

Revisão dos Modelos de Projeção de Pequeno Porte – 2015

Os modelos de projeção constituem importante insumo para auxiliar o processo de tomada de decisão do Comitê de Política Monetária (Copom). Especificamente, dentre os modelos de projeção de inflação do Banco Central do Brasil, os modelos semiestruturais de pequeno porte têm sido uma das principais ferramentas¹. Em linha com o procedimento adotado nos últimos anos, para manter o elevado nível de transparência das ações de política monetária, este boxe atualiza as informações, tomando como base as revisões periódicas mais recentes, sobre as três classes de modelos semiestruturais de pequeno porte: (i) modelos agregados; (ii) “modelo de preços desagregados”, para os segmentos de serviços, alimentação no domicílio e produtos industriais; e (iii) “modelo CNC”, para preços de bens comercializáveis e não comercializáveis². Na estrutura básica desses modelos, o lado da oferta da economia é constituído por curvas de *Phillips*; o lado da demanda por uma curva IS que descreve a dinâmica do hiato do produto; e 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). Note-se que, nos modelos agregados, há uma curva de *Phillips* para a inflação de preços livres; no “modelo de preços desagregados” há três curvas de *Phillips* adicionais que descrevem a inflação de cada um dos setores (serviços, alimentação no domicílio e produtos industriais); e no CNC, as duas curvas de *Phillips* adicionais descrevem a inflação de cada um dos dois setores (comercializáveis e 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), “Revisão dos Modelos de Projeção de Pequeno Porte – 2012” (Relatório de Inflação de junho de 2012), “Revisão dos Modelos de Projeção de Pequeno Porte – 2013” (Relatório de Inflação de junho de 2013) e “Revisão dos Modelos de Projeção de Pequeno Porte – 2014” (Relatório de Inflação de junho de 2014).

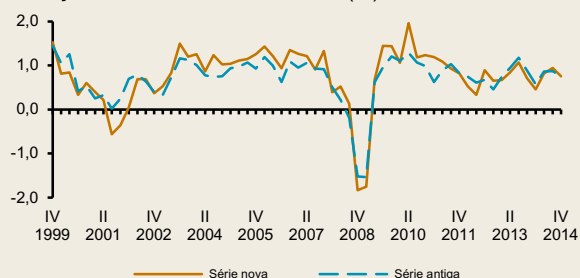
2/ O modelo de preços desagregados foi inicialmente descrito no box “Previsão de Inflação com Curvas de Phillips com Preços Desagregados” (Relatório de Inflação de março de 2010). O modelo CNC foi inicialmente descrito no box: “Projeção de Inflação Utilizando Modelo Semiestrutural Desagregado: Bens Comercializáveis 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

Uma das inovações desta revisão foi a mudança da metodologia de cálculo do Produto Interno Bruto (PIB) mundial. Na metodologia anterior, combinava-se o produto agregado do conjunto de países membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e da China, ponderando-os pelos respectivos volumes de comércio com o Brasil. A nova medida de PIB mundial, por sua vez, é construída a partir do PIB de doze países mais a Área do Euro, sendo o produto de cada país/região ponderado pela sua participação nas exportações brasileiras. Com isso, incorporam-se parceiros comerciais relevantes, como Argentina, Índia e Venezuela, e a ponderação, ao considerar apenas as exportações, procura refletir a contribuição desses países para a demanda externa. Para comparação, o Gráfico 1 apresenta as séries de PIB mundial calculadas segundo a metodologia atual e a anterior. Pode-se observar que, embora sejam bem correlacionadas, apresentam comportamentos distintos em determinados períodos³.

Gráfico 1 – Séries de PIB mundial, segundo a metodologia nova e a anterior

Variação trimestral do PIB mundial (%)



A revisão dos modelos incorporou em suas estimações a série de PIB calculada segundo a nova metodologia do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Em comparação à antiga, a nova série indica maior crescimento para os anos recentes.

No que se refere à curva de *Phillips* para a inflação de preços livres, tem-se:

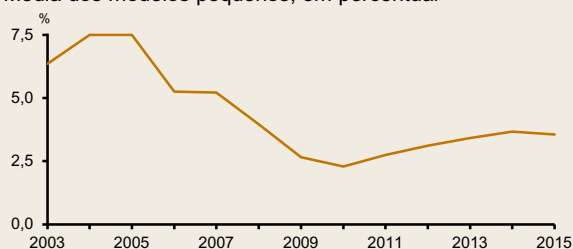
$$(1)\pi_t^L = \sum_{i>0} \alpha_{1i} E_t \pi_{t+i} + \sum_{j>0} \alpha_{2j} \pi_{t-j} + \sum_{k\geq 0} \alpha_{3k} \pi_{t-k}^* + \sum_{l>0} \alpha_{4l} h_{t-l} + \sum_{m\geq 0} \sum_n \alpha_{5m}^n Z_{t-m}^{\pi,n} + \varepsilon_t,$$

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 *Commodity Research Bureau* (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, por exemplo, inovações no preço

3/ No início da década de 2000, há um descolamento das séries devido à crise argentina. No período 2003-2007, caracterizado por elevado crescimento dos países emergentes, a nova série mostra um crescimento maior na medida em que atribui um peso mais elevado a esses países. Efeito semelhante ocorre logo após o início da crise de 2008, quando os países emergentes apresentaram desempenho superior ao dos desenvolvidos.

Gráfico 2 – Evolução da soma dos coeficientes de repasse cambial

Média dos modelos pequenos, em percentual



internacional do petróleo (em reais) e o descasamento entre preços no atacado e no varejo. Importante destacar que os parâmetros estimados satisfazem à restrição de verticalidade da curva de *Phillips* no longo prazo:

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

O Gráfico 2 apresenta a evolução da soma dos coeficientes de repasse cambial ao longo do tempo. Nota-se que, após uma tendência declinante observada de 2005 a 2010, as estimativas do repasse cambial têm se mantido relativamente estáveis nas revisões mais recentes dos modelos, em níveis próximos à metade dos valores estimados para 2004/2005.

A curva IS descreve a dinâmica do hiato do produto como função de suas defasagens, da taxa real de juros, de 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 erro⁴.

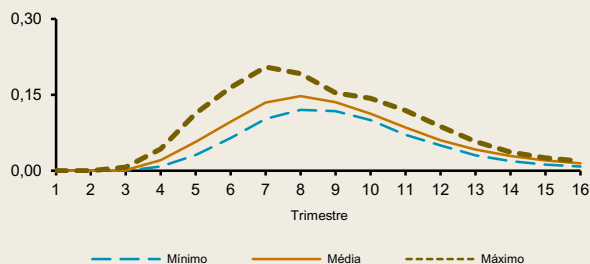
A equação da curva de juros define o *spread* entre a taxa de longo prazo (*swap*) e a taxa de curto prazo (Selic) como função de suas defasagens, da variação da inflação esperada, da dinâmica do hiato do produto, e de variáveis de controle, conforme abaixo:

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

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

4/ Como consequência das modificações implementadas nesta revisão do modelo, de uma alteração metodológica das séries utilizadas para seu cálculo, e da atualização dos dados utilizados na última reestimação, o *spread* ao tomador final não mais se mostrou significativo e foi retirado das especificações da curva IS.

Gráfico 3 – Resposta da inflação ao hiato do produto mundial, modelos de pequeno porte^{1/}
IPCA acumulado em 4 trimestres (p.p.)



1/ Aumento de 1 p.p. no hiato do produto mundial.

de *swap* considerado; Δh_t é a variação do hiato do produto; $Z_t^{Swp,n}$ corresponde às variáveis de controle da equação, como a variação do prêmio de risco medido pelo Embi Brasil, variações nos requerimentos de capital dos bancos e 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, o Gráfico 3 apresenta a resposta média, mínima e máxima da inflação plena (em pontos percentuais, p.p.) a um aumento permanente de 1 p.p. no hiato do produto mundial, obtidas a partir de cinco especificações dos modelos pequenos agregados. Conforme esperado, uma expansão da economia mundial aumenta a demanda agregada doméstica e, por conseguinte, pressiona a inflação. O efeito máximo ocorre cerca de dois anos após o início da expansão⁵.

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) alimentação no domicílio⁶, e (iii) produtos industriais. Dessa forma, são especificadas três curvas de *Phillips* setoriais, além da curva agregada para o conjunto dos preços livres; bem como são especificadas uma curva IS (8) e uma curva de juros (9).

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

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

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

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

5/ O cálculo das funções de resposta a impulso apresentadas considera a inflação de preços administrados como exógena, sendo assim, esta não responde aos choques considerados.

6/ Nos boxes anteriores, referiu-se a esse setor como “alimentos e bebidas no domicílio”. Neste box, adotou-se para o setor a denominação oficial do correspondente subgrupo no IPCA.

$$(8)h_t = \alpha + \theta h_{t-1} + \varphi_1 r_{t-1} + \varphi_2 \frac{\sum_{i=1}^6 \Delta sup_{t-i}}{6} + \varphi_3 \frac{\sum_{i=1}^3 \Delta h_{t-i}^*}{3} + \mu_t,$$

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

A fim de garantir a consistência interna do modelo, são atendidas as seguintes restrições:

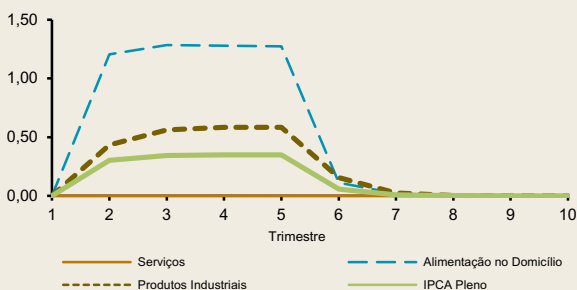
$$\gamma^{AD} = \gamma^S \frac{\sum_{i=1}^4 \alpha_i^{AD}}{\sum_{i=1}^4 \alpha_i^S},$$

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

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

Gráfico 4 – Resposta da inflação ao câmbio, modelo desagregado^{1/}

IPCA acumulado em 4 trimestres (p.p.)



1/ Desvalorização de 10% da taxa de câmbio.

O Gráfico 4 apresenta, como exemplo de função de reação do modelo, a resposta da inflação plena, a uma desvalorização de 10% na taxa de câmbio. Choques de câmbio afetam as inflações de alimentação no domicílio e de produtos industriais diretamente pelo repasse cambial estimado nas respectivas curvas de Phillips setoriais. O efeito máximo ocorre em cerca de três trimestres no setor de alimentação no domicílio e em quatro trimestres no setor de produtos industriais e na inflação plena.

Modelo de bens comercializáveis e não comercializáveis

No modelo CNC, 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. De acordo com as equações (10) a (14), esse modelo também incorpora as inovações contidas nos modelos com curvas de *Phillips* agregadas; e, assim como aqueles, também possui uma curva IS e uma curva de juros.

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

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

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

$$(13) h_t = \alpha + \theta h_{t-1} + \varphi_1 r_{t-1} + \varphi_2 \frac{\sum_{i=1}^6 \Delta sup_{t-i}}{6} + \varphi_3 \frac{\sum_{i=1}^3 \Delta h_{t-i}^*}{3} + \mu_t,$$

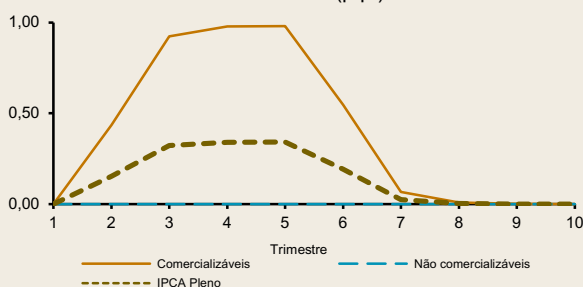
$$(14) Swp_t - S_t = \gamma_0 + \gamma_1 (Swp_{t-1} - S_{t-1}) + \gamma_2 \Delta E_t \pi_{t+3}^4 + \gamma_3 \Delta h_{t-1} + v_t.$$

Adicionalmente, deve ser atendida a seguinte restrição:

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

Gráfico 5 – Resposta da inflação ao câmbio, modelo CNC^{1/}

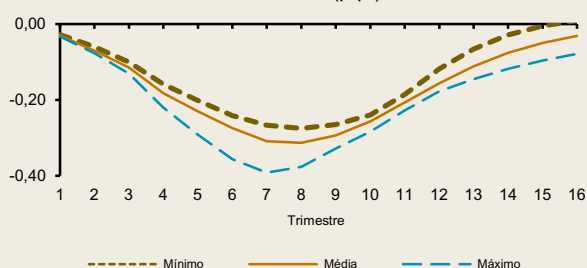
IPCA acumulado em 4 trimestres (p.p.)



1/ Desvalorização de 10% da taxa de câmbio.

Gráfico 6 – Resposta da inflação à política monetária, todos os modelos^{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.

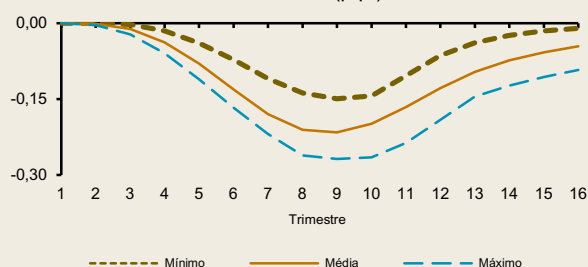
O Gráfico 5 ilustra a resposta da inflação a uma desvalorização de 10% do câmbio. Nota-se que, como esperado, a resposta é intensa no setor de bens comercializáveis e o efeito máximo ocorre em cerca de cinco trimestres.

Finalmente, consideram-se todos os modelos (agregados, desagregado e CNC) e avaliam-se as respostas média, mínima e máxima da inflação plena a choques de política monetária e fiscal. O Gráfico 6 mostra 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 perdura por quatro trimestres, com a trajetória da Selic a partir do quinto trimestre seguindo uma regra de Taylor estimada pelo modelo Samba⁷. Conforme esperado, um aumento da taxa Selic tem efeito contracionista sobre a demanda agregada e,

7/ 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 7 – Resposta da inflação à política fiscal, todos os modelos^{1/}

IPCA acumulado em 4 trimestres (p.p.)



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

consequentemente, 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.

O Gráfico 7 apresenta a resposta da inflação doméstica, via canal da demanda agregada, a um aumento permanente de 1 p.p. no *superavit* primário estrutural. Nota-se que o efeito máximo ocorre cerca de dois anos após o aumento do *superavit* primário.

Em suma, visando manter o nível de transparência que caracteriza as ações de política monetária, este box atualiza as informações sobre os modelos semiestruturais de pequeno porte utilizados pelo Banco Central após processo regular de reestimação.

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>.