

ARRANJOS DE COORDENAÇÃO DE POLÍTICA MONETÁRIA E FISCAL E A ATUAÇÃO ÓTIMA DO BANCO CENTRAL

Ricardo Meirelles de Faria
EESP – Fundação Getulio Vargas

Maria Carolina da Silva Leme
EESP– Fundação Getulio Vargas

Resumo: O trabalho utiliza um modelo de equilíbrio geral de curto prazo para analisar como possíveis arranjos de coordenação entre a autoridade fiscal e a monetária alteram a trajetória da economia frente a diferentes choques, em um regime de metas de inflação com risco país endógeno. A autoridade fiscal pode agir de forma ativa, escolhendo seu superávit de forma independente do nível de dívida, ou de forma passiva quando toma em consideração esta variável. A autoridade monetária, por sua vez, pode ou não incluir a dívida em sua função de perda. Combinações destas formas de atuação definem quatro regimes de cooperação que resultam em diferentes funções de reação do Banco Central. A simulação de choques, utilizando parâmetros estimados para a economia brasileira, apresenta resultados interessantes: as formas de coordenação com inclusão da dívida na função perda do Banco Central são redundantes pois, como a função de reação é derivada tomando em consideração todos os constrangimentos da economia, o impacto perverso dos juros sobre a inflação via risco país já está incorporado; o outro resultado, e o mais importante, é que nos arranjos em que a autoridade fiscal reage a aumentos da dívida pública com alterações no superávit primário, a trajetória de ajuste das variáveis frente a choques tende a ser, na maioria dos casos, menos volátil propiciando uma atuação mais eficiente do Banco Central. Nestes arranjos o Banco Central não precisa tomar para si funções que são inerentes ao Tesouro e a economia passa a se comportar de forma semelhante a uma em que o risco país é exógeno.

Palavras-chave: política monetária, política fiscal, metas de inflação, risco-país, dominância fiscal, Brasil.

Abstract This paper analyses how different schemes of coordination between the fiscal and monetary authority affect the adjustment path of the economy to shocks, using a short run general equilibrium model with an inflation target regime and endogenous country risk. The fiscal authority may behave actively, exogenously setting the primary surplus, or passively, adjusting it to changes in the public debt. The monetary authority may include, or not, the public debt in its loss function. Combinations of these possibilities define four coordination regimes that result in different reactions functions for the Central Bank. Shocks simulations, with Brazilian data, show interesting results: Coordination regimes with the public debt in the Central Bank loss function are redundant, because the reaction function is derived taking into account all economic constraints, including the perverse impact of interest rates on inflation via country risk; Another, and the most important, result is that in regimes in which the fiscal authority reacts to changes in public debt increasing the primary surplus, the adjustment path of the variables to external shocks tend to be, in almost all cases, less volatile indicating a more efficient Central Bank. In these regimes the Central Bank doesn't have to assume tasks that are inherent to the Treasury and the economy behaves in a similar way to an economy with exogenous country risk.

Keywords: monetary policy, fiscal policy, inflation targeting, country risk, fiscal dominance, Brazil.

Classificação JEL: E42, E52

Classificação ANPEC: Área 3- Macroeconomia, Economia Monetária e Finanças

Arranjos de Coordenação de Política Monetária e Fiscal e a Atuação Ótima do Banco Central

I Introdução

Uma das principais críticas à política econômica brasileira nos últimos anos é falta de coordenação entre a política monetária e a fiscal, que tem como consequência taxas de juros reais elevadas e mantém a economia em um estado permanente de recessão e de endividamento crescente. A necessidade de coordenação entre as duas políticas vem do entendimento de que o risco-país é função, entre outras coisas, da própria política monetária e fiscal, não podendo ser tratado como exógeno como na maioria das análises tradicionais. O trabalho mais conhecido nesta linha de argumentação é o de Blanchard (2004) que, em termos gerais, coloca que países com situação fiscal crítica, aumentos das taxas de juros pelo Banco Central afetam negativamente a percepção dos agentes sobre a capacidade de solvência do governo e isto se reflete em um aumento do risco país de forma que o resultado final é uma depreciação da taxa de câmbio que dificulta ainda mais o combate à inflação. Em outros autores como Bresser e Nakano (2002), Arida (2002) a endogenização do risco país leva a equilíbrios múltiplos da taxa de juros e a política monetária de combate à inflação com aumentos dos juros é equivocada e provoca uma recessão desnecessária. Estes trabalhos se baseiam em modelos estáticos que não são o arcabouço ideal para estudar estas questões. Estas são mais adequadamente analisadas utilizando modelos intertemporais, de equilíbrio geral, como em Morais e Andrade (2004), que amplia o modelo de Ball (1999) para economia aberta, incluindo o governo e considerando o risco país função das variáveis fiscais. A coordenação entre a política monetária e fiscal é feita subordinando a ação do Banco Central à do Tesouro: a função de perda do Banco Central inclui também uma meta para a dívida pública além da meta de inflação e do produto, enquanto o Tesouro tem uma política ativa, com um superávit primário independente do nível da dívida pública.

Uma outra maneira de introduzir a coordenação entre autoridade monetária e a fiscal é supor que esta última segue uma política passiva, isto é também tem uma função de reação através da qual o superávit primário responde positivamente a variações da dívida. Funções de reação fiscal têm sido analisadas por diversos autores (ver Bohn, 1998, e IMF, 2003) e estimadas, inclusive para o Brasil (Melo, 2005, Wyplosz 2005)¹ mas não têm sido incorporados aos modelos de metas de inflação. Esta seria uma coordenação em que a autoridade fiscal subordina sua ação à da autoridade monetária, uma vez que esta não inclui a dívida em sua função de perda.

Este trabalho pretende analisar como se comportam as principais variáveis econômicas frente a choques, supondo diferentes tipos de atuação das autoridades monetária e fiscal. O objetivo é verificar em que circunstâncias, ou seja, para quais choques, a coordenação é importante e que tipo de coordenação é mais eficiente para estabilizar a economia. Quatro tipos de arranjos de coordenação são examinadas: i) Tesouro ativo² e Banco Central ignorando a dívida em sua função de perda, isto é ausência de coordenação; ii) Tesouro ativo com Banco Central introduzindo a dívida em sua função de perda, isto é coordenação com Banco Central se subordinando ao Tesouro; iii) Tesouro passivo mas Banco Central sem dívida na função de perda, isto é coordenação com Tesouro se subordinando ao Banco Central e iv) Tesouro passivo e Banco Central com dívida na função de perda, isto é coordenação total. A análise é feita utilizando um modelo à la Svensson (2000) incluindo o lado fiscal em um contexto de risco país endógeno.

¹ Mello (2005) encontra que o superávit primário responde positivamente a aumentos da dívida no período de 1995 a 2004, Wyplosz (2005), por outro lado, para um período mais longo, 1986-2002, não encontra evidência de tal relação.

² Tomando por base a nomenclatura utilizada em Leeper (1991), o Tesouro Nacional estaria atuando de forma ativa, não se prontificando a reagir e ajustar seu superávit primário para se contrapor a um necessário choque monetário. O Tesouro, portanto, mantém seu superávit primário constate, ou seja, mantém o superávit primário de longo-prazo.

Além desta introdução, a seção 2 apresenta o modelo; a seção 3 as estimações econométricas e as calibrações do modelo. Na seção 4 são analisados os resultados para as principais variáveis econômicas de choques domésticos e choques externos; finalmente na seção 5, são apresentadas as conclusões.

II O Modelo

O modelo utilizado é o proposto por Svensson (2000) para economia aberta com a adição de do lado fiscal e endogenização do risco-país, onde todas as variáveis são log dos desvios do estado estacionário.

A economia doméstica é descrita pelas seguintes equações:

$$i_t - i_t^* = s_{t+1|t} - s_t + \varphi_t \quad (1)$$

$$\pi_{t+2} = \alpha_\pi \pi_{t+1} + (1 - \alpha_\pi) \pi_{t+3|t} + \alpha_y [y_{t+2|t} + \beta_y (y_{t+1} - y_{t+1|t})] + \alpha_q q_{t+2|t} + \varepsilon_{t+2} \quad (2)$$

$$y_{t+1} = \beta_y y_t - \beta_\rho \rho_{t+1|t} + \beta_y^* y_{t+1|t}^* + \beta_q q_{t+1|t} - (\gamma_y^n - \beta_y) y_t^n + \eta_{t+1}^d - \eta_{t+1}^n \quad (3)$$

$$y_{t+1}^n = \gamma_y^n y_t^n + \eta_{t+1}^n \quad (4)$$

A equação (1) é a paridade descoberta da taxa de juros onde i_t é a taxa nominal de juros doméstica, i_t^* a internacional, s_t a taxa de câmbio nominal e φ_t o risco-país.³ A curva de Phillips na equação (2) incorpora diversos ingredientes microeconômicos⁴: existência de um *continuum* de bens domésticos produzidos pelo agente produtor/consumidor; existência de função de demanda agregada do tipo Dixit-Stiglitz; mecanismo de determinação de preços do tipo Calvo; pressupõe, ainda, a existência de certa inércia, ou custos de ajuste, o que faz com que somente parte da inflação atual sofra influências de expectativas futuras; por fim, pressupõe-se que a inflação doméstica π_t seja predeterminada com dois períodos de antecedência. A variável q_t representa o câmbio real e ε_{t+2} , um choque contemporâneo à inflação doméstica, π_t . Tanto o parâmetro α_y do hiato de produto y_t , quanto o parâmetro α_q da taxa de câmbio real q_t , resultam da composição de diversos outros parâmetros, sendo que, dentre eles, o principal a afetar α_y , é o poder dos agentes em alterar seus preços no período seguinte; quanto ao parâmetro α_q , encontra-se relacionado a dois parâmetros principais: a mesma probabilidade dos agentes alterarem seus preços no período seguinte, e o peso dos importados nas matérias-primas dos bens domésticos; tanto maior estes dois parâmetros, tanto maior a expectativa, em t , do câmbio real, em $t+2$, afetar a inflação doméstica em $t+2$.

A equação (3) descreve a demanda agregada, com y_t o hiato de produto. Suas principais características são: os agentes maximizam a função utilidade com elasticidade de substituição constante, tanto inter-temporalmente quanto intra-temporalmente, em relação aos bens domésticos e importados; o consumo e a demanda agregada são determinados com um período de antecedência, bem como pressupõe-se a existência de ajustes parciais da demanda agregada e do produto: isto devido a custos de ajuste, ou a qualquer outro mecanismo.⁵ A variável ρ_t é definida

³ Estará sendo utilizada a mesma nomenclatura de Svensson (2000) em relação às variáveis de expectativas; assim $x_{t+\tau|t}$ representa $E_t x_{t+\tau}$, ou seja, a expectativa racional da variável x para o período $t+\tau$, condicional às informações disponíveis em t .

⁴ As derivações da curva de Phillips, equação (2), e a da demanda agregada, equação (3), são apresentadas nos apêndices C e A, respectivamente, em Svensson (2000).

⁵ Os dois últimos termos da equação (3) representam um choque exógeno e contemporâneo da demanda agregada e do produto potencial, respectivamente.

como $\rho_t \equiv \sum_{\tau=0}^{\infty} r_{t+\tau|t}$, onde r_t representa a taxa de juro real de curto-prazo $r_t \equiv i_t - \pi_{t+1|t}$. Assim,

ρ_t representa a soma dos desvios da taxa de juro real em relação à média da taxa de juro real de um título *zero-coupon* de longo-prazo, ou seja, os desvios da estrutura a termo da taxa de juros em relação aos rendimentos reais na situação de estado estacionário. Assim valores positivos desta variável, representam uma política monetária restritiva, ou seja, a autoridade monetária utilizando-se de seu instrumento, a taxa *overnight*, e baseando-se nas expectativas dos agentes econômicos consegue deslocar para cima a curva de juros em relação a esperada para um período de estabilidade. A equação (4) descreve o produto potencial como seguindo um processo AR(1), acrescido pelo choque contemporâneo.

O comportamento do resto do mundo é descrito pelas equações (5) a (7):

$$\pi_{t+1}^* = \gamma_{\pi}^* \pi_t^* + \varepsilon_{t+1}^* \quad (5)$$

$$y_{t+1}^* = \gamma_y^* y_t^* + \eta_{t+1}^* \quad (6)$$

$$i_t^* = f_{\pi}^* \pi_t^* + f_y^* y_t^* + \xi_{i,t}^* \quad (7)$$

onde a equação (7) é a regra de Taylor utilizada pela autoridade estrangeira. Estas sete equações acima são exatamente as do modelo de Svensson (2000). Este, no entanto, considera o risco país exógeno, seguindo também um processo auto-regressivo.

A endogenização do risco país é sempre feita tomando em consideração alguma variável fiscal: (ver Bresser e Nakano (2002), Arida (2002), Schwartsman (2003), Blanchard (2004), Favero e Giavazzi (2003), Wu e Carneiro (2003), Morais e Andrade (2005), Bogdanski, Tombini e Werlang (1999), e Andrade e Teles (2006)). Trabalhos empíricos incluem também indicadores de solvência externa tais como a conta corrente e as reservas internacionais (ver Andrade e Teles (2006), Muinhos, Alves e Riella (2002)). Neste trabalho consideraremos que o risco país é função apenas da relação dívida pública/PIB, representada pela equação (8):

$$\varphi_{t+1} = \gamma_{\varphi} \varphi_t + \gamma_{\varphi_b} b_t + \xi_{\varphi,t+1} \quad (8)$$

O lado fiscal é representado por (9), uma versão adaptada da “lei de movimento da dívida” como sugerida por Woodford (p 313, 2003), onde b_t são os desvios da relação dívida pública/pib com respeito à sua meta e Δ_t o desvio do superávit primário como proporção do pib com respeito ao seu nível de estado estacionário.

$$b_{t+1} = \gamma_{b_b} b_t + \gamma_{b_{\pi}} \pi_t + \gamma_{b_y} Y_t + \gamma_{b_i} i_t + \gamma_{b_{for}} q_t - \Delta_t + \xi_{b,t+1} \quad (9)$$

O comportamento da autoridade fiscal é descrito por (10)

$$\Delta_t = \gamma_{\Delta} \Delta_{t-1} + \gamma_b b_t + \xi_{\Delta,t} \quad (10)$$

com $\gamma_b = 0$ quando o Tesouro age de forma ativa

$\gamma_b > 0$ quando o Tesouro age de forma passiva

a manutenção do termo auto regressivo na função de reação da autoridade fiscal capta a dificuldade de se alterar a política fiscal rapidamente.

Finalmente, o Banco Central procura minimizar uma função de perda, que inclui os desvios da inflação e do produto de suas metas, a suavização da taxa de juros e sua volatilidade.

$$L_t = \mu_\pi \pi_t^2 + \lambda y_t^2 + \mu_i i_t^2 + v_i (i_t - i_{t-1})^2 + \mu_b b^2 \quad (11)$$

com $\mu_b = 0$ quando o Banco Central age tradicionalmente

$\mu_b > 0$ quando Banco Central coordena com o Tesouro

O modelo, como em Svensson (2000), pode ser resolvido utilizando os algoritmos propostos por Currie e Levine (1993) para solução de problemas de controle ótimo linear estocástico, com expectativas racionais e variáveis de controle do tipo *forward-looking* com pequenas adaptações.⁶

A solução do modelo gera a função de reação:

$$i_t = fX_t$$

onde $X_t = \pi_t, y_t, y_t^n, \pi_t^*, y_t^*, q_{t-1}, i_{t-1}, \Delta_t, b_t$, o vetor de variáveis predeterminadas.

III Estimação e Calibração

Esta seção apresenta as estimações do modelo para a economia brasileira. As equações foram estimadas, separadamente, utilizando-se o estimador de mínimos quadrados ordinários (OLS). Apesar dos possíveis problemas de simultaneidade, este tem sido o método adotado por diversos autores tais como Morais e Andrade (2004), Rudebusch e Svensson (1998), Andrade e Divino (2001) e Freitas e Muinhos (2002), por sua transparência e simplicidade. A estimação deste tipo de modelo para a economia brasileira se depara com o problema do curto período de tempo dos dados disponíveis para algumas variáveis fundamentais como risco país e expectativa de inflação. Assim, os resultados devem ser olhados com cautela dado os poucos graus de liberdade na estimação.

A série de inflação utilizada foi o IGP-DI do IBGE acumulado em 4 trimestres; para o produto agregado utilizou-se a série do IBGE acumulada em 4 trimestres. Para o câmbio real foi construída uma série utilizando as expectativas das séries de câmbio nominal e inflação IPCA esperada disponibilizadas pelo relatório FOCUS. Como esta série é relativamente curta foi construída também uma série utilizando o câmbio real histórico do Banco Central. Para a inflação internacional foi utilizado o CPI dos Estados Unidos do *US Bureau of Labor Statistics*, e o produto externo a série do PIB americano publicado pelo Banco Central. Para o risco país foi utilizado o EMBI+ do JPMorgan. O resultado das estimações, com desvios padrões entre parêntesis, são apresentados a seguir:

No bloco doméstico a curva de Phillips apresenta os sinais esperados com exceção do hiato de produto, que, no entanto, não é significativo. Também a inflação esperada e o erro de expectativa dos agentes com respeito ao produto não se mostraram significativos. Em outras palavras as variáveis que afetam significativamente a inflação são a taxa de câmbio real e pela inflação passada:

$$\pi_{t+2} = 0,754\pi_{t+1} + 0,215\pi_{t+3|t} - 0,386y_{t+2|t} + 0,683(y_{t+1} - y_{t+1|t}) + 0,140q_{t+2|t}$$

⁶ Foram adaptados algoritmos propostos em Söderlind (1999) para simulação do modelo. A estrutura estado-espço modificada se encontra no Apêndice 3.

$$(0,189) \quad (0,403) \quad (0,643) \quad (1,065) \quad (0,055) \quad \bar{R}^2 = 0,66 \quad DW = 1,321 \quad n = 26$$

Quanto a demanda agregada o componente auto-regressivo do hiato do produto é bastante elevado e apresenta o sinal esperado assim como as mudanças na estrutura a termo da

juros, que reduzem o produto e são significantes. Já o produto externo embora tenha o sinal esperado não é significativo, o mesmo ocorrendo com a taxa de câmbio real. O coeficiente do produto potencial é $(\gamma_y^n - \beta_y)$, a subtração dos componentes auto regressivos do hiato do produto e da demanda agregada, deveria ter sinal negativo mas não é significativo.

$$y_{t+1} = 0,925y_t - 0,106\rho_{t+1|t} + 0,294y_{t+1|t}^* + 0,014q_{t+1|t} + 0,089y_t^n$$

$$(0,144) \quad (0,080) \quad (0,182) \quad (0,017) \quad (0,086) \quad \bar{R}^2 = 0,75 \quad DW = 0,793 \quad n = 22$$

Quanto ao bloco externo a estimação da inflação americana apresentou o seguinte resultado, supondo uma meta de 2,0%^{aa}.

$$\pi_{t+1}^* = 0,755\pi_t^* + \varepsilon_{t+1}^*$$

$$(0,141) \quad \bar{R}^2 = 0,21 \quad DW = 2,22 \quad n = 26$$

O produto americano apresentou o seguinte resultado:.

$$y_{t+1}^* = 0,879y_t^* + \eta_{t+1}^*$$

$$(0,097) \quad \bar{R}^2 = 0,77 \quad DW = 1,19 \quad n = 25$$

Quanto à estimação do risco país, embora alguns trabalhos indiquem uma relação não linear para a relação entre o prêmio de risco e a dívida pública como proporção do PIB (Favero e Giavazzi (2003) e Wu e Carneiro (2003)) dadas as dificuldades em se incorporar uma relação não-linear ao modelo, optou-se por estimar uma relação linear simples para estimar esta equação. O valor hipotético de equilíbrio considerado de 400 pontos base; para a dívida/PIB considerou-se 50% como o valor de estado estacionário.⁷ A estimação indica que aumentos de 1% no desvio da razão dívida PIB com respeito ao seu valor de equilíbrio tem impacto de 1,5% no desvio do risco país em relação ao seu valor de equilíbrio.

$$\hat{\phi}_{t+1} = 0,80\hat{\phi}_t + 1,50\hat{b}_t + \xi_{\phi,t+1}$$

$$(0,09) \quad (0,91) \quad \bar{R}^2 = 0,58 \quad DW = 1,58 \quad n = 25$$

Diferentemente das outras equações do modelo que são relativamente invariantes ao longo do tempo, a relação entre dívida/PIB e a inflação, o crescimento do produto agregado, taxas de juros e câmbio depende da própria composição da dívida que tem sido bastante variável ao longo dos últimos anos. Constatou-se tal fato, por exemplo, na diminuição da importância do impacto de variações no câmbio sobre a relação dívida/PIB, nos últimos dois anos. Assim, a melhor forma de se ajustar os parâmetros da equação da dívida seria através de uma calibração baseada em pressupostos condizentes com a situação atual da estrutura da dívida pública. A estrutura de endividamento do Tesouro Nacional em janeiro de 2006 está apresentada na Tabela 1. Supondo uma hipótese

⁷ Decidiu-se em se utilizar desvios de valores hipoteticamente assumidos como de equilíbrio para estar em conformidade com as outras regressões do modelo, uma vez que todas as equações construídas em Svensson (2000) se baseiam em logs de desvios de valores de equilíbrio de longo-prazo, taxas neutras.

simplificadora de que as proporções dos indexadores apresentados na dívida mobiliária federal sejam próximas das proporções da dívida líquida total, teríamos que, aproximadamente, 50% está indexada ao Over/Selic, 20% a algum índice de preço, 25% prefixada e os 5% restantes estejam, ainda, atrelados ao câmbio.

Jan/2006	R\$ mi	% sobre dívida líquida total	% PIB
Dívida Interna Líquida	976.190	96,2%	49,7%
Taxa Selic	518.050	51,1%	26,4%
Prefixada	263.010	25,9%	13,4%
Índice de preços	188.590	18,6%	9,6%
Dívida Externa Líquida	38.168	3,8%	1,9%
Dívida Líquida Total	1.014.358		51,6%
PIB	1.965.631		

Tabela 1: Estrutura da Dívida Líquida Total (Janeiro 2006).

Fonte: Banco Central e Tesouro Nacional

Mesmo assumindo tais simplificações a obtenção de parâmetros para a equação (9b) não é simples, uma vez que taxas de juros nominais e taxa de inflação têm impactos distintos para cada tipo de dívida (pré e pós-fixada, indexada a preços ou a câmbio). O parâmetro γ_{by} é mais diretamente obtido: para valores próximos de 50% da relação dívida/PIB, a derivada $\frac{\partial b_t}{\partial y_t}(50\%) \cong 0,505$, ou seja, um aumento de 1% no PIB reduz, aproximadamente, em 0,5% a dívida/PIB. Para uma análise mais precisa da sensibilidade da dívida/PIB em relação a variações nas taxas nominais de juros seria necessário um estudo da duração dos títulos públicos. Uma hipótese simplificadora seria analisar os dois casos extremos: se toda a dívida pública fosse pós-fixada (atrelada à Selic) teríamos um duração (*duration*) de 1 dia e, portanto, um aumento de 1% na taxa de juro nominal, ao longo de um ano, implicaria um aumento de 0,50% na relação dívida/PIB⁸. O outro caso extremo seria supor que toda a dívida pública fosse de maturidade longa, 30 anos, por exemplo. Neste caso, variações na taxa nominal de juros teriam um impacto menor sobre a dívida pública. Dadas todas estas dificuldades optou-se por uma estratégia mista de calibrar a equação com base nos resultados da regressão:

$$b_{t+1} = 0,52b_t - 0,22\pi_t - 0,46Y_t + 0,50i_t + 0,12q_t \quad \bar{R}^2 = 0,80 \quad DW = 1,91 \quad n = 22$$

(0,13) (0,11) (0,31) (0,18) (0,04)

A equação calibrada foi:

$$b_{t+1} = -0,2\pi_t - 0,5Y_t + 0,40i_t + 0,1q_t - \Delta_t$$

Assumindo a função de reação do Tesouro:

$$\Delta_t = 0,99\Delta_{t-1} + \gamma_b b_t,$$

⁸ Supondo, mais uma vez, que a dívida/PIB esteja em 50%.

onde $\gamma_b = 0$ se o Tesouro age ativamente
 $\gamma_b = 2$ se o Tesouro age passivamente

Com base nos resultados obtidos nas regressões é possível inferir os parâmetros primários do modelo que são apresentados no Apêndice 3. O Banco Central minimiza a função de perda tomando em consideração a estrutura da economia e as possíveis atuações do Tesouro.

$$L_t = \pi_t^2 + 0,5y_t^2 + 0,05i_t^2 + 0,05(i_t - i_{t-1})^2 + \mu_b b^2$$

onde $\mu_b = 0$ se o Banco Central não coordena com o Tesouro

$\mu_b = 1$ se o Banco Central coordena com o Tesouro.

Os pesos dados a cada variável pelo Banco Central afetam fortemente sua função de reação, como ilustrado na tabela no Apêndice 2.

IV Resultados

A tabela abaixo mostra os resultados da função de reação do Banco Central, para as duas possibilidades de atuação do Tesouro e de função de perda:

Arranjos	BC T		Parâmetros da Função de Reação												
	μ_b	γ_b	π_t	y_t	π_t^*	y_t^*	i_t^*	φ_t	y_t''	q_{t-1}	i_{t-1}	$\pi_{t+1/t}$	Δ_t	b_t	
(i)	0	0	0,26	2,07	-0,57	-0,43	-0,17	-1,26	-0,01	-0,19	0,08	-0,58	3,11	-2,05	
(ii)	0	2	0,75	0,17	0,16	0,33	0,33	1,04	0,09	-0,18	0,10	-0,22	-0,35	0,62	
(iii)	1	0	0,32	1,96	-0,51	-0,37	-0,13	-1,07	-0,01	-0,21	0,05	-0,45	3,09	-1,77	
(iv)	1	2	0,67	0,52	0,21	0,28	0,20	0,81	0,08	-0,23	0,04	-0,02	0,42	2,01	
Risco exógeno	0	0	0,84	0,06	0,03	0,29	0,41	1,01	0,06	-0,13	0,15	-0,52	0,00	0,00	

Tabela 2: Função de Reação do Banco Central para Diferentes Arranjos de Coordenação

(i) ausência de coordenação; (ii) Banco Central não, Tesouro sim; (iii) Banco Central sim, Tesouro não; (iv) Banco Central sim, Tesouro sim.

Para analisar a função de reação do Banco Central é interessante ter como referência a o caso onde o risco país é exógeno e nem o Banco Central nem o Tesouro se coordenam. Para os parâmetros da função de perda, temos um Banco Central que sobe fortemente a taxa de juros para aumentos da inflação e mais fracamente para o hiato de produto. Estes valores estão coerentes com os sinais previsto por uma regra de Taylor mas não com as magnitudes. Assim como em Svensson (2000) o sinal da inflação esperada em t+1 não é o esperado mas as demais variáveis têm os sinais esperados. Quando se toma em consideração que o risco país é endógeno mas sem cooperação entre Banco Central e Tesouro (1ª linha da tabela), cai radicalmente o peso da inflação e aumento do hiato de produto na função de reação. Na linha 2 temos, para a mesma função de perda do Banco Central, o Tesouro agindo passivamente: os parâmetros da função de reação voltam a ser mais próximos da situação de risco exógeno, quando a elevação dos juros não tem impacto sobre o risco-país. Isto parece indicar que quando o Tesouro toma para si a responsabilidade sobre o risco país, o Banco Central pode ignorar tal endogeneidade. Quando o Banco Central incorpora em sua função de perda a dívida pública e o Tesouro age autonomamente, os resultados são muito semelhantes ao primeiro caso, quando o BC não tinha tal parâmetro na sua utilidade; da mesma forma quando o Tesouro age passivamente a função de reação é próxima à derivada quando o Banco Central não

incluía a dívida em sua função de perda. Em outras palavras incluir a dívida na função de perda do Banco Central com risco endógeno não é muito relevante para a derivação da função de perda, o que parece indicar que as restrições impostas pela economia são suficientes para tornar o Banco Central mais cauteloso com os impactos dos juros no risco país.

As implicações destas distintas funções de reação podem ser vistas na análise dos impactos dos choques temporários sobre as variáveis econômicas em termos de volatilidade ao redor dos valores de equilíbrio. São analisados 6 tipos de choques: oferta, demanda e produtividade domésticos e risco país, oferta e demanda externos sobre as variáveis mais relevantes: inflação, produto e taxa de juros.

Arranjos			Choques domésticos								
	<i>BC</i>	<i>T</i>	Oferta			Demanda			Produtividade		
	μ_b	γ_b	$V(\pi)$	$V(Y)$	$V(i)$	$V(\pi)$	$V(Y)$	$V(i)$	$V(\pi)$	$V(Y)$	$V(i)$
(i)	0	0	1,18	0,06	0,74	1,22	1,34	7,36	1,23	1,34	7,46
(ii)	0	2	1,31	0,05	1,12	0,50	1,62	0,89	0,50	1,78	0,73
(iii)	1	0	1,23	0,05	0,46	1,24	1,33	7,28	1,25	1,33	7,38
(iv)	1	2	1,31	0,05	1,20	0,58	1,59	1,27	0,60	1,74	1,03
Risco Exógeno	0	0	1,26	0,07	1,13	0,39	1,75	0,96	0,39	1,96	0,90

Tabela 3: Variância dos Choques: Choques Domésticos⁹

(i) ausência de coordenação; (ii) Banco Central não, Tesouro sim; (iii) Banco Central sim, Tesouro não; (iv) Banco Central sim, Tesouro sim

É interessante observar que nenhuma das formas de atuação conjunta do Banco Central e do Tesouro garantem menor volatilidade das variáveis aos choques analisados: para choques de oferta doméstico a menor volatilidade da inflação e dos juros é alcançada quando não há coordenação entre o Banco Central e o Tesouro; em compensação este é o arranjo que gera maior volatilidade do produto. Para choques de demanda a menor volatilidade da inflação é alcançada quando o Tesouro age passivamente qualquer que seja a função de perda do Banco Central, mas este comportamento leva a maior volatilidade do produto. Resultado semelhante é observado para os choques de produtividade que levam a alterações no produto potencial da economia.

Arranjos			Choques externos								
	<i>BC</i>	<i>T</i>	Oferta			Demanda			Risco país		
	μ_b	γ_b	$V(\pi)$	$V(Y)$	$V(i)$	$V(\pi)$	$V(Y)$	$V(i)$	$V(\pi)$	$V(Y)$	$V(i)$
(i)	0	0	0,26	0,01	0,97	0,23	1,69	4,27	0,53	0,02	2,27
(ii)	0	2	0,10	0,00	0,63	0,03	1,79	1,92	0,26	0,02	1,73
(iii)	1	0	0,28	0,01	0,91	0,25	1,67	4,22	0,59	0,03	2,12
(iv)	1	2	0,12	0,00	0,43	0,03	1,74	2,22	0,30	0,02	1,25
Risco Exógeno	0	0	0,09	0,02	0,60	0,02	1,85	1,66	0,22	0,14	1,61

Tabela 4: Variância dos Choques: Choques Externos

(i) ausência de coordenação; (ii) Banco Central não, Tesouro sim; (iii) Banco Central sim, Tesouro não; (iv) Banco Central sim, Tesouro sim

Quanto aos choques externos podemos observar que no caso de choques de oferta e de risco país a volatilidade das variáveis é menor sob os arranjos em que o Tesouro age passivamente, para qualquer função de perda do Banco Central. Já sob estes arranjos, para choques de demanda externa, a volatilidade da inflação e dos juros é menor mas a do produto é mais elevada. Novamente se

⁹ O termo $V[x] \equiv (1-\beta) \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t x_t^2$ representa a soma descontada dos desvios quadrados das variáveis em relação a seus valores de longo-prazo a cada instante de tempo t, em função de determinado choque.

observa que quando o Tesouro age passivamente a resposta das variáveis é semelhante ao caso ao caso de risco exógeno.

As funções de impulso resposta para estes choques confirmam o observado anteriormente: as respostas das variáveis são próximas para os arranjos que pressupõem Tesouro passivo independente das alterações na função de perda do Banco Central, o mesmo ocorrendo para os arranjos que pressupõem Tesouro ativo. O choque de oferta (Gráfico 1), por ser um choque de custos/preços domésticos acaba tendo um impacto muito forte no índice de preços ao consumidor que é composto majoritariamente por esse índice.

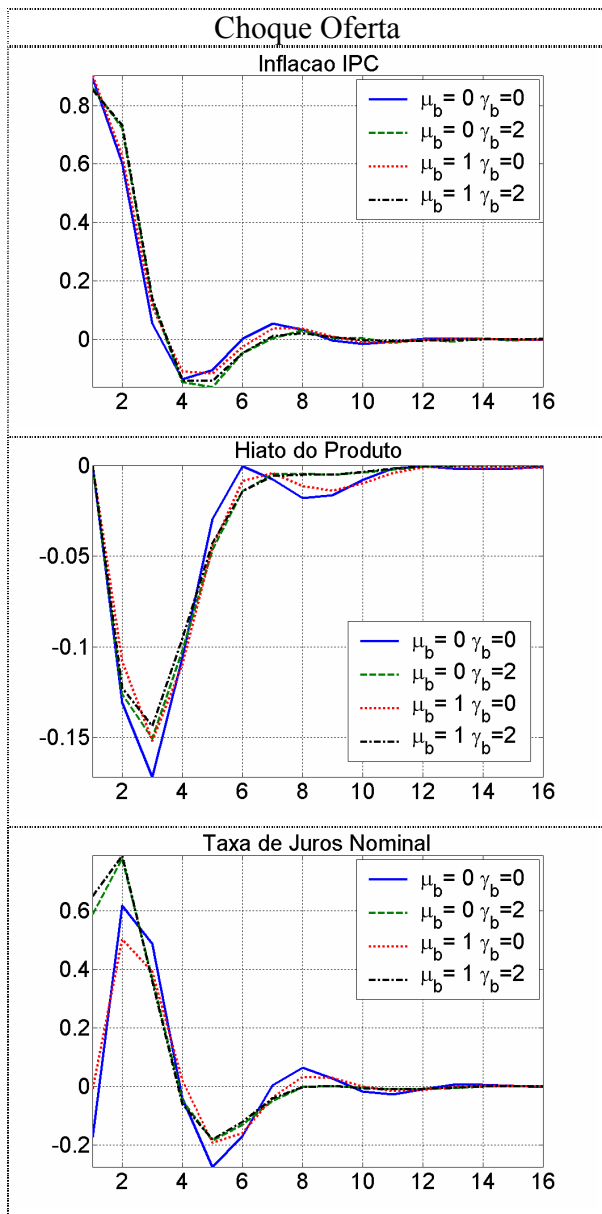


Gráfico 1: Função de Impulso-Resposta da Taxa de Inflação, Taxa de Variação do Hiato de Produto e Taxa de Juros a Choques de Oferta Doméstico

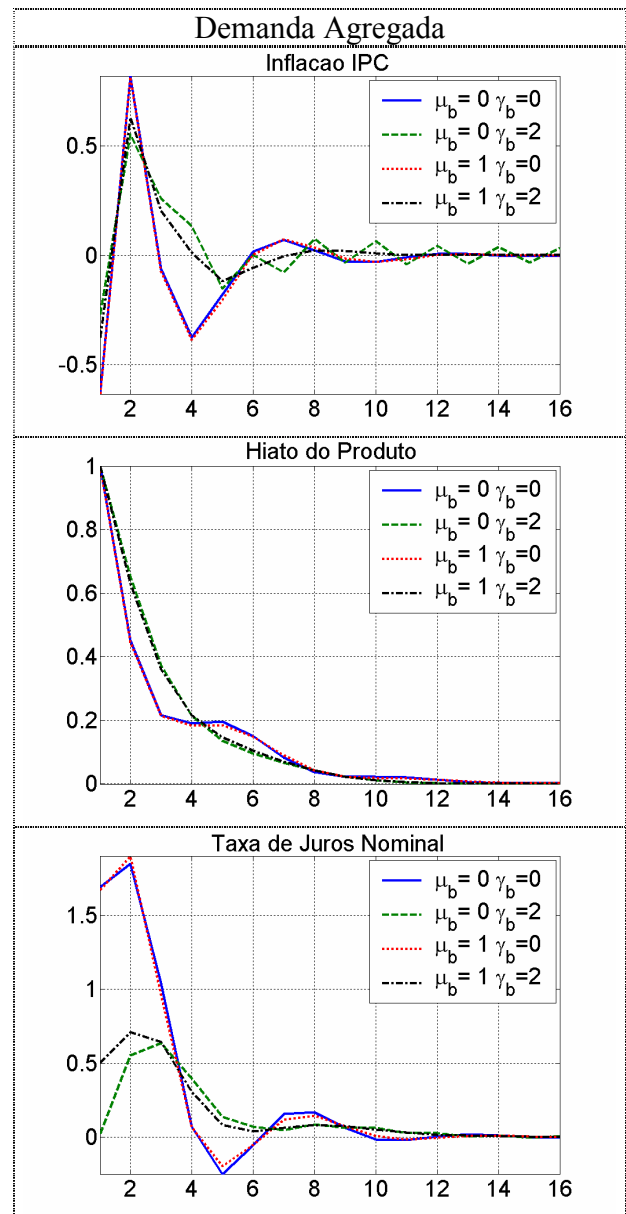


Gráfico 2: Função de Impulso-Resposta da Taxa de Inflação, Taxa de Variação do Hiato de Produto e Taxa de Juros a Choques de Demanda Doméstica

Nota-se, também, que independentemente do arranjo Banco Central/Tesouro, para um choque negativo, a taxa de crescimento do produto cai por conta das expectativas dos agentes de

que as taxas de juros reais, ao longo de sua estrutura a termo, tenham de subir momentaneamente para fazer frente ao deslocamento das taxas de inflação em relação aos seus níveis de longo-prazo. A reação do Banco Central, neste caso depende do arranjo com o Tesouro. Quando este age passivamente, o Banco Central aumenta fortemente a taxa de juros nos primeiros períodos; no caso contrário a reação do Banco Central é reduzir inicialmente a taxa de juros e só no segundo período a eleva. Isto parece refletir sua preocupação com a realimentação dos juros na inflação via risco país.

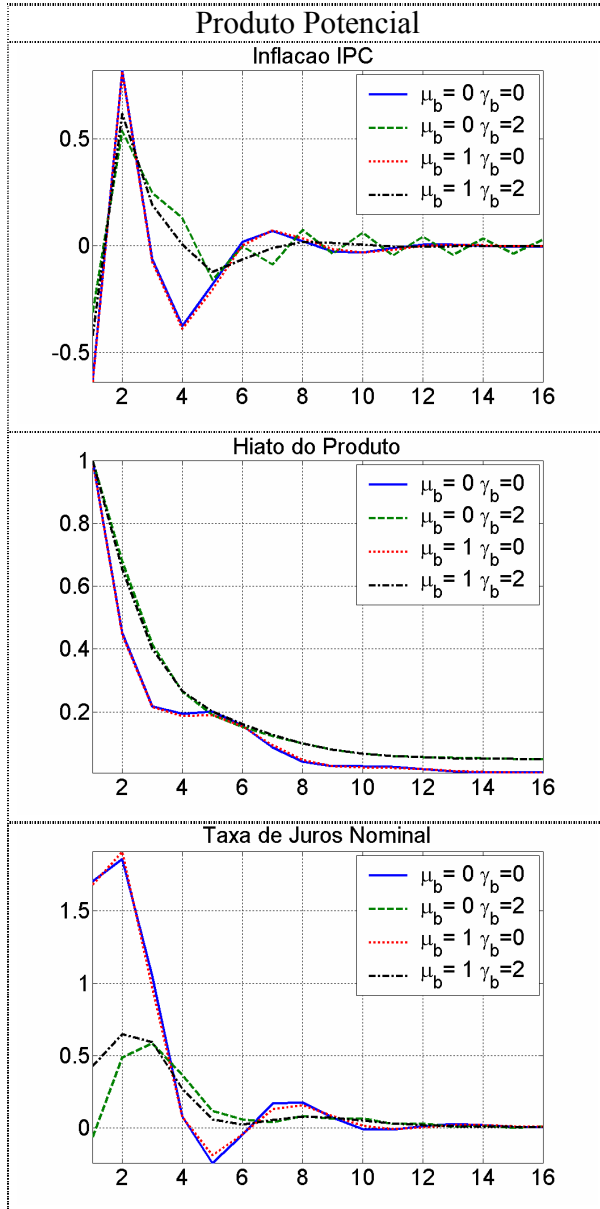


Gráfico 3: Função de Impulso-Resposta da Taxa de Inflação, Taxa de Variação do Hiato de Produto e Taxa de Juros a Choques de Produtividade Doméstica

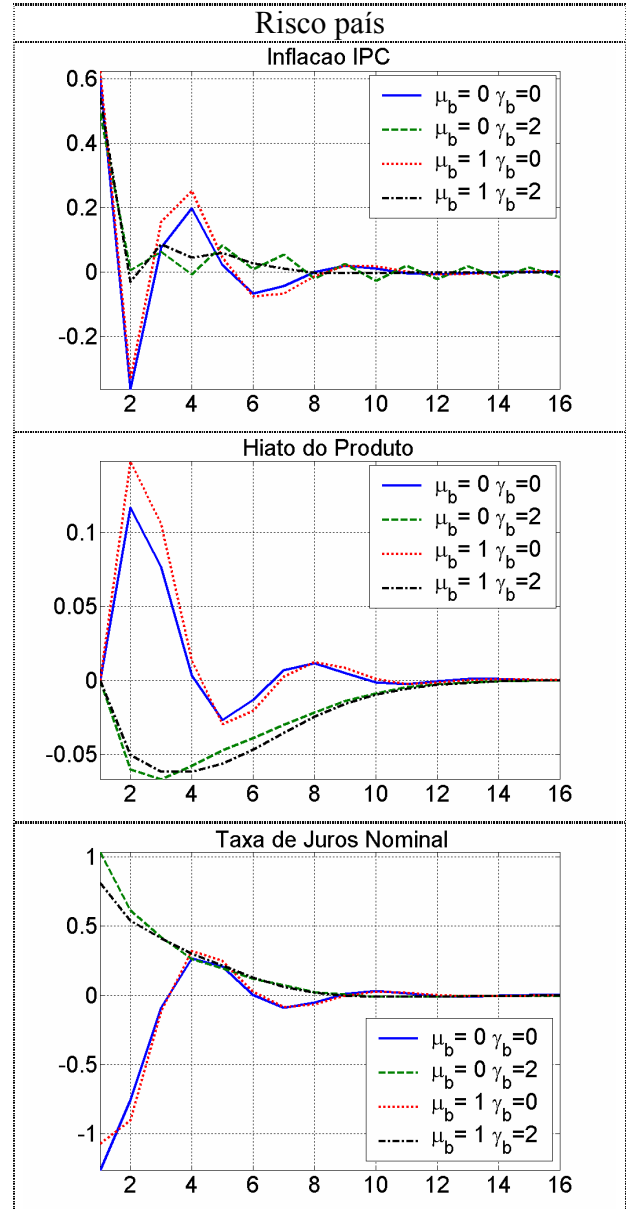


Gráfico 4: Função de Impulso-Resposta da Taxa de Inflação, Taxa de Variação do Hiato de Produto e Taxa de Juros a Choques de Risco País

No caso de um choque positivo de demanda agregada (Gráfico 2) a reação ótima da autoridade monetária é a elevação das taxas de juros, em qualquer um dos arranjos com o Tesouro pois o objetivo é o arrefecimento do nível de atividade para retorná-la a seu nível de longo-prazo. Nota-se, entretanto, que a elevação das taxas de juros nominais são bastante superiores quando não

há a intervenção da autoridade fiscal, mas em qualquer dos casos se observa que a taxa de juros real aumenta.

Os impactos de um choque sobre o produto potencial (Gráfico 3) apresentam características muito semelhantes ao do choque de demanda agregada. As trajetórias dos juros nominais, bem como do índice de preços ao consumidor são quase idênticas. A trajetória de retorno do hiato do produto para seu nível estacionário se altera ligeiramente em relação ao choque da demanda agregada, nos casos onde não há intervenção do Tesouro.

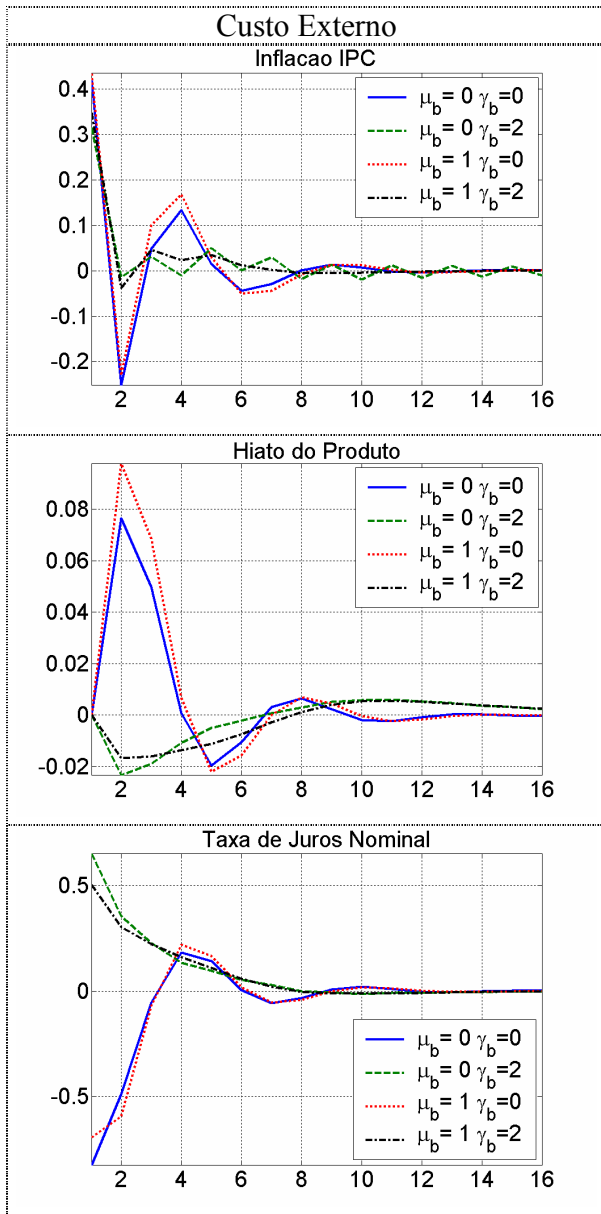


Gráfico 5: Função de Impulso-Resposta da Taxa de Inflação, Taxa de Variação do Hiato de Produto e Taxa de Juros a Choques de Oferta Externa

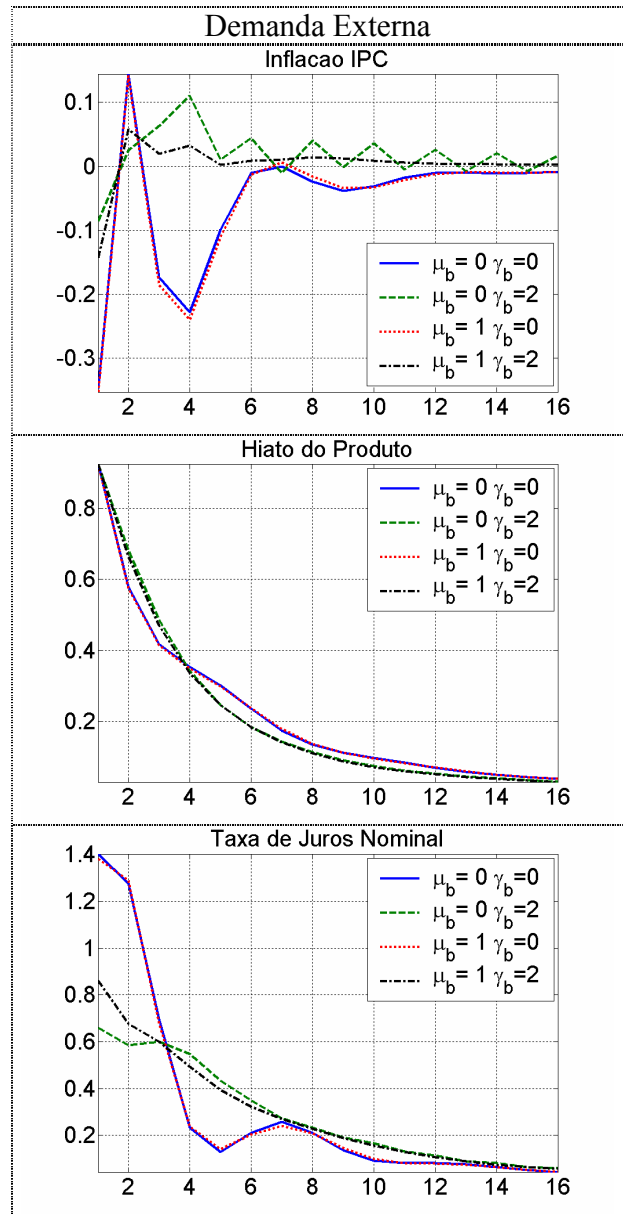


Gráfico 6: Função de Impulso-Resposta da Taxa de Inflação, Taxa de Variação do Hiato de Produto e Taxa de Juros a Choques de Demanda Externa

São nos choques de origem externa - risco país, inflação e demanda agregada – onde a diferença de comportamento dos arranjos BC/Tesouro fica mais visível. Um choque de risco país (Gráfico 4) pressupõe um Banco Central elevando suas taxas de juros para conter o impacto deste choque sobre a desvalorização do câmbio e desta sobre os níveis de preços. Percebe-se pelas funções impulso resposta que nos casos onde o Tesouro se coordena com a autoridade monetária, esta reage da forma tradicional, elevando juros e trazendo o índice de preços ao consumidor rapidamente para sua meta, a um custo de ligeira queda no nível de atividade, 0,05%, ao redor do terceiro trimestre. Quando não há esta coordenação, o Banco Central reduz sua taxa de juros de curto prazo, gerando uma aceleração momentânea do nível de atividade, ao custo de uma maior volatilidade sobre o seu objetivo de política, o índice de preços ao consumidor.

Um choque sobre a inflação externa (Gráfico 5) se propaga para a economia doméstica porque a autoridade monetária externa reage elevando suas taxas de juros. A rentabilidade dos títulos estrangeiros aumenta frente aos títulos domésticos o que provocaria uma desvalorização da taxa de câmbio doméstica com repercussão sobre a inflação. A reação ótima da autoridade monetária doméstica seria, portanto, a elevação de suas taxas de juros, fato que ocorre quando há coordenação com o Tesouro. O impacto sobre o nível de atividade e inflação são semelhantes ao choque de risco país. Quando não há coordenação, o comportamento dos juros, bem como seus impactos sobre nível de atividade e inflação, também se assemelham ao do choque anterior.

Finalmente, um choque sobre o nível de atividade externa (Gráfico 6), tem desdobramentos na economia doméstica mais extensos. Primeiramente, deverá ocorrer uma reação da autoridade monetária doméstica frente à elevação dos juros externos. Mas também haverá uma elevação do nível de atividade doméstico por conta do aumento do nível de atividade externo, via exportações. Nota-se, portanto, que independentemente do arranjo de política, há uma elevação nas taxas de juros domésticas, mais intensa quando não há intervenção conjunta do Tesouro. Esta maior intensidade na elevação das taxas de juros irá gerar uma maior queda e maior volatilidade na taxa de inflação ao consumidor em relação aos dois casos onde há coordenação com a autoridade fiscal. O retorno do nível de atividade à sua taxa neutra é bastante semelhante nos quatro casos.

V Conclusões

O trabalho utilizou um modelo de equilíbrio geral de curto prazo para analisar como possíveis arranjos de coordenação entre a autoridade monetária e a autoridade fiscal alteram o comportamento das variáveis econômicas frente a choques que atingem a economia. A autoridade fiscal pode agir de forma ativa, escolhendo seu superávit de forma independente do nível de dívida, ou de forma passiva quando toma em consideração esta variável. A autoridade monetária, por sua vez, pode ou não incluir a dívida em sua função de perda.

A simulação de choques mostrou dois resultados interessantes. Em primeiro lugar quando se assume que o risco é endógeno a forma de coordenação via inclusão da dívida na função perda do Banco Central é redundante pois, como este escolhe sua função de reação tomando em consideração todos os constrangimentos da economia, o impacto perverso dos juros sobre a inflação via risco país já é tomado em conta. O outro resultado, e o mais importante, é que quando a autoridade fiscal reage a aumentos da dívida pública com alterações no superávit primário, a trajetória de ajuste das variáveis frente a choques tende a ser menos volátil propiciando uma atuação mais eficiente do Banco Central.¹⁰ Neste tipo de coordenação a economia passa a se comportar de forma semelhante a uma em que o risco país é exógeno e Banco Central não precisa tomar para si funções que são inerentes ao Tesouro.

¹⁰ A única exceção é a resposta da inflação ao consumidor a choques de oferta.

VI Referências Bibliográficas

- Andrade, J; Teles, Vladimir K. *An empirical model of the Brazilian Country risk: an extension of the Beta Country Risk model*. Applied Economics, 38, 2006.
- Arida, Pérsio, *Múltiplos equilíbrios*. Revista de Economia Política, 22(3), 123-131, 2002.
- Ball, L. *Policy Rules for Open Economies*. In Taylor, J. Monetary Policy Rules, 127-144, The University of Chicago Press, London, 1999.
- Blanchard, Olivier. *Fiscal Dominance and inflation targeting: lessons from Brazil*. NBER, NBER Working Paper 10389, 2004.
- Bohn, H. *The Behavior of US Public Debt and Deficits*, Quarterly Journal of Economics, Vol 113, 949-963, 1998.
- Bogdanski, Joel; Tombini, Alexandre; Werlang, Sérgio R.C. *Implementing Inflation Targeting in Brazil*, in *Inflation targeting in Brazil: a collection of working papers*. Banco Central do Brasil, 1999.
- Bresser-Pereira, L.C.; Nakano, Y. *Uma Estratégia de Desenvolvimento com Estabilidade*, in Revista de Economia Política, 22(3), 146-177, jul/set, 2002.
- Currie, David; Levine, Paul. *Rules, Reputation and Macroeconomic Policy Coordination*. Cambridge: Cambridge University Press, 1993.
- Favero, Carlo A.; Giavazzi Francesco. *Targeting inflation when debt and risk premia are high: lessons from Brazil*. working paper, Maio 2003.
- Leeper, Eric. *Equilibria under 'active' and 'passive' monetary and fiscal policies*, in *Journal of Monetary Economics*, v. 27, 129-147, 1991.
- Mello, L. *Estimating a Fiscal Reaction Function: The case Debt Sustainability in Brazil*. OCDE Working Paper, 10. 2005.
- Morais, José Franco Medeiros e Andrade, Joaquim Pinto, *Como a dívida pública afeta a política monetária ótima?*, ESAF IX Prêmio Tesouro Nacional – 2004, Ajuste Fiscal e Dívida Pública, 2004.
- Muinhos, Marcelo K.; Alves, Sérgio A L.; Riella, Gil. *Modelo estrutural com setor externo: endogenização do prêmio de risco e do câmbio*, in *Working Paper Series*, Banco Central do Brasil, 2002.
- Schwartzman, Alexandre. *How tough should you be*. Working paper, Seminários Banco Central - Política Monetária: Choques e Eficácia, 2003.
- Söderlind, Paul. *Solutions and Estimation of RE macromodels with optimal policy*, in *European Economic Review*, v.43, 813-823, 1999.
- Svensson, Lars. *Open economy inflation targeting*, in *Journal of International Economics*, v.50, 155-183, 2000.
- Woodford, Michael. *Interest and prices: foundations of a theory of monetary policy*. Princeton University Press, 2003.
- Wu, Thomas Y.H.; Carneiro, Dionísio Dias. *A relação risco-país e dívida líquida do setor público: uma introdução ao problema da dominância fiscal*. Carta Econômica Galanto, ago. 2003.

Wyplosz, C. Institutions for Debt Sustainability in Brazil. In Inflation Targeting, Debt, and the Brazilian Experience: 1999-2003. in Giavazzi, F. Goldfajn, I. e Herrera, S. (eds). MIT Press, 2005.

Apêndice I – Parâmetros primários utilizados no modelo

Meta de Inflação IPC Flexível	
Superavit Primario:	$\gamma_{ps} = 0.99$ $p_{sb} = 0$ ou 2 (Tesouro agindo ativa ou passivamente)
Dívida:	$\gamma_b = 0$ $b_{\pi} = -0.2$ $b_y = -0.5$ $b_i = 0.4$ $b_{for} = 0.1$ $b_{ps} = -1$
Função Perda:	$\mu_{\pi}^c = 1$ $\mu_{\pi} = 0$ $\lambda = 0.5$ $\mu_i = 0.05$ $\nu_i = 0.05$ $\mu_b = 0$ ou 1 (sem/com dívida na função perda)
Setor Externo:	$f_{\pi}^* = 1.5$ $f_y^* = 0.5$ $\gamma_{\pi}^* = 0.755$ $\gamma_y^* = 0.879$
Risco-pais:	$\gamma_{\phi} = 0.8$ $\gamma_{\phi b} = 1.5$
Oferta Agregada:	$\alpha_{\pi} = 0.750$ $\alpha_y = 0.705$ $\alpha_y^* = 2.820$ $\alpha_q = 0.141$ $\alpha_q^* = 0.564$ Inflação IPC: $\omega = 0.16$
Demanda Agregada:	$\beta_y = 0.925$ $\beta_y^* = 0.294$ $\beta_y^* = 24.500$ $\beta_p = 0.106$ $\beta_p^- = 1.413$ $\beta_y^* = 3.92$ $\beta_q = 0.014$ $\beta_q^* = 0.187$ $\gamma_y^{\eta} = 0.980$
Suplementares:	$\kappa = 0.84$ $\omega^- = 0.5$ $\gamma_y^{\eta} = 0.98$ $\alpha = 0.094$ $\gamma = 0.1$ $\xi = 5.640$ $\vartheta = 1.1$ $\omega^* = 0.15$ $\sigma = 1.682$ $\theta = 2.714$ $\theta^* = 2$ $\beta_y^* = 24.5$ $\omega^- = 0.5$

Apêndice II – Análise de sensibilidade da função de reação aos coeficientes da função perda

função de reação													
$\mu_i = 0.05$		π_t	y_t	π_t^*	y_t^*	i_t^*	φ_t	y_t^n	q_{t-1}	i_{t-1}	$\pi_{t+1 t}$	Δ_t	b_t
$\nu_i = 0.05$	$\lambda = 0$	0,85	0,07	0,02	0,30	0,42	0,61	0,06	-0,14	0,15	-0,54	0,00	0,00
	$\lambda = 0.5$	0,84	0,06	0,03	0,29	0,41	0,61	0,06	-0,13	0,15	-0,52	0,00	0,00
	$\lambda = 5$	0,80	0,19	0,08	0,27	0,39	0,59	0,09	-0,13	0,16	-0,38	0,00	0,00
	$\lambda = 50$	0,67	1,67	0,10	0,25	0,34	0,52	0,10	-0,11	0,16	-0,18	0,00	0,00
$\nu_i = 0.10$	$\lambda = 0$	0,67	0,09	0,09	0,27	0,28	0,47	0,05	-0,11	0,23	-0,23	0,00	0,00
	$\lambda = 0.5$	0,66	0,11	0,09	0,27	0,28	0,47	0,05	-0,11	0,23	-0,22	0,00	0,00
	$\lambda = 5$	0,62	0,32	0,13	0,26	0,26	0,45	0,07	-0,10	0,24	-0,14	0,00	0,00
	$\lambda = 50$	0,49	1,76	0,14	0,24	0,23	0,40	0,08	-0,08	0,23	-0,01	0,00	0,00
$\nu_i = 0.50$	$\lambda = 0$	0,26	0,16	0,13	0,20	0,09	0,21	0,03	-0,04	0,40	0,16	0,00	0,00
	$\lambda = 0.5$	0,26	0,19	0,13	0,20	0,09	0,21	0,03	-0,04	0,40	0,16	0,00	0,00
	$\lambda = 5$	0,23	0,38	0,15	0,20	0,08	0,20	0,04	-0,04	0,40	0,18	0,00	0,00
	$\lambda = 50$	0,18	1,34	0,15	0,20	0,07	0,19	0,05	-0,03	0,38	0,23	0,00	0,00
$\nu_i = 1$	$\lambda = 0$	0,16	0,18	0,13	0,18	0,05	0,15	0,02	-0,02	0,44	0,20	0,00	0,00
	$\lambda = 0.5$	0,15	0,20	0,13	0,18	0,05	0,15	0,03	-0,02	0,44	0,21	0,00	0,00
	$\lambda = 5$	0,14	0,34	0,14	0,18	0,04	0,15	0,04	-0,02	0,44	0,22	0,00	0,00
	$\lambda = 50$	0,11	1,07	0,15	0,18	0,04	0,14	0,04	-0,02	0,42	0,25	0,00	0,00

Apêndice III – Formato Estado Espaço

Com a inclusão do bloco fiscal o sistema original, proposto em Svensson (2000) altera-se, ficando com $n_1=13$, $n_2=3$, $n_3=7$ e as seguintes matrizes:¹¹

$$A = \begin{pmatrix} e_{10} \\ \beta_y e_2 - \beta_\rho A_{n_1+2} + \beta_y^* \gamma_y^* e_4 + \beta_q A_{n_1+1} - (\gamma_y^n - \beta_y) e_7 \\ \gamma_\pi^* e_3 \\ \gamma_y^* e_4 \\ f_\pi^* \gamma_\pi^* e_3 + f_y^* \gamma_y^* e_4 \\ \gamma_\phi e_6 + \gamma_{\phi_b} e_{13} \\ \gamma_y^n e_7 \\ e_{n_1+1} \\ e_0 \\ e_n \\ \gamma_m e_{11} + m_y A_2 \\ \gamma_{ps} e_{12} + \Delta_y ps - b e_{13} \\ \gamma_b e_{13} + b_\pi e_1 + b_y e_2 + b_{for} e_8 + b_m (e_{11} - A_{11}) + b_{ps} A_{12} \\ e_{n_1+1} - e_{10} + A_3 - e_5 - e_6 \\ e_{10} + e_{n_1+2} \\ A_n \end{pmatrix}$$

$$\text{onde } A_n = \frac{1}{1 - \alpha_\pi} \begin{Bmatrix} -\alpha_\pi e_{10} + [1 + \alpha_y (\beta_\rho + \beta_q) + \alpha_q] e_n - \alpha_y \beta_y A_2 + \alpha_y \beta_\rho A_{n_1+2} - \alpha_y \beta_y^* \gamma_y^* A_4 \\ -(\alpha_y \beta_q + \alpha_q) A_{n_1+1} + (\alpha_y \beta_q + \alpha_q) (A_5 - \gamma_\pi^* A_3 + A_6) + \alpha_y (\gamma_y^n - \beta_y) A_7 \end{Bmatrix}$$

¹¹ A linha 11 das matrizes A, B e B1, incorporando uma equação de demanda por moeda, não é utilizada no presente trabalho. Da mesma forma, a linha 7 das matrizes C_z e C₁, incorporando o câmbio real na função perda, não foi utilizado neste trabalho.

$$B = \begin{pmatrix} 0 \\ \beta_p + \beta_q \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ m_i \\ 0 \\ b_i \\ 1 \\ -1 \\ \frac{-1}{1-\alpha_\pi} [\alpha_y (1 + \beta_y) (\beta_p + \beta_q) + \alpha_q] \end{pmatrix}$$

$$B^1 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ \frac{-1}{1-\alpha_\pi} [\alpha_y (\beta_p + \beta_q) + \alpha_q] \end{pmatrix}$$

$$C_z = \begin{pmatrix} e_1 + \omega(e_{n1+1} - e_8) \\ e_1 \\ e_2 \\ e_0 \\ -e_9 \\ e_{13} \\ e_8 \end{pmatrix},$$

$$C_1 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$