pública pode se alterar ao longo do tempo, embora de maneira lenta e gradual.

equação (5), que pode ser incluída na equação (4) e esta, por sua vez, pode ser incluída nas demais equações do modelo.

Recentemente autores têm dado maior atenção à maneira como a dívida pública e o prêmio de risco afetam a execução da política monetária no Brasil. Favero e Giavazzi (2003) apresentam um modelo empírico no qual a economia passa de um equilíbrio bom para um equilíbrio ruim, quando a relação dívida/PIB ultrapassa determinado patamar. No equilíbrio ruim ocorre um círculo vicioso em que a elevação na taxa Selic aumenta a probabilidade de *default*, em virtude do aumento nos encargos da dívida pública. Como há correlação alta entre taxa de câmbio e probabilidade de *default*, ocorreria uma depreciação, ao invés de apreciação cambial. Para reduzir a inflação decorrente desta depreciação cambial, o Banco Central teria que elevar mais ainda a taxa de juros, gerando um círculo vicioso na atuação da política monetária.

Blanchard (2004) analisa o sistema de metas de inflação sob a ótica da dominância fiscal<sup>6</sup>. O autor constrói um modelo teórico e faz testes empíricos aplicados à economia brasileira, enfatizando a possibilidade do sistema de metas de inflação ter efeitos perversos quando o nível inicial de dívida pública é elevado e quando esta apresenta elevada exposição cambial. Neste caso, a elevação da taxa de juros real causaria depreciação, e não apreciação cambial. Em suma, o autor conclui que, sob certas condições, o instrumento correto para combater a inflação seria a política fiscal, ao invés da política monetária.

A literatura sobre política monetária e dívida pública aplicada à economia brasileira inclui ainda Verdini *et al.* (2003), que avalia a viabilidade de se adaptar a política de metas de inflação para corrigir desvios explosivos da dívida pública. Após definir uma função de reação aumentada para o Banco Central (que não é uma regra ótima), os autores concluem que, apesar da solvência no longo prazo, as regras estudadas não impedem a alta volatilidade da relação dívida/PIB no curto prazo, e ainda aumentam a instabilidade de outras variáveis econômicas. Por outro lado, Lopes (2003) analisa a composição ótima para a dívida pública, supondo que o Banco Central segue determinada função de reação.

#### **4- Arcabouço da Análise de Política Monetária Ótima**

A função perda, amplamente utilizada em estudos sobre política monetária ótima, pode ser derivada a partir de um processo de maximização da utilidade esperada do agente representativo, que é o critério de bem-estar natural. Woodford (2003, pág. 392) mostra como obter a função perda, cujos argumentos são desvios da inflação e do produto, a partir de uma função utilidade esperada, cujos argumentos são o consumo agregado e a oferta de trabalho em cada setor da economia. Considerando que parcela da riqueza do setor privado é mantida sob a forma de títulos públicos, um eventual *default* da dívida pública teria impacto negativo sobre a renda dos consumidores. Neste contexto, é natural considerar uma autoridade monetária que se preocupa com a dinâmica da dívida pública.

---

<sup>6</sup> Com base na teoria fiscal do nível de preços, proposta por Sargent e Wallace (1981), o termo dominância fiscal é utilizado quando a política monetária não é capaz de controlar a inflação, em decorrência de desequilíbrios na política fiscal.

A função objetivo da política monetária pode ser representada pelas equações (6) e (7), onde  $E$  representa o operador de expectativas,  $\beta$  ( $0 < \beta < 1$ ) representa uma taxa de desconto intertemporal e  $\mu$  ( $\mu \geq 0$ ) representa as preferências da autoridade monetária, ou seja, o peso de cada argumento na função perda. O hiato do produto é representado por  $\tilde{y}$ , enquanto  $\tilde{\pi}$  e  $\tilde{b}$  representam os desvios da inflação e da relação dívida/PIB, respectivamente, em torno de suas metas. O último termo da equação (7) reflete a suavização da trajetória da taxa de juros.

$$E_t \sum_{\tau=0}^{\infty} \beta^{\tau} L_{t+\tau} \quad (6)$$

$$L_t = \mu_{\pi} \tilde{\pi}_t^2 + \mu_y \tilde{y}_t^2 + \mu_b \tilde{b}_t^2 + \mu_i (i_t - i_{t-1})^2 \quad (7)$$

O objetivo da autoridade monetária é minimizar, a cada período, a função perda (6)-(7), sujeito às restrições dadas pelo sistema de equações (1)-(5). Portanto, trata-se de um problema linear de otimização estocástica intertemporal que, como observa Sargent (1987), pode ser resolvido através de técnicas de programação dinâmica, com o auxílio da Equação de Bellman e do teorema do envelope. Para tanto, é conveniente representar o sistema (1)-(5) sob a forma de espaço de estado, como descrito na equação (8), onde  $X_t$  é o vetor  $7 \times 1$  de variáveis de estado no período  $t$ ,  $A$  é a matriz  $7 \times 7$  de coeficientes,  $B$  é o vetor  $7 \times 1$  de coeficientes,  $i_t$  é a variável de controle (taxa de juros nominal) e  $v_t$  é o vetor  $7 \times 1$  de distúrbios aleatórios. As matrizes e vetores encontram-se descritos abaixo.

$$X_{t+1} = AX_t + Bi_t + v_{t+1} \quad (8)$$

$$X_t = \begin{bmatrix} \pi_t \\ y_t \\ e_t \\ e_{t-1} \\ rp_t \\ b_t \\ i_{t-1} \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} 0 \\ \beta_1 \\ \delta_1 \\ 0 \\ 0 \\ \gamma_1 \\ 1 \end{bmatrix} \quad v_t = \begin{bmatrix} \varepsilon_t^{\pi} \\ \varepsilon_t^y \\ \varepsilon_t^e \\ 0 \\ \varepsilon_t^{rp} \\ \varepsilon_t^b \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$A = \begin{bmatrix} \alpha_0 & \alpha_1 & \alpha_2 & -\alpha_2 & 0 & 0 & 0 \\ -\beta_1 & \beta_0 & \beta_2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -\delta_1 & 0 & \delta_0 & 0 & \delta_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \lambda_0 & \lambda_1 & 0 \\ 0 & 0 & \gamma_2 & -\gamma_2 & 0 & \gamma_0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

É conveniente ainda colocar a função perda sob notação matricial, definindo o vetor  $4 \times 1$  de variáveis objetivo  $Y_t$  como função do vetor de variáveis de estado  $X_t$ , da matriz  $4 \times 11$   $C_X$ , do vetor coluna  $C_i$  e da variável de controle  $i_t$ , como mostra a equação (9). Abaixo encontram-se representados os vetores  $Y_t$  e  $C_i$ , bem com a matriz  $C_X$ .

$$Y_t = C_X X_t + C_i i_t \quad (9)$$

$$Y_t = \begin{bmatrix} \pi_t \\ y_t \\ b_t \\ (i_t - i_{t-1}) \end{bmatrix} \quad C_i = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$C_X = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}$$

Utilizando o arcabouço e a notação matricial descrita por Rudebusch e Svensson (1998), o problema da autoridade monetária torna-se:

$$\underset{\{i_t\}_{t=0}^{\infty}}{\text{Min}} E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \{Y_t' K Y_t\} \quad (10)$$

$$\text{sujeito a } X_{t+1} = A X_t + B i_t + v_{t+1}$$

onde  $K$  é a matriz diagonal  $4 \times 4$ , cujos elementos da diagonal  $(\mu_\pi, \mu_y, \mu_b, \mu_i)$  representam as preferências do Banco Central, ou seja o peso dado a cada argumento na função objetivo.

A função de reação na qual estamos interessados é linear em relação ao vetor de variáveis de estado  $X_t$ , como mostra a equação (11), onde  $F$  é o vetor linha  $1 \times 7$  dos coeficientes da regra de política monetária. A regra ótima será aquela que resolve o problema de otimização (10).

$$i_t = F X_t \quad (11)$$

Para cada função de reação (11), a dinâmica do modelo seguirá  $X_{t+1} = M X_t + v_{t+1}$  e  $Y_t = C X_t$ , onde as matrizes  $M$  e  $C$  são dadas por  $M = A + B F$  e  $C = C_x + C_i F$ . Para cada regra de política  $F$  que resultar em variância incondicional finita das variáveis objetivo, a função perda incondicional estará de acordo com a equação (12), onde  $\Sigma_{YY}$  é a matriz de covariância incondicional das variáveis objetivo.

$$E[L_t] = E[Y_t' K Y_t] = \text{tr}(K \Sigma_{YY}) \quad (12)$$

A regra ótima de política monetária é dada pela condição de primeira ordem (13), onde  $V$  é a matriz  $7 \times 7$  que satisfaz a equação de Riccati (14), na qual  $Q = C_x' K C_x$ ,  $U = C_x' K C_i$  e  $R = C_i' K C_i$ . O valor ótimo da expressão (6) é dado pela equação (15), onde  $\Sigma_{vv} = E[v_t v_t']$  é a matriz de covariância do vetor de distúrbios aleatórios.

$$F = -\frac{(U' + \beta B' V A)}{(R + \beta B' V B)} \quad (13)$$

$$V = Q + U F + F' U' + F' R F + \beta M' V M \quad (14)$$

$$V(X) = X_t' V X_t + \frac{\beta}{1-\beta} \text{tr}(V \Sigma_{vv}) \quad (15)$$

## 5- Regra Ótima para a Economia Brasileira

Utilizando os parâmetros estimados na seção (2) e o arcabouço descrito na seção (4), determinaremos a regra ótima de política supondo que, além dos objetivos tradicionais relativos à minimização da volatilidade do produto, da inflação e da trajetória da taxa de juros, a autoridade monetária também tem como objetivo a minimização do desvio da razão dívida/PIB em torno de uma meta pré-estabelecida. Em outras palavras, trata-se de um regime flexível de metas de inflação em que há também uma meta para a trajetória da dívida pública em relação ao PIB. A otimização foi feita com auxílio da matriz algébrica de Riccati, através do MATLAB. A rotina (arquivo m) da equação de Riccati, obtida em Pedersen (1997), encontra-se descrita no apêndice A.1.

A tabela (3) mostra os resultados da otimização, supondo que a taxa de desconto intertemporal  $\beta$  é igual a 0,9. De acordo com a metodologia descrita na seção anterior, esta tabela descreve o vetor  $F$  para diferentes matrizes  $K$ , ou seja, para diferentes preferências da autoridade monetária. Mais especificamente, mantivemos  $\mu_\pi = 1$ ,  $\mu_y = 0,5$  e  $\mu_i = 0,01$ , porém fizemos  $\mu_b$  variar entre 0 e 1. Em outras palavras, analisamos o impacto sobre a regra ótima de diferentes pesos concedidos aos desvios da relação dívida/PIB em torno da meta, mantendo constante o peso das demais variáveis-objetivo na função perda. O modelo mostrou ser estável em todos os casos.

Tabela 3: Regra Ótima

	$\pi_t$	$y_t$	$\Delta e_t$	$rp_t$	$b_t$	$i_{t-1}$
$\mu_b = 0$	1,210	0,696	0,016	0	0	-0,096
$\mu_b = 0,01$	1,048	0,663	0,051	0	-0,105	-0,090
$\mu_b = 0,1$	0,526	0,520	-0,154	-0,010	-0,586	-0,077
$\mu_b = 0,5$	0,134	0,317	-0,434	-0,015	-1,287	-0,050
$\mu_b = 1$	0,042	0,225	-0,583	-0,014	-1,621	-0,036

Como seria de se esperar, a taxa de juros responde negativamente a choques na relação dívida/PIB. Este fato deve-se à exposição da dívida pública a variações na taxa Selic e à sensibilidade do produto em relação à taxa de juros. A magnitude da resposta é diretamente proporcional ao peso dado a essa variável-objetivo na função perda. Por outro lado, quanto maior o peso concedido à estabilização da razão dívida/PIB, menor a reação da política monetária a choques na inflação.

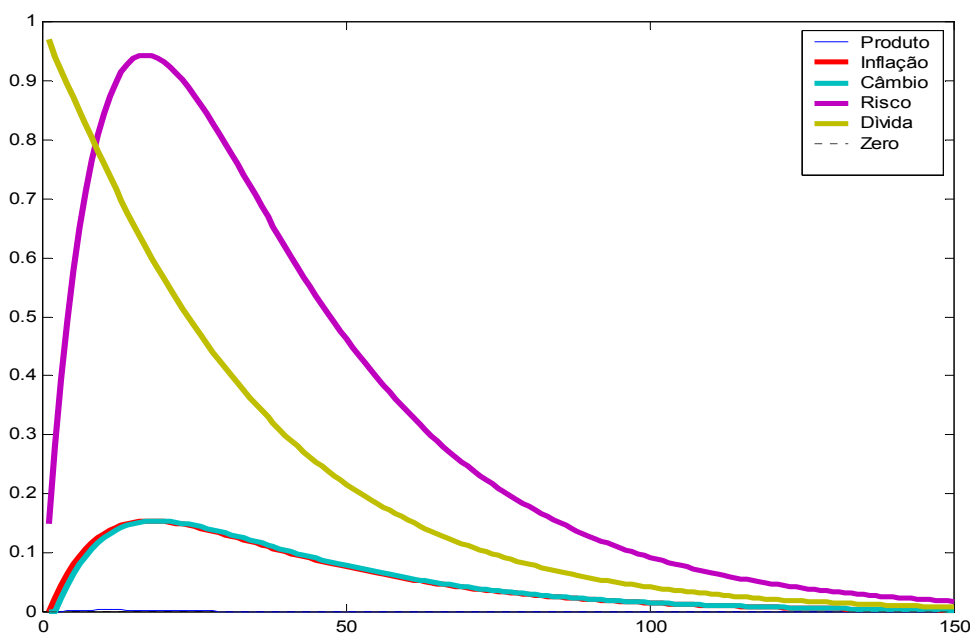
Um resultado contra-intuitivo, pelo menos do ponto de vista da ótica convencional do mecanismo de transmissão, é a resposta negativa da taxa de juros ao prêmio de risco. Entretanto, este resultado é perfeitamente plausível quando se leva em consideração a ótica

alternativa sugerida por Favero e Giavazzi (2003) e Blanchard (2004). Uma elevação no prêmio de risco – ou na probabilidade de *default*, como definiu Blanchard – está associada à depreciação cambial e, conseqüentemente, ao aumento dos encargos da dívida pública, haja vista a sua elevada exposição cambial. Neste caso, a resposta ótima da política monetária seria a redução da taxa de juros, que diminuiria os encargos da parcela da dívida pública indexada à taxa Selic e aumentaria o produto. A combinação desses dois efeitos reduziria a razão dívida/PIB e, conseqüentemente, o prêmio de risco. Obviamente, haveria um custo relacionado ao controle da inflação.

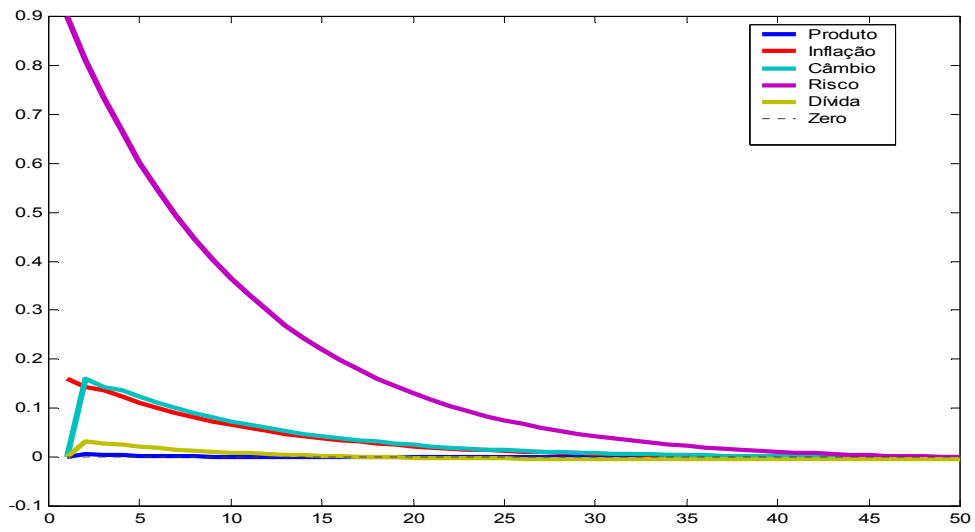
A função impulso-resposta, que reflete a resposta dinâmica do sistema a um choque positivo unitário em cada uma das variáveis, está representada na figura 1. Restringimo-nos ao caso em que  $\mu_b = 1$ . Pode-se observar que um choque na dívida pública provoca reação positiva na taxa de câmbio, na inflação e, mais intensamente, no prêmio de risco. Este resultado pode vir a corroborar o mecanismo de transmissão em que há dominância fiscal, ou seja, quando há uma situação na qual o combate à inflação às custas da elevação na razão dívida/PIB torna-se insustentável a longo prazo.

Figura 1- Função Impulso-Resposta

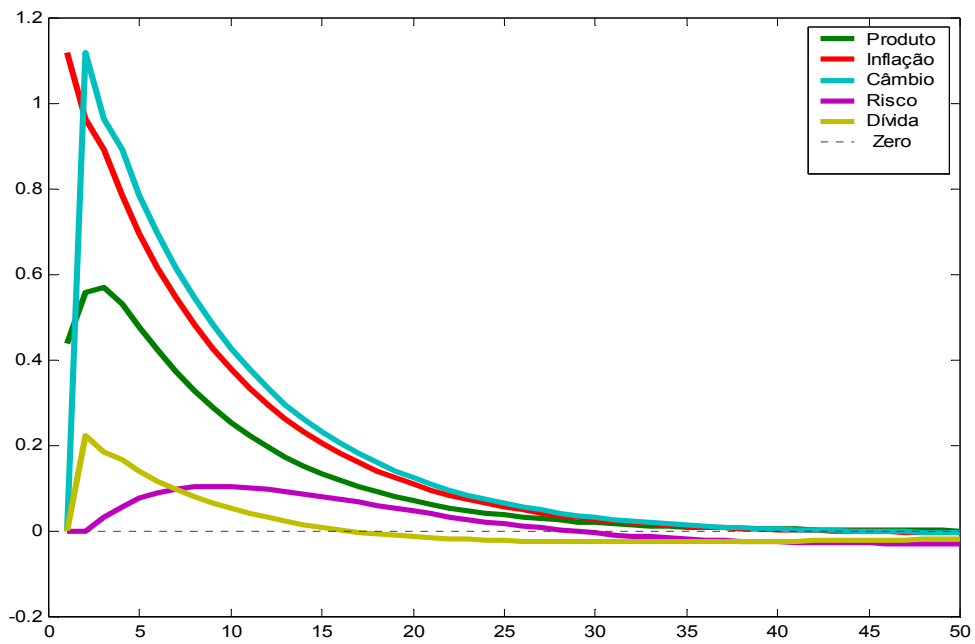
1a: Choque na Dívida Pública



1b: Choque no Prêmio de Risco

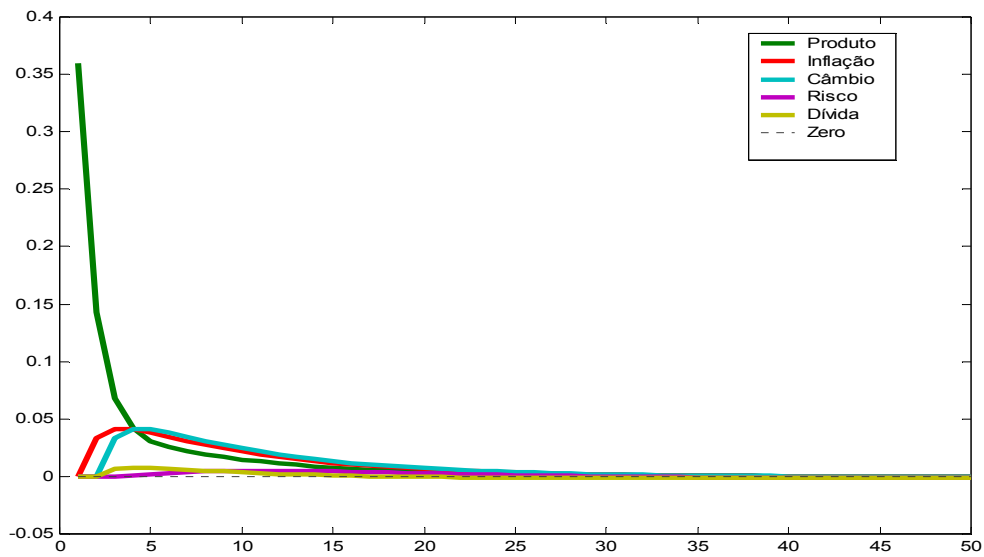


1c: Choque na Inflação

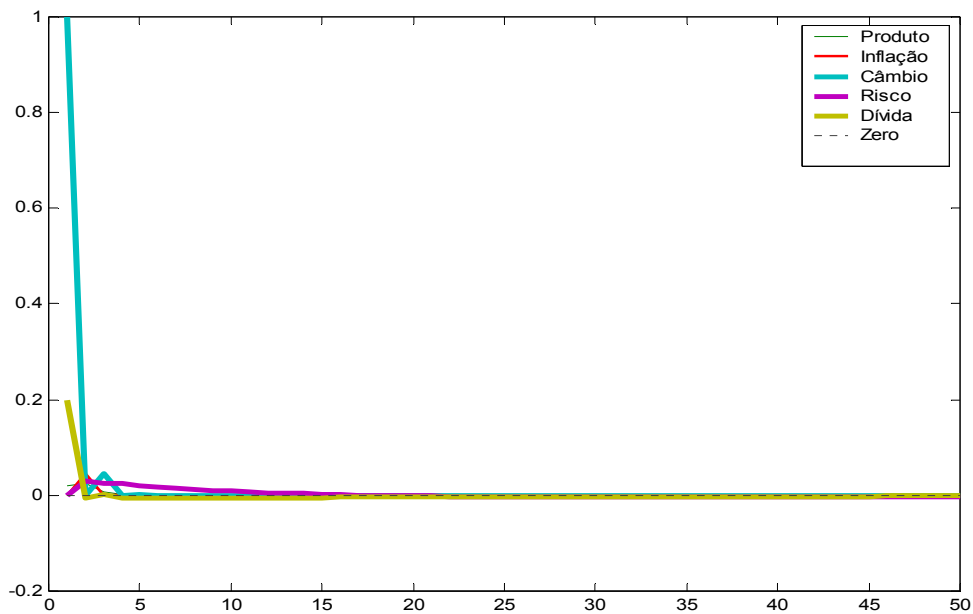


1d: Choque no Produto





1e: Choque na Taxa de Câmbio



Os pontos fundamentais sobre os quais se baseia o mecanismo de transmissão alternativo são a sensibilidade da taxa de câmbio às variações na taxa de juros e às variações no prêmio de risco, dada pelos parâmetros  $\delta_1$  e  $\delta_2$  na equação (3). Em sua estimativa da

UIP, Blanchard (2004) utiliza várias metodologias e conclui que a sensibilidade da taxa de câmbio ao diferencial de juros é baixo e estatisticamente insignificante, enquanto a sensibilidade da taxa de câmbio à probabilidade de *default* é alta e estatisticamente significativa. Fizemos algumas simulações, variando os parâmetros da equação (3). A regra ótima mostrou ser pouco sensível a variações em  $\delta_1$ , enquanto a reação da política monetária a variações no prêmio de risco mostrou ser crescente em relação a  $\delta_2$ , porém preservando o sinal negativo.

## 6- Conclusões

Neste artigo expandimos o modelo de Ball (1999) para incluir, endogenamente, tanto a dívida pública quanto o prêmio de risco. Tendo como objetivo a análise da política monetária ótima em um contexto de elevada dívida pública, incluímos na função objetivo, considerada linear quadrática, uma meta para a relação dívida/PIB.

Os resultados sugerem que a adoção de uma meta explícita para a dívida pública tem importantes conseqüências sobre a regra ótima de política monetária. À medida que aumenta o peso concedido à meta para a dívida pública na função perda, a taxa de juros passa a reagir menos intensamente a choques na inflação e no hiato do produto e mais intensamente aos choques que afetam a relação dívida/PIB.

De acordo com a regra ótima, a variável de controle reage às variáveis de estado na direção esperada, ou seja, com o sinal esperado. O único resultado contra-intuitivo é a reação da taxa de juros ao prêmio de risco. Enquanto o senso comum – e a atuação efetiva do Banco Central do Brasil – indicam que a reação deve ser positiva, os resultados obtidos sugerem que a reação ótima poderia ser negativa, caso houvesse uma meta para a dívida pública como proporção do PIB. A justificativa para este fato seria o impacto da taxa de juros sobre a dívida pública, sobre o prêmio de risco e finalmente sobre a taxa de câmbio. A análise da função impulso-resposta indica que o modelo é estável.

## Referências Bibliográficas

Almeida, C., Peres, M., Souza, G. e B. Tabak, 2003. “Optimal monetary rules: the case of Brazil”. *Applied Economics Letters* 10, nº 5.

Andrade, J. e J. Divino, 2001. “Optimal rules for monetary policy in Brazil”. *IPEA*, Texto para Discussão nº 806.

Ball, L., 1999. “Policy rules for open economies”. In Taylor, J., *Monetary Policy Rules*, pp. 127-44. The University of Chicago Press, London.

Blanchard, O., 2004. “Fiscal dominance and inflation targeting. Lessons from Brazil”. *NBER Working Paper* nº 10389, March.

Bonomo, M. e R. Brito, 2001. “Regras monetárias e dinâmica macroeconômica no Brasil: uma abordagem de expectativas racionais”. *XXIII Encontro Brasileiro de Econometria* – Salvador, Anais.

Favero, C. e F. Giavazzi, 2003. “Targeting inflation when debt and risk premia are high: lessons from Brazil”. *IGIER, Bocconi University*, May. Mimeo.

Freitas, P. e M. Muinhos, 2002. “A simple model for inflation targeting in Brazil”. *Economia Aplicada* 6, nº 1, 31-48.

Kontonikas A. e A. Montagnoli, 2003. “Optimal monetary policy and asset price misalignments”. *Brunel University Working Paper Series* nº 22.

Lopes, M., 2003. “Composição ótima para a dívida pública: uma análise macro-estrutural”. Dissertação de mestrado, Universidade de Brasília.

Medina, J. e R. Valdés, 2000. “Optimal monetary policy rules when the current account matters”. *Banco Central de Chile*, Working Paper nº 77.

Muinhos, M., Alves, S. e G. Riella, 2002. “Modelo estrutural com setor externo: endogenização do prêmio de risco e do câmbio”. *Banco Central do Brasil*, Trabalho para Discussão nº 42.

Rudebusch, G. e L. Svensson, 1998. “Policy rules for inflation targeting”, in Taylor, J., *Monetary Policy Rules*, pp. 203-46. The University of Chicago Press, London.

Sargent, T. e N. Wallace, 1981. “Some unpleasant monetary arithmetic”. *Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review*.

Sargent, T., 1987. *Dynamic Macroeconomic Theory*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.

Svensson, L., 2000. “Open-economy inflation targeting”, *Journal of International Economics* 50, 155-83.

Verdini, M., Bonomo, M. e M. Terra, 2003. “Regras monetárias e restrição fiscal: uma análise da política de metas de inflação no Brasil”. Dissertação de Mestrado, *Escola de Pós-Graduação em Economia*, Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro.

# Apêndice

## A.1- Matriz Riccati

```
function [F,P,n] = riccati1(beta,A,B,R,Q,W)
%riccati1 Solves for the value function and computes the policy function
for an stochastic discounted
%      optimal linear regulator problem by iterating on the Riccati
difference equation
%state space representation para modelo incluindo a dívida pública na
loss function
% Calculates F of the decision rule/policy function (the gain matrix): u
= -Fx that maximizes
%
%      sum {beta^t [x'Rx + u'Qu +2u'Wx] }
%
% subject to
%      x[t+1] = Ax[t] + Bu[t] +Cw(t+1)
%
% where x is the mx1 vector of states, u is the kx1 vector of controls,
% A is mxm, B is mxk, R is mxm, Q is kxk, W is mxk. This is a completely
standard
% discounted, stochastic optimal linear regulator problem where we
iterate on the
% Riccati difference equation.
%
%      Gamma = R W'
%              W Q
%
% INPUTS: beta, A, B, R, Q, W (or just beta, A, B, R, Q if there are no
cross products, W=0). Set beta=1, if there is no discounting.
%
% OUTPUTS: F = (Q + beta*B'*P*B)\(W + beta*B'*P*A); F = the decision
rule/polcy function.
%      P = R + beta*A'*P0*A -(W' + beta*A'*P0*B)*inv(Q +
beta*B'*P0*B)*(W + beta * B'*P0*A);
%      P = the solution to the matrix Riccati equation, x'Px = value
function
%
% NOTES: See also riccati2.m and riccati3.m
%
% Torben Mark Pedersen
% April 6th, 1997
% UNDERSTANDING BUSINESS CYCLES, ch. 8. Copenhagen 1998.
m      = max(size(A));
[rb,cb] = size(B);

if nargin==5;
    W=zeros(m,cb);
    W = W';
end;

% Initialization of matrices
P0 = -eye(m);
```

```

dd = 1;
n = 0;
maxit = 5000;      % Max number of iterations
tol = 1e-9;       % Reset tolerance if necessary

while (dd > tol & n <= maxit);
    P = R + beta*A'*P0*A - (W' + beta*A'*P0*B)*inv(Q + beta*B'*P0*B)*(W +
beta * B'*P0*A);
    dd = max(max(abs( (P-P0)./(1+abs(P0)) )));
    n = n+1;
    P0 = P;
end;

F = (Q + beta*B'*P*B)\(W + beta*B'*P*A);

if n >= maxit;
    disp('WARNING: Iteration limit of 5000 reached in dricc2');
end;

```