4
Incerteza e Efetividade da Política Monetária no Brasil

Neste capítulo, vamos investigar o impacto da incerteza sobre a efetividade da política monetária no Brasil. Em particular, vamos testar a hipótese de que a alta incerteza (doméstica ou externa) reduziria os efeitos da política monetária sobre a atividade. Para isso, vamos estimar modelos de vetores autorregressivos interativos (IVAR), inspirados em Aastveit, Natvik e Sola (2013). Faremos isto em três seções. Na primeira, apresentaremos o modelo e o método de estimação utilizados (LASSO Adaptativo). Na segunda, discutiremos os resultados obtidos. Na terceira, os testes de robustez implementados.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1513660/CA

4.1.
Modelo IVAR

A metodologia de vetores autorregressivos interativos (IVAR) foi proposta por Towbin e Weber (2013) e Sa et al (2014) no âmbito de estudos em painel. Como o próprio nome sugere, a ideia da metodologia é permitir a interação de uma variável (exógena) com uma ou mais variáveis (endógenas) do modelo. No nosso caso, em linha com Aastveit, Natvik e Sola (2013), vamos trabalhar com um modelo de séries temporais e permitir que a incerteza (tratada como variável exógena) interaja somente com a taxa de juros, que é o instrumento de política monetária[1]. Em termos formais, o modelo IVAR pode ser assim exposto:

$$Y_t = A_0 + B_0 X_t + \sum_{l=1}^{L} A_l Y_{t-l} + \sum_{l=1}^{L} B_l X_t Y_{t-l} + C Z_t + E_t$$

Onde Y_t é o vetor de variáveis endógenas do modelo, A_0 é o vetor de constantes, X_t é uma medida de incerteza, A_l e B_l são matrizes de coeficientes defasados, Z_t é

[1] Reconhecemos que tratar a incerteza doméstica como variável exógena pode ser problemático, dado que ela é correlacionada com a atividade econômica. No entanto, o mesmo não se aplica para a incerteza externa.

um vetor de variáveis de controle, E_t é o vetor de erros da forma reduzida e L é o número de defasagens do modelo.

As variáveis endógenas do modelo são, nesta ordem: atividade econômica (produção industrial ou IBC-Br), emprego, inflação (IPCA mensal) e taxa de juros. Estas variáveis compõem o mecanismo básico de transmissão da política monetária. A ordenação causal contemporânea proposta segue a hipótese de que as variáveis de estado da economia podem afetar contemporaneamente o instrumento de política monetária, mas não vice-versa [ver Christiano *et al* (1999)]. A taxa real de câmbio, os termos de troca e a taxa de juros internacional também são adicionadas ao modelo, mas como exercício de robustez (ver seção 4.3). Ademais, são testadas outras ordenações para fins de robustez[2].

Os dados utilizados, com exceção do IPCA mensal, obtido no IBGE, são exatamente os mesmos descritos na seção 3.1. Isso vale para as medidas de atividade (produção industrial e IBC-Br), emprego, juros, taxa real de câmbio efetiva, termos de troca e taxa de juros internacional. Os dados compreendem o período de março de 2002 a fevereiro de 2016, totalizando 168 observações.

O modelo possui 13 defasagens[3]. Com esse número de defasagens e dada a quantidade de observações disponíveis, a estimação do modelo é feita por LASSO Adaptativo (ou AdaLASSO)[4]. Este método, desenvolvido por Zou (2006), encolhe coeficientes irrelevantes de uma regressão para zero pela adição de um fator de penalização na função perda, tal como o LASSO, proposto por Tibshirani (1996), porém com uma mudança em relação ao LASSO que garante ao método a propriedade do oráculo (isto é, seus parâmetros possuem a mesma distribuição assintótica que o estimador OLS utilizado somente com as variáveis relevantes) e consistência na seleção de variáveis [ver Medeiros e Mendes (2016) e Medeiros, Vasconcelos e Freitas (2016) para maiores detalhes]. O estimador AdaLASSO é definido como:

$$\hat{\beta}_{AdaLASSO} = arg\min_{\beta} \frac{\|Y - X\beta\|_2^2}{n} + \lambda \sum_{j=1}^{p} w_j |\beta_j|$$

[2] Cabem aqui as mesmas ressalvas levantadas na seção 3.2 sobre o método de identificação recursiva.
[3] Este é o mesmo número de defasagens utilizado por Bernanke, Boivin e Eliasz (2004), que também trabalham com dados mensais para estudar os efeitos da política monetária.
[4] A estimação por OLS geraria funções de resposta ao impulso sem qualquer interpretação razoável, dado que seriam mais de 200 parâmetros estimados.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1513660/CA

Sendo que $w_j = \left|\beta_j^{LASSO}\right|^{-\tau}$, onde τ é igual a um e λ é selecionado por critério de informação (BIC). Com isso, o modelo torna-se um IVAR-LASSO Adaptativo[5].

Feita a estimação dos parâmetros da forma reduzida, constrói-se duas diferentes situações: (i) situação de baixa incerteza, em que X_t é mantida no primeiro decil da série histórica; (ii) situação de alta incerteza, em que X_t é mantida no nono decil da série histórica. Faz-se isto para cada uma das sete medidas de incerteza disponíveis (seis medidas de incerteza doméstica e uma medida de incerteza externa). No total, são estimados sete modelos.

Em cada modelo, dados os parâmetros estimados da forma reduzida, bem como os valores das variáveis de interação nas situações de baixa e alta incerteza, chega-se, então, à seguinte especificação:

$$Y_t^{Baixa} = \widehat{D}_0^{Baixa} + \sum_{l=1}^{L} \widehat{D}_l^{Baixa} Y_{t-l} + \hat{C} Z_t + \widehat{E_t}$$

$$Y_t^{Alta} = \widehat{D}_0^{Alta} + \sum_{l=1}^{L} \widehat{D}_l^{Alta} Y_{t-l} + \hat{C} Z_t + \widehat{E_t}$$

Sendo que $\widehat{D}_0^{Baixa} = \hat{A}_0 + \hat{B}_0 X^{Baixa} e\ \widehat{D}_0^{Alta} = \hat{A}_0 + \hat{B}_0 X^{Alta}$. Além disso, $\widehat{D}_l^{Baixa} = \hat{A}_l + \hat{B}_l X^{Baixa}\ e\ \widehat{D}_l^{Alta} = \hat{A}_l + \hat{B}_l X^{Alta}$.

Para recuperar os choques estruturais, utiliza-se identificação recursiva com a ordenação mencionada anteriormente. O foco do exercício se dá na obtenção do choque de política monetária e na resposta da atividade econômica. Será que sob alta incerteza o efeito da política monetária na atividade é menor do que o efeito sob baixa incerteza?

Aastveit, Natvik e Sola (2013) encontram evidências favoráveis à pergunta acima para os casos de EUA e Canadá, mas não para Reino Unido e Noruega. No entanto, a análise é feita somente com dados de incerteza dos EUA para os quatro países[6]. Segundo os autores, no caso americano, a atividade tem uma resposta de duas a cinco vezes menor quando a incerteza está alta do que quando a incerteza

[5] Barboza e Vasconcelos (2017) fazem um VAR-LASSO Adaptativo para o Brasil, sendo o primeiro trabalho aplicado aos dados brasileiros que combina a metodologia VAR com métodos de encolhimento.
[6] Os autores trabalham com uma medida de incerteza doméstica quando analisam a economia dos EUA e uma medida de incerteza externa (EUA) quando analisam as economias do Canadá, Reino Unido e Noruega.

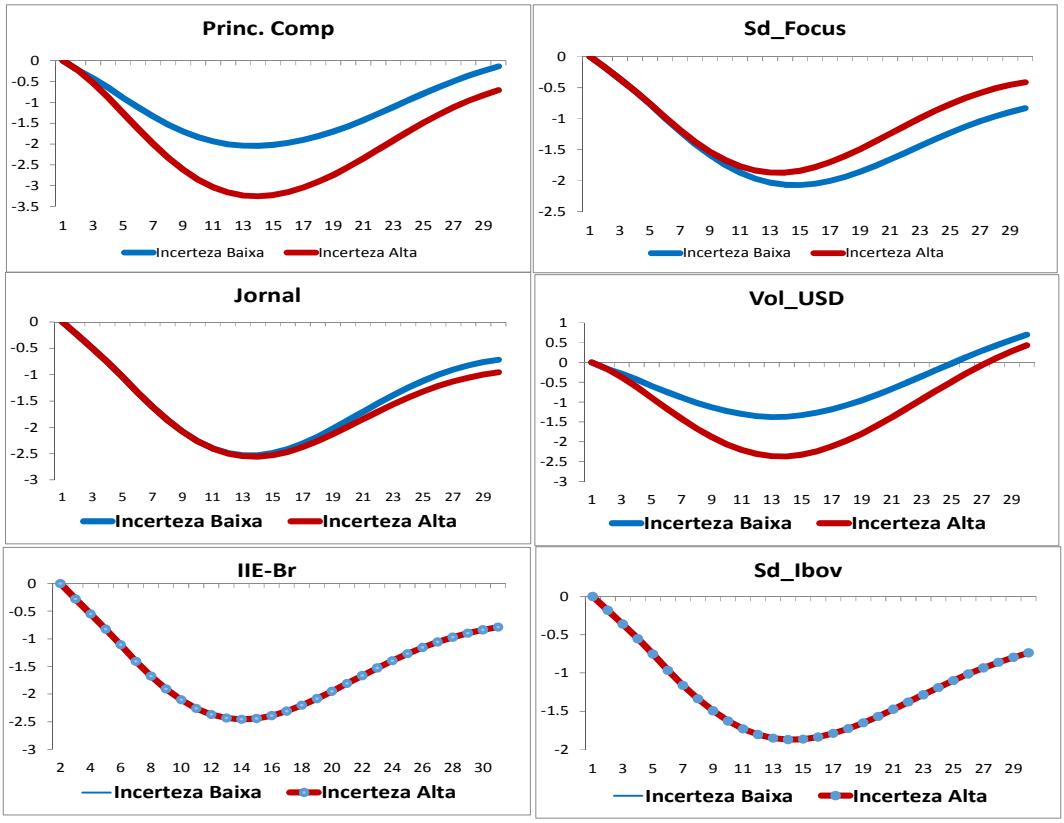
PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1513660/CA

está baixa. Resultados similares, para o caso americano, são obtidos por Caggiano et al (2015), Pellegrino (2014) e Mumtaz e Surico (2014), mas com metodologias distintas[7]. Para o caso brasileiro, não há evidências disponíveis. Tentando suprir essa lacuna, apresentamos os resultados de nossas estimativas a seguir.

4.2. Resultados

Primeiro, apresentamos as respostas da produção industrial frente ao impulso na taxa de juros para os diversos modelos estimados. Em cada modelo (leia-se, em cada gráfico da Figura 6), consideramos uma medida de incerteza doméstica (ver título de cada gráfico). As situações de baixa incerteza estão representadas pelas linhas azuis e as situações de alta incerteza pelas linhas vermelhas.

Figura 6–Resposta da Prod. Industrial ao Choque Monetário (alta e baixa incerteza)

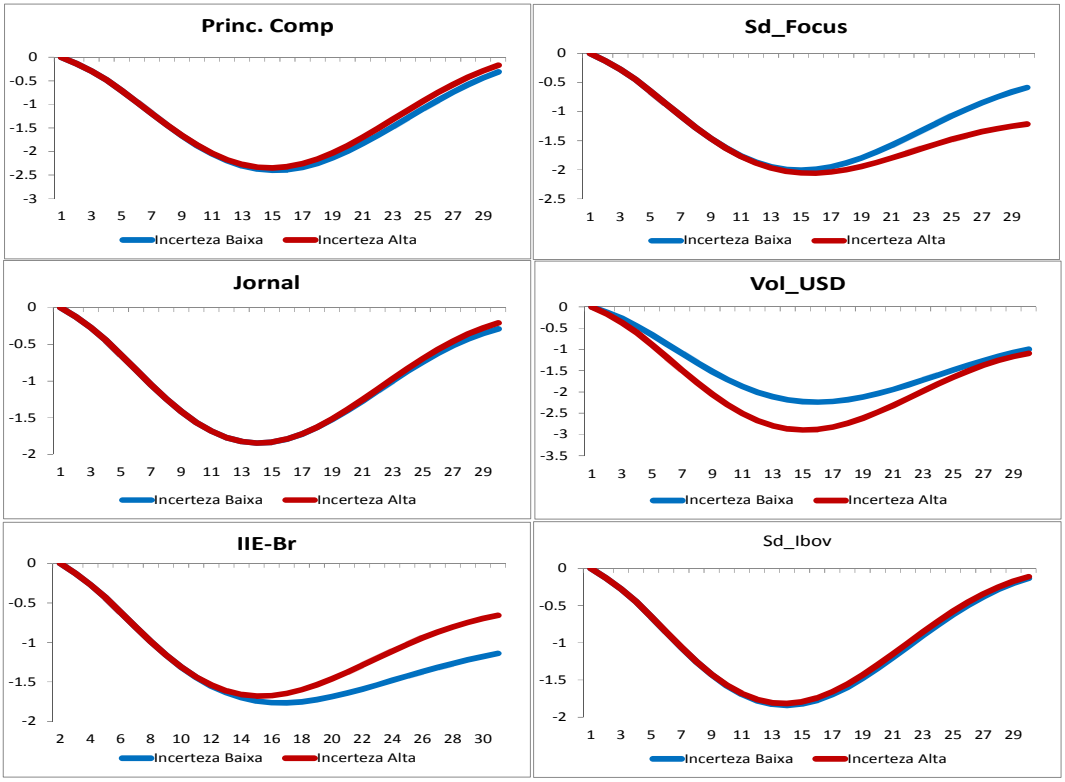


[7] Utiliza-se a metodologia de Smooth Transition Vector Autoregressive Models (STVAR) em Caggiano et al (2015) e Pellegrino (2014). Utilizam-se regressões quantílicas em Mumtaz e Surico (2014).

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1513660/CA

Antes de comentar os resultados, segue o mesmo exercício, mas utilizando o IBC-Br ao invés da produção industrial como medida de atividade econômica.

Figura 7 – Resposta do IBC-Br ao Choque Monetário (alta e baixa incerteza)



Analisando os resultados, podemos mencionar diversos pontos. Primeiro, que as estimativas obtidas a partir dos modelos propostos não sugerem haver evidência para o caso brasileiro de que sob alta incerteza o efeito da política monetária na atividade é menor do que sob baixa incerteza, afinal, como se vê nas Figuras 6 e 7, os resultados variam conforme as medidas de incerteza utilizadas. Segundo, que quando considerados os intervalos de confiança (apêndice 7.6), as respostas da atividade ao choque monetário para as situações de alta e baixa incerteza mostram-se estatisticamente indistinguíveis. Terceiro, o *timing* estimado dos efeitos da política monetária, com impacto máximo entre 12 a 16 meses (4 a 5 trimestres) estão condizentes com as evidências obtidas pelos modelos SAMBA e de pequeno porte do Banco Central [ver BCB (2012) e BCB (2015)].

Além disso, sabemos que o LASSO Adaptativo é um método que encolhe para zero os coeficientes irrelevantes de uma regressão. Isso que explica, por exemplo, as linhas de alta e baixa incerteza sobrepostas nos modelos com

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1513660/CA

produção industrial que consideram como medida de incerteza ou o desvio padrão dos retornos do Ibovespa (Sd_ibov) ou o Índice de Incerteza Econômica (IIE-Br). Nesses dois casos, todos os coeficientes de interação entre juros e incerteza foram encolhidos para zero e as funções de resposta ao impulso dos dois estados coincidiram.

Ainda, em várias FRIs, a diferença entre as situações incerteza alta e baixa incerteza só aparece após algum tempo nos gráficos. A explicação para isso decorre do fato que o AdaLASSO encolheu quase todas as interações até a defasagem em que as FRIs passam a ser diferentes uma da outra. As Tabelas no Apêndice 7.7 mostram o número de parâmetros selecionados pelo AdaLASSO em cada modelo estimado, bem como aqueles que foram encolhidos para zero.

Em geral, o AdaLASSO seleciona cerca de 30 coeficientes por modelo[8]. Em particular, as interações entre juros e incerteza têm quase sempre seus parâmetros encolhidos para zero, o que sugere possivelmente duas coisas: (i) que tais interações não são relevantes para explicar a evolução das variáveis endógenas do modelo; (ii) que tais interações são potencialmente relevantes, mas seus parâmetros são muito pequenos e o AdaLASSO acabou encolhendo-os todos para zero[9].

Isto posto, uma crítica que poderia ser feita ao modelo estimado é que ele considera a incerteza doméstica como uma variável exógena, quando não é o caso. A incerteza é uma variável tipicamente contra cíclica (Bloom, 2014). Por exemplo, todas as medidas de incerteza que utilizamos são positivamente correlacionadas entre si e negativamente correlacionadas com a atividade econômica (Tabela 1), o que gera potencialmente problemas para a estimação[10].

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1513660/CA

[8] Se tivéssemos estimado o modelo por OLS, a quantidade de parâmetros estimados seria superior a 200, o que nos conduziria a funções de resposta ao impulso sem qualquer interpretação confiável.
[9] Para lidar com essa última possibilidade, estimamos modelos menores por OLS na seção robustez.
[10] Outra crítica que poderia ser feita ao modelo estimado é que se supõe que a incerteza é fortemente exógena, ou seja, não muda de estado a depender das alterações das demais variáveis do sistema e as funções de resposta ao impulso poderiam estar com problemas. No entanto, sob o método proposto, isto é, com incerteza permanecendo alta ou baixa ao longo de toda a FRI estimada, já não encontramos diferenças entre o impacto do juro na atividade sob alta e baixa incerteza. Caso houvesse mudança de estágio, isso muito provavelmente apenas reforçaria os resultados obtidos.

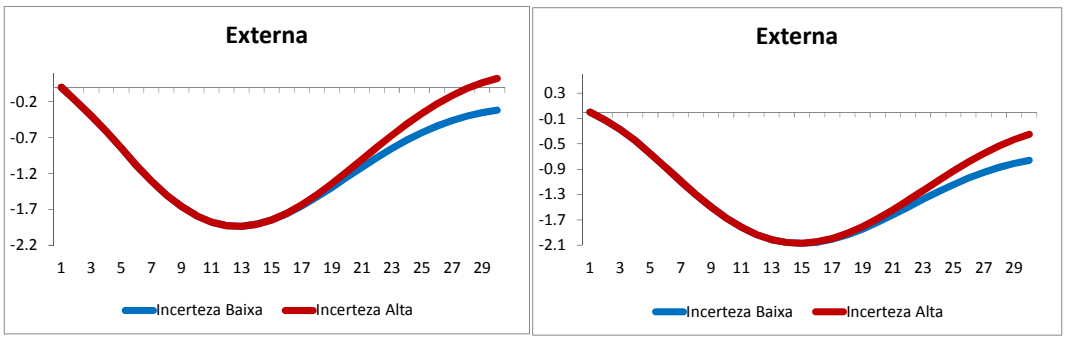
Tabela 1 – Matriz de correlação entre as medidas de incerteza e a atividade

	Princ. Comp	Sd_Ibov	Sd_Focus	Jornal	IBRE	Vol	Prod. Industrial
Princ. Comp	1.00	0.80	0.40	0.69	0.69	0.88	-0.23
Sd_Ibov	0.80	1.00	0.12	0.27	0.36	0.69	-0.12
Sd_Focus	0.40	0.12	1.00	0.25	0.15	0.14	-0.39
Jornal	0.69	0.27	0.25	1.00	0.74	0.47	-0.06
IBRE	0.69	0.36	0.15	0.74	1.00	0.65	-0.06
Vol	0.88	0.69	0.14	0.47	0.65	1.00	-0.18
Prod. Industrial	-0.23	-0.12	-0.39	-0.06	-0.06	-0.18	1.00

A crítica, todavia, poderia ser superada se utilizássemos a medida de incerteza externa no modelo. Esta variável poderia ser tratada como exógena sem maiores problemas, afinal, é improvável que eventos relacionados à economia brasileira (uma economia pequena) poderiam ser capazes de alterar os índices de incerteza de vários de nossos principais parceiros comerciais (tipicamente economias grandes como, por exemplo, EUA e China)[11].

Rodamos, então, novamente o modelo, entretanto considerando a incerteza externa como X_t. A Figura 8 mostra duas funções de resposta ao impulso: uma para o modelo com produção industrial e outra para o modelo com IBC-Br.

Figura 8 – Resposta da Prod. Industrial (esquerda) e do IBC-Br (direita) diante de um choque monetário (situações de alta e baixa incerteza externa)



Pode-se perceber que mesmo com a incerteza externa sendo a variável de incerteza considerada, as respostas da atividade (produção industrial e IBC-Br) ao choque monetário continuam muito próximas (e estatisticamente indistinguíveis),

[11] De fato, a incerteza externa é positivamente correlacionada com a atividade no Brasil (0,4), ao contrário do que se imaginaria caso o Brasil realmente afetasse os índices de incerteza externa.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1513660/CA

seja sob alta, seja sob baixa incerteza. Na próxima seção, verificaremos a robustez dos resultados apresentados.

4.3. Robustez

Testamos diversas modificações nos modelos para testar se os resultados apresentados sobrevivem a essas alterações. As modificações foram:

(i) Inclusão da taxa real de câmbio ao modelo;
(ii) Inclusão dos termos de troca;
(iii) Inclusão da taxa real de câmbio e dos termos de troca;
(iv) Exclusão da variável emprego;
(v) Mudanças no tamanho da amostra, excluindo o ano de 2015;
(vi) Mudanças no tamanho da amostra, excluindo 2014 e 2015;
(vii) Inclusão das *Fed Funds*;
(viii) Estimação do modelo por OLS com 2 defasagens;
(ix) Estimação do modelo por OLS com 5 defasagens.
(x) Estimação do modelo com hiatos do produto e do emprego no lugar da produção industrial e do emprego.

Em várias das mudanças propostas os resultados se alteram razoavelmente, principalmente quando mudamos o método de estimação. Em outras palavras, os resultados reportados não são robustos.

Diante disso, esta pesquisa deve ser vista como uma abordagem preliminar que, dada a relevância do tema, necessita de maior refinamento e mesmo abordagens alternativas. Caggiano et al (2015), Pellegrino (2014) e Mumtaz e Surico (2014) surgem como possíveis direções para uma agenda futura de pesquisa.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1513660/CA