

Revisão dos Modelos de Projeção de Pequeno Porte – 2013

O Banco Central utiliza diversos modelos para projetar variáveis macroeconômicas e simular cenários e efeitos de políticas econômicas, com o objetivo de subsidiar o processo decisório do Comitê de Política Monetária (Copom). Conforme procedimento adotado nos últimos anos¹, para manter o elevado nível de transparência das ações de política monetária, este box atualiza as informações, tomando como base as revisões periódicas mais recentes, sobre as três classes de modelos semiestruturais de pequeno porte²: (i) modelos agregados; (ii) o “modelo de preços desagregados”, que apresenta os setores de serviços, de alimentos e bebidas no domicílio, e de produtos industriais; e (iii) o “modelo CNC”, que apresenta os setores de bens comercializáveis e de não comercializáveis. Na estrutura básica dessas ferramentas, o lado da oferta da economia é constituído por curvas de *Phillips* e a demanda agregada é representada por uma curva IS que descreve a dinâmica do hiato do produto. Além disso, a inclinação da estrutura a termo da taxa de juros é descrita por meio de uma equação que relaciona a taxa de juros de política (Selic) à taxa de juros de longo prazo (*swap* pré-DI de 360 dias). Nos modelos agregados, há apenas uma curva de *Phillips* para a inflação de preços livres. No caso do “modelo de preços desagregados”, há três curvas de *Phillips* adicionais que descrevem a inflação de cada um dos setores (serviços, alimentos e bebidas no domicílio e produtos industriais); e no caso do “modelo CNC”, as duas curvas de *Phillips* adicionais descrevem a inflação dos setores de bens comercializáveis e de bens não comercializáveis.

1/ O Banco Central tem publicado informações sobre a estrutura dos seus modelos pequenos, incluindo a descrição original de Bogdanski *et al.* (2000) e publicações posteriores tais como Lima *et al.* (2011), além dos boxes “Atualizações nos Modelos de Previsão de Inflação Utilizados pelo Banco Central” (Relatório de Inflação de junho de 2001), “Modelos de Projeção: Atualização e Aperfeiçoamentos” (Relatório de Inflação de junho de 2011) e “Revisão dos Modelos de Projeção de Pequeno Porte – 2012” (Relatório de Inflação de junho de 2012).

2/ O modelo de preços desagregados foi inicialmente descrito no box “Previsão de Inflação com Curvas de *Phillips* com Preços Desagregados” (Relatório de Inflação de março de 2010). O modelo CNC foi inicialmente descrito no box: “Projeção de Inflação Utilizando Modelo Semiestrutural Desagregado: Bens Comercializáveis e Não Comercializáveis” (Relatório de Inflação de setembro de 2012). O Banco Central também possui outros modelos de projeção, incluindo o de preços administrados (“Preços Administrados por Contratos e Monitorados: Atualização dos Modelos de Projeção e dos Coeficientes de Repasse Cambial”, divulgado no Relatório de Inflação de junho de 2012).

Modelos agregados de pequeno porte

As estimações recentes introduziram algumas mudanças relevantes. Primeiro, passou-se a utilizar o *superavit* primário estrutural como variável fiscal na curva IS em substituição ao *superavit* primário consolidado do setor público (ambos medidos em termos percentuais do Produto Interno Bruto – PIB). O *superavit* primário estrutural é ajustado pelo ciclo econômico e exclui os efeitos de receitas e despesas extraordinárias³. O primário estrutural permite melhor avaliação do impacto de ações discricionárias do governo, na área fiscal, em determinados períodos. Nesse sentido, a variação do resultado estrutural entre dois períodos é a medida do impulso fiscal, que pode ser expansionista, contracionista ou neutro. Em termos da estrutura do modelo, o impulso fiscal permite a inferência da elasticidade do hiato do produto a ações de política fiscal. Segundo, introduziu-se um aperfeiçoamento na medida de sazonalidade utilizada no horizonte de projeção dos modelos. Além do padrão trimestral diretamente estimado, considera-se também o padrão sazonal mensal em cada trimestre.

No que se refere à especificação, a curva de *Phillips* para a inflação de preços livres é dada por:

$$(1) \pi_t^L = \sum_{i>0} \alpha_{1i} E_t \pi_{t+i} + \sum_{j>0} \alpha_{2j} \pi_{t-j} + \sum_{k \geq 0} \alpha_{3k} \pi_{t-k}^* + \sum_{l>0} \alpha_{4l} h_{t-l} + \sum_{m \geq 0} \sum_n \alpha_{5m}^n Z_{t-m}^{\pi,n} + \varepsilon_t,$$

na qual π_t^L é a inflação de preços livres do IPCA, $E_t \pi_{t+i}$ é a expectativa corrente acerca da inflação i trimestres à frente, π_t é a inflação plena medida pela variação do IPCA, π_t^* é a inflação externa medida pela variação do índice CRB expresso em moeda nacional, h_t é uma medida do hiato do produto, $Z_t^{\pi,n}$ é a variável de controle n , e ε_t é um termo de erro. As variáveis de controle são *proxies* para choques de oferta, incluindo inovações no preço internacional do petróleo (em reais) e o descasamento entre preços no atacado e no varejo. Além disso, é importante destacar que os parâmetros estimados satisfazem a seguinte restrição de verticalidade da curva de *Phillips* no longo prazo:

$$\sum_{i>0} \alpha_{1i} + \sum_{j>0} \alpha_{2j} + \sum_{k \geq 0} \alpha_{3k} = 1.$$

3/ Ver boxe “Resultado Estrutural do Governo Geral” (Relatório de Inflação de março de 2013).

A curva IS descreve a dinâmica do hiato do produto como função das suas defasagens, da taxa real de juros, e das variáveis fiscais e externas, a saber:

$$(2) h_t = \beta_0 + \sum_{i>0} \beta_{1i} h_{t-i} + \sum_{j>0} \beta_{2j} r_{t-j} + \sum_{k>0} \beta_{3k} \Delta sup_{t-k} + \sum_{l \geq 0} \beta_{4l} \Delta \bar{y}_{t-l}^* + \sum_{m \geq 0} \beta_{5m} \Delta h_{t-m}^* + u_t,$$

na qual r_t é a taxa de juros real, medida pela taxa de juros nominal *swap* pré-DI de 360 dias deflacionada pela expectativa de inflação relativa ao período de vigência do contrato de *swap*, Δsup_t é a variação do *superavit* primário estrutural, $\Delta \bar{y}_t^*$ é a taxa de crescimento do produto potencial mundial, Δh_t^* é a variação do hiato do produto mundial, e u_t é um termo de erro.

A equação da curva de juros define o *spread* entre a taxa de longo prazo (*swap*) e a taxa de curto prazo (Selic) como função das suas defasagens, da variação da inflação esperada, da dinâmica do hiato do produto, e das variáveis de controle, conforme abaixo:

$$(3) Swp_t - S_t = \gamma_0 + \sum_{i>0} \gamma_{1i} (Swp_{t-i} - S_{t-i}) + \gamma_2 \Delta E_t \pi_{t+3}^4 + \sum_{k>0} \gamma_{3k} \Delta h_{t-k} + \sum_{m \geq 0} \sum_n \gamma_{4m}^n Z_{t-m}^{Swp,n} + v_t,$$

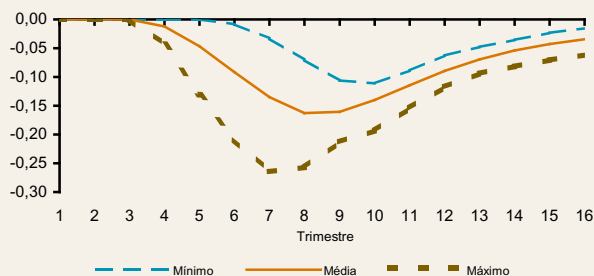
na qual Swp_t é a taxa *swap* pré-DI de 360 dias e S_t é a taxa Selic, ambas nominais; $\Delta E_t \pi_{t+3}^4$ é a variação da expectativa de inflação em t para o período do contrato de *swap* considerado; Δh_t é a variação do hiato do produto; $Z_t^{Swp,n}$ corresponde às variáveis de controle da equação, que incluem a variação do prêmio de risco medido pelo Embi Brasil, as variações nos requerimentos de capital dos bancos e as variações nos recolhimentos compulsórios; e v_t é um termo de erro. Importante ressaltar que, assim como em (1), as variáveis de controle não afetam o equilíbrio de longo prazo do modelo, pois, por construção, possuem média igual a zero.

A título de exemplo, a seguir são avaliados alguns mecanismos de transmissão. O Gráfico 1 apresenta a resposta da inflação doméstica (em ponto percentual – p.p.), via canal da demanda agregada, a um aumento permanente de 1 p.p. no *superavit* primário estrutural, obtida a partir de cinco especificações dos modelos de pequeno porte. Como esperado, as estimações indicam que o efeito de um impulso fiscal sobre a inflação se materializa com defasagens.

No Gráfico 2, avalia-se a resposta da inflação, via canal da demanda agregada, a um choque monetário, representado por um aumento de 1 p.p. na taxa Selic, que

Gráfico 1 – Resposta da inflação à política fiscal, modelos de pequeno porte^{1/}

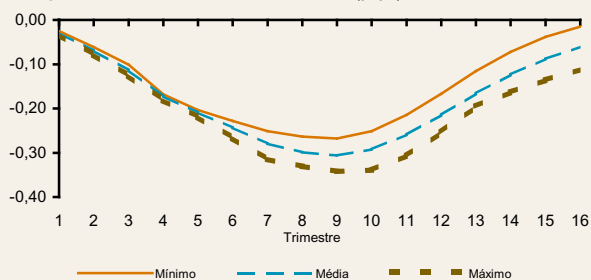
IPCA acumulado em 4 trimestres (p.p.)



1/ Aumento de 1 p.p. no *superavit* primário estrutural.

Gráfico 2 – Resposta da inflação à política monetária, modelos de pequeno porte^{1/}

Inflação acumulada em 4 trimestres (p.p.)



1/ Aumento de 1 p.p. na taxa Selic durante quatro trimestres.

perdura por quatro trimestres, com a trajetória da Selic a partir do quinto trimestre seguindo uma regra de Taylor estimada pelo modelo Samba⁴. Conforme esperado, um aumento da taxa Selic tem efeito contracionista sobre a demanda agregada e, conseqüentemente, tende a reduzir a inflação. Nota-se que o efeito máximo ocorre cerca de dois anos após o início da elevação da taxa de juros.

Modelo de preços desagregados

O modelo de preços desagregados, equações (4) a (9), incorpora as mesmas mudanças efetuadas nos modelos com curvas de *Phillips* agregadas. Nesse modelo, a economia é dividida em três setores: i) serviços; ii) alimentos e bebidas no domicílio; e iii) produtos industriais. Dessa forma, são especificadas três curvas de *Phillips* setoriais, além da curva agregada para os preços livres. À semelhança dos modelos agregados, o modelo desagregado também possui uma curva IS (8) e uma curva de juros (9).

$$(4) \pi_t^S = \sum_{i=1}^4 \alpha_i^S D_i + \beta_1^S \frac{\sum_{i=1}^4 \pi_{t-i}^S}{4} + (1 - \beta_1^S) E_t \pi_{t+1} + \gamma^S \frac{\sum_{i=1}^2 h_{t-i}}{2} + \delta^S \Delta S M_{t-1} + \varepsilon_t^S,$$

$$(5) \pi_t^{AB} = \sum_{i=1}^4 \alpha_i^{AB} D_i + \beta_1^{AB} \pi_{t-1} + \beta_2^{AB} E_t \pi_{t+1} + (1 - \beta_1^{AB} - \beta_2^{AB}) \pi_{t-1}^* + \gamma^{AB} \frac{\sum_{i=1}^2 h_{t-i}}{2} + \varepsilon_t^{AB},$$

$$(6) \pi_t^{PI} = \sum_{i=1}^4 \alpha_i^{PI} D_i + \beta_1^{PI} \pi_{t-1} + \beta_2^{PI} \frac{\sum_{i=1}^4 E_t \pi_{t+i}}{4} + (1 - \beta_1^{PI} - \beta_2^{PI}) \pi_{t-1}^* + \varepsilon_t^{PI},$$

$$(7) \pi_t^L = \omega_t^S \pi_t^S + \omega_t^{AB} \pi_t^{AB} + \omega_t^{PI} \pi_t^{PI},$$

$$(8) h_t = \alpha + \theta h_{t-1} + \varphi_1 \frac{\sum_{i=1}^3 r_{t-i}}{3} + \varphi_2 \frac{\sum_{i=1}^3 \Delta sup_{t-i}}{3} + \varphi_3 \Delta \bar{y}_{t-1}^* + \varphi_4 \Delta h_{t-1}^* + \mu_t,$$

$$(9) Swp_t - S_t = \gamma_0 + \gamma_1 (Swp_{t-1} - S_{t-1}) + \gamma_2 \Delta E_t \pi_{t+3}^4 + \gamma_3 \Delta h_{t-1} + v_t.$$

Os parâmetros estimados devem ter as seguintes restrições satisfeitas para garantir a consistência interna do modelo:

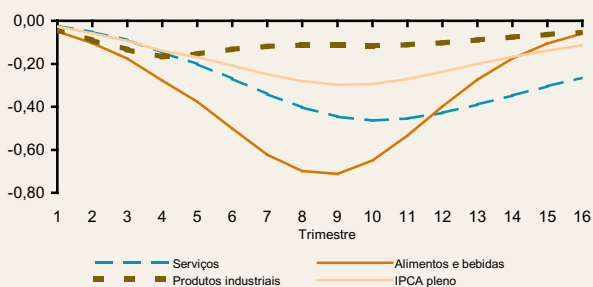
$$\gamma^{AB} = \gamma^S \frac{\sum_{i=1}^4 \alpha_i^{AB}}{\sum_{i=1}^4 \alpha_i^S},$$

$$\sum_{i=1}^4 \alpha_i^{PI} = 0.$$

4/ O modelo Samba está descrito em Castro *et al.* (2011). A trajetória do choque utilizada é igual à descrita no box “Mecanismos de Transmissão da Política Monetária nos Modelos do Banco Central” (Relatório de Inflação de março de 2012).

Gráfico 3 – Resposta da inflação à política monetária, modelo desagregado^{1/}

IPCA acumulado em 4 trimestres (p.p.)



1/ Aumento de 1 p.p. na taxa Selic durante quatro trimestres.

Nas equações acima, π_t^S , π_t^{AB} , π_t^{PI} representam a inflação de serviços, de alimentos e bebidas no domicílio, e de produtos industriais⁵, respectivamente; D_i são *dummies* sazonais; $\Delta S M_t$ é a variação do salário mínimo; ω_t^S , ω_t^{AB} , ω_t^{PI} são os pesos das respectivas inflações setoriais na inflação de preços livres, tais que $\omega_t^S + \omega_t^{AB} + \omega_t^{PI} = 1$; e ε_t^S , ε_t^{AB} , ε_t^{PI} , μ_t e v_t são os termos de erro das equações.

O Gráfico 3 é construído a partir de um exercício similar ao que se considerou na elaboração do Gráfico 2. Nota-se que as respostas dos preços são diferentes nos três setores, sendo mais intensa no de alimentos e bebidas no domicílio, com o efeito máximo alcançado dois anos após o choque. No setor de serviços, o efeito máximo se verifica por volta de dois anos e no setor de produtos industriais o efeito é menor.

Modelo de bens comercializáveis e não comercializáveis

O modelo CNC, equações (10) a (14), também incorpora as mesmas mudanças efetuadas nos modelos com curvas de *Phillips* agregadas. Nesse modelo, a economia é dividida em dois setores: i) bens comercializáveis; e ii) bens não comercializáveis. Portanto, são especificadas duas curvas de *Phillips* setoriais, além de uma curva agregada para os preços livres. Como nas classes anteriores, o modelo CNC também possui uma curva IS e uma curva de juros.

$$(10) \pi_t^{NC} = \sum_{i=1}^4 \alpha_i^{NC} D_i + \beta_1^{NC} \frac{\sum_{i=1}^6 \pi_{t-i}^{NC}}{6} + (1 - \beta_1^{NC}) E_t \pi_{t+1} + \gamma^{NC} h_{t-1} + \delta^{NC} \Delta S M_{t-1} + \varepsilon_t^{NC},$$

$$(11) \pi_t^C = \sum_{i=1}^4 \alpha_i^C D_i + \beta_1^C \pi_{t-1} + \beta_2^C E_t \pi_{t+1} + (1 - \beta_1^C - \beta_2^C) \frac{\sum_{i=1}^2 \pi_{t-i}^*}{2} + \gamma^C h_{t-2} + \varepsilon_t^C,$$

$$(12) \pi_t^L = \omega_t^{NC} \pi_t^{NC} + (1 - \omega_t^{NC}) \pi_t^C,$$

$$(13) h_t = \alpha + \theta h_{t-1} + \varphi_1 \frac{\sum_{i=1}^3 r_{t-i}}{3} + \varphi_2 \frac{\sum_{i=2}^5 \Delta sup_{t-i}}{4} + \varphi_3 \Delta \bar{y}_{t-1} + \varphi_4 \Delta h_t^* + \mu_t,$$

$$(14) S w p_t - S_t = \gamma_0 + \gamma_1 (S w p_{t-1} - S_{t-1}) + \gamma_2 \Delta E_t \pi_{t+3}^4 + \gamma_3 \Delta h_{t-1} + v_t.$$

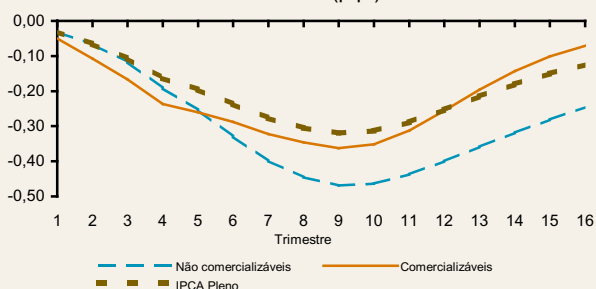
Adiciona-se restrição similar à do modelo de preços desagregados:

$$\gamma^C = \gamma^{NC} \frac{\sum_{i=1}^4 \alpha_i^C}{\sum_{i=1}^4 \alpha_i^{NC}}.$$

5/ Assim como na revisão dos modelos realizada em 2011, nota-se a ausência da variável hiato do produto na curva de *Phillips* de produtos industriais, que não se mostrou significativa na equação.

Gráfico 4 – Resposta da inflação à política monetária, modelo CNC^{1/}

IPCA acumulado em 4 trimestres (p.p.)



1/ Aumento de 1 p.p. na taxa Selic durante quatro trimestres.

Nas equações acima, π_t^{NC} é a inflação de bens não comercializáveis; π_t^C é a inflação de bens comercializáveis; ω_t^{NC} é o peso da inflação de bens não comercializáveis na inflação de livres; e ε_t^{NC} , ε_t^C , μ_t e v_t são os termos de erro das equações. As demais variáveis são as mesmas que aparecem nas outras classes de modelos.

O Gráfico 4 ilustra a resposta da inflação à mesma trajetória da taxa Selic considerada no Gráfico 2. Nota-se que a resposta da inflação plena é similar à obtida nos dois casos anteriores. Além disso, a dinâmica dos preços de bens não comercializáveis é semelhante à dos preços no setor de serviços do modelo de preços desagregados. Note-se ainda que a resposta dos preços no setor de bens comercializáveis é maior do que a estimada no caso de produtos industriais e menor do que a estimada no caso do setor de alimentos e bebidas no domicílio.

Em resumo, visando manter o nível de transparência que caracteriza as ações de política monetária, este boxe atualiza as informações sobre os modelos semiestruturais de pequeno porte utilizados pelo Banco Central. Como principais inovações, as novas especificações incorporam uma medida de *superavit* primário estrutural e padrão sazonal mensal dentro de cada trimestre.

Referências

BOGDANSKI, J.; TOMBINI, A.A.; e WERLANG, S.R.C. (2000). “Implementing Inflation Targeting in Brazil”. *BCB Working Paper Series*, nº. 1.

CASTRO, M., GOUVEA, S., MINELLA, A., SANTOS, R., e SOUZA-SOBRINHO, N. (2011). “SAMBA: Stochastic Analytical Model with a Bayesian Approach”. *BCB Working Paper Series*, nº. 239.

LIMA, E.J.A.; ARAUJO, F.; e SILVA, J.R.C. (2011). “Previsão e Modelos Macroeconômicos no Banco Central do Brasil”, in *Dez Anos de Metas para a Inflação no Brasil (1999-2009)*. <http://www.bcb.gov.br/?LIVRO10ANOSMI>.