

## O MECANISMO DE TRANSMISSÃO DA POLÍTICA MONETÁRIA: UMA ANÁLISE UTILIZANDO VETORES AUTORREGRESSIVOS

Marcus Vinícius Amaral e Silva<sup>1</sup>

Danyella Juliana Martins de Brito<sup>2</sup>

Sinézio Fernandes Maia<sup>3</sup>

### RESUMO

O presente artigo analisa o mecanismo de transmissão da política monetária, levando-se em consideração a economia brasileira. Neste sentido, foram observados tanto o impacto das mudanças na política de taxas de curto prazo, diga-se as mudanças na taxa de juros Selic, sobre as taxas de juros de longo prazo, como o impacto de mudanças nas taxas de juros de diferentes maturidades sobre a atividade econômica. Para tanto, utiliza-se a metodologia de estimação por meio de modelos de Vetores Autorregressivos (VAR), para dados mensais de janeiro de 2006 a setembro de 2012. Os principais resultados apontam que as taxas de juros de longo prazo no país são determinadas, em grande medida, pela taxa de câmbio e expectativa de inflação e, além disso, percebe-se que choques na taxa Selic tem um efeito mais prolongado sobre os rendimentos governamentais de longo prazo comparativamente à taxa de juros externa. Por outro lado, os resultados sugerem a existência de algumas limitações na eficácia da transmissão da política monetária sobre a economia real, dado que são encontradas evidências de que o canal da taxa de juros no Brasil trabalha especialmente por meio das taxas de juros de longo prazo.

**Palavras Chave:** Política Monetária. Taxa de Juros. Vetores Autorregressivos.

### 1 INTRODUÇÃO

Apesar de grandes avanços no estudo sobre os mecanismos de transmissão da política monetária, os economistas ainda não estão de acordo sobre como a

política monetária afeta a economia (KAMIN, TURNER e VAN'T DACK, 1998 *apud* GONTIJO, 2007). Diante disto, o tema continua motivando maiores investigações. Estudos teóricos sobre os efeitos da política monetária na economia têm fundamental importância pois levam a uma maior compreensão acerca do tema, contribuindo para a implementação eficaz da política monetária.

Nesse sentido, com base em Jain-Chandra e Unsal (2014), percebe-se que o mecanismo de transmissão monetária, observado especialmente por meio de mudanças na taxa de juros de curto prazo da economia, atua sobre a economia real, bem como sobre as taxas de juros de maior maturidade. Todavia, a transmissão dos efeitos de mudanças na política de taxas<sup>1</sup> sobre as taxas de juros de longo prazo pode nem sempre ser evidente em economias abertas. Colocando de outra forma, essa relação entre taxas pode ser enfraquecida, uma vez que fatores externos também afetam os retornos dos ativos domésticos.

Assumindo essa perspectiva sobre a transmissão da política monetária, o objetivo deste estudo é: analisar o efeito da taxa Selic e da taxa de juros externa sobre a taxa de juros dos títulos governamentais de longo prazo; assim como, verificar como as taxas de juros de diferentes maturidades afetam as variáveis reais da economia. Tais relações são observadas para dados mensais de janeiro de 2006 a setembro de 2012, adotando como referência a metodologia utilizada por Jain-Chandra e Unsal (2014), na qual utiliza-se um Modelo de Vetores Autorregressivos (VAR).

A importância do estudo está em contribuir para a compreensão dos mecanismos de transmissão da política monetária, uma vez que, na medida em que esta compreensão é realizada de maneira equivocada, pode ampliar os custos da estabilização monetária, bem como reduzir o crescimento econômico, afetando variáveis como emprego e inflação. Diante do exposto, pretende-se realizar um monitoramento de algumas variáveis-chaves da economia brasileira.

Este trabalho se subdivide em cinco seções, além desta introdução. A seção 2 apresenta o modelo teórico e a seção 3 o modelo econométrico utilizado. Na seção 4 é realizada uma análise dos dados, que engloba as estatísticas descritivas e os testes de estacionariedade das séries. Posteriormente, na seção 5, são

---

<sup>1</sup> Assume-se como política de taxas, a taxa referencial do Sistema Especial de Liquidação e de Custódia (Selic) para títulos federais.

apresentados os resultados. E, por fim, a seção 6 é composta das considerações finais.

## 2 MODELO TEÓRICO

O mecanismo de transmissão monetária ou, de outra forma, as decisões de política monetária, é comumente modelado através de mudanças na taxa de juros de curto prazo estabelecida pelo Banco Central (TOMAZZIA e MEURER, 2009). Nesse sentido, a taxa de juros de curto prazo afeta a taxa de juros real, o que, por conseguinte, impacta sobre o produto real da economia.

Existem diversos estudos na literatura nacional que analisam os efeitos da política monetária sobre as variáveis reais da economia (MINELLA, 2003; CÉSPEDES, LIMA e MAKKA, 2008; CATÃO, PAGAN, 2009; BEZERRA, SILVA e LIMA, 2011). No geral, a principal diferença entre esses estudos, que analisam os efeitos da política monetária, toca na metodologia de identificação das variáveis de política monetária nas estimativas dos modelos VAR.

Minella (2003), através da estimação de um modelo VAR, examina a política monetária e a inflação no Brasil, para os períodos de 1975-1985, 1985-1994 e 1994-2000. Deste modo, ele observa o efeito da transmissão da política monetária sobre o produto, a inflação, a taxa de juros e os agregados monetários. Chegando ao resultado de que a política monetária mostrou-se importante no combate à inflação no período 1994-2000. Assim como, constata, para todos os períodos, o efeito significativo da política monetária sobre o produto e os agregados monetários.

Também Arquete e Jayme Júnior (2003) analisam a política monetária no Brasil de 1994 a 2002, através de um modelo VAR. Dentre os principais resultados que esses autores encontram, pode-se ressaltar a identificação do efeito da política monetária, diga-se o efeito da taxa Selic, sobre o hiato do produto entre o segundo e o sexto mês após um dado o choque; e a dificuldade do controle da inflação pela política monetária, uma vez que a inflação mostrou-se com pouca sensibilidade à taxa Selic.

Maia *et al.* (2003), investigam a influência da política monetária sobre as variáveis reais da economia, em especial, sobre o mercado de trabalho, no período de agosto de 1994 a dezembro de 2002. Confronta-se a visão novo-clássica e seu teorema da neutralidade da moeda (a política monetária não exerce influência sobre

o produto real e o nível de emprego), contra a visão novo-keynesiana (a moeda influencia os níveis de produto e emprego). Utilizando-se principalmente da medida de persistência de Cochrane (1988) e do modelo VAR, os resultados não dão evidências sobre a veracidade do teorema da neutralidade, indicando que os choques nessa economia não são transitórios e o equilíbrio pode ser afetado. Os resultados das funções de impulso resposta indicaram que uma expansão de moeda gera um efeito positivo no nível de preços, uma variação negativa no índice de emprego e positiva na taxa de desemprego.

Céspedes, Lima e Maka (2008) utilizam um modelo VAR Estrutural para examinar os efeitos da política monetária. Os autores observam os efeitos desta sobre a inflação, a produção industrial, a taxa de câmbio nominal, as taxas de juros de curto e médio prazo, e os agregados monetários. O período de análise é subdividido em: 1996-1998 e 1999-2004. Os principais resultados apontaram que, para o primeiro período, a inflação respondeu negativamente à Selic; enquanto no segundo período, a elevação da Selic gerou redução do produto e da inflação, caracterizando os efeitos de uma política monetária tipicamente contracionista.

Tomazzia e Meurer (2009) elaboraram uma análise do mecanismo de transmissão da política monetária por setor industrial, para os anos de 1999 a 2008. Os autores também utilizam a metodologia VAR, e percebem, dentre outras coisas, que os setores industriais brasileiros respondem de forma negativa à política monetária exógena, mas em proporções diferentes. Enquanto os setores de bens de consumo duráveis apresentaram maior resposta, os setores de bens de consumo não duráveis apresentaram resposta menor.

Bezerra, Silva e Lima (2011) observam os efeitos da política monetária sobre o produto – utilizando como representação do produto da economia tanto o Produto Interno Bruto (PIB), como a produção industrial –, através de um modelo VAR para o período de 1995 a 2010. Os principais resultados que esses autores encontram é que os choques na variável de política monetária, diga-se a Selic, produzem efeitos representativos sobre o produto da economia, mantendo o PIB inferior a sua tendência no subperíodo 1996-2002 e o produto industrial inferior a sua tendência no período 1996-2010.

Jain-Chandra e Unsal (2014) centra-se na força do mecanismo de transmissão da política monetária na Ásia emergente<sup>2</sup>, especialmente em um contexto de grandes influxos de capital. Os autores usam um Modelo de Fator Dinâmico Generalizado (GDFM) e modelos Vetoriais Autorregressivos Estruturais (SVAR). No GDFM, os autores estimam o componente não observado comum dos rendimentos de longo prazo na Ásia e o associam com a taxa de juros externa (utilizando como *proxy* para esta última as taxas de longo prazo norte-americanas) e aversão ao risco global (medida pelo VIX<sup>3</sup>). Em seguida, são utilizados os modelos SVAR para analisar a relação estrutural entre a taxa de juros doméstica de longo prazo, a política interna de taxas, e as taxas de juros internacionais; bem como para analisar a relação entre as taxas de juros e a atividade econômica. Além disso, os autores ainda estimam um modelo de painel de efeitos fixos para avaliar se a transmissão das taxas de política diretores para taxas de juros de mercado na Ásia é diferente quando a economia está enfrentando grandes ingressos de capital<sup>4</sup>.

Como já observado, além de verificar o mecanismo de transmissão monetária, é importante analisar a participação da taxa diretora sobre as taxas de juros de longo prazo. Em economias abertas, as taxas de juros de longo prazo podem sofrer grande influência das taxas de juros externas, enfraquecendo o poder de transmissão da Selic sobre os juros de longo prazo. Perceba que, quando a política de taxa interna não possui um efeito forte sobre a taxa de juros de longo prazo, a transmissão da política monetária para as variáveis reais da economia fica limitada (JAIN-CHANDRA e UNSAL, 2014).

Neste contexto, vale ressaltar que, como Pradhan *et al* (2011) bem colocam, a relação limitada entre as taxas de juros de curto e longo prazo é um aspecto marcante das economias emergentes abertas. Isto também é observado para a economia americana, segundo os estudos de Kim e Wright (2005) e Cochrane e Piazzesi (2006). Já em relação ao papel dos fatores globais sobre as taxas de juros

---

<sup>2</sup> São utilizadas oito economias emergentes da Ásia, a saber, China, Índia, Indonésia, Coréia, Malásia, Filipinas, Taiwan Província da China e Tailândia.

<sup>3</sup> O VIX é utilizado como *proxy* de aversão ao risco do mercado. O VIX, na realidade, é o índice de volatilidade dos mercados, indicando pontos extremos de pânico, por isto também é conhecido como “*fear index*” (índice do medo). Assim, quanto maior o índice, mais alta a volatilidade e maior o risco.

<sup>4</sup> É importante esclarecer que o estudo de Jain-Chandra e Unsal (2014) trata-se de um *working paper* publicado em 2012 pelo FMI relativo à uma análise aprofundada a respeito da capacidade do mecanismo de transmissão da política monetária na Ásia. Logo, com objetivos menos abrangentes, a presente pesquisa não pretende replicar a análise de Jain-Chandra e Unsal (2014), mas sim utilizá-la como referência empírica.

de longo prazo, tem-se uma vasta literatura que detecta esse efeito (DIEBOLD, LI e YUE, 2008; BYRNE, FAZIO e FIESS, 2010; MORENO, 2008; PRADHAN *et al*, 2011).

Diante do exposto, no presente trabalho, o foco de análise será a aplicação de dois modelos VAR objetivando examinar as seguintes relações para a economia brasileira: (i) o impacto das mudanças na política de taxas de curto prazo sobre as taxas de juro de longo prazo, e (ii) o impacto de mudanças nas taxas de juros de maturidades diferentes na atividade econômica.

### **3 MODELO DE VETOR AUTOREGRESSIVO<sup>5</sup>**

Um dos principais problemas atrelado a mensuração dos impactos de política monetária sobre as variáveis econômicas trata-se da dificuldade de isolar os seus efeitos reais (TOMAZZIA e MEURER, 2009). O emprego das técnicas de estimação de Vetores Autorregressivos, que não impõem uma estrutura rígida de causalidade entre as séries e, além disso, estabelecem as relações existentes entre todas elas, surge como uma boa ferramenta de análise dos efeitos da política monetária.

Os modelos VAR são sistemas de equações simultâneas que captam a existência de relações de interdependência entre variáveis, além disso, esses modelos possibilitam a análise do impacto de choques estocásticos sobre determinada variável do sistema. A boa difusão dos modelos VAR ocorre devido ao fato destes examinarem as relações entre as variáveis impondo poucas restrições à estrutura da economia – quais sejam, basicamente, a escolha das variáveis e das defasagens –, de maneira que todas as demais características são determinadas, em geral, pela amostra considerada no modelo (Bacen, 2010).

O modelo VAR trata-se basicamente de um sistema de equações onde cada uma das variáveis do sistema é função dos valores das demais variáveis no presente, dos seus valores e dos valores das demais variáveis defasadas no tempo. De forma simplificada, as equações primitivas podem ser apresentadas como:

---

<sup>5</sup> Esta seção foi fundamentada no Enders (1995) e Maia (2002).

$$\begin{bmatrix} 1 & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & 1 & b_{23} \\ b_{31} & b_{32} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_t \\ z_t \\ w_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{10} \\ b_{20} \\ b_{30} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{t-1} \\ z_{t-1} \\ w_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_{1t} \\ e_{2t} \\ e_{3t} \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} y_t &= b_{10} - b_{12}z_t - b_{13}w_t + a_{11}y_{t-1} + a_{12}z_{t-1} + a_{13}w_{t-1} + e_{1t} \\ z_t &= b_{20} - b_{21}y_t - b_{23}w_t + a_{21}y_{t-1} + a_{22}z_{t-1} + a_{23}w_{t-1} + e_{2t} \\ w_t &= b_{30} - b_{31}y_t - b_{32}z_t + a_{31}y_{t-1} + a_{32}z_{t-1} + a_{33}w_{t-1} + e_{3t} \end{aligned}$$

A estrutura do sistema indica a existência de relações de simultaneidade entre  $y_t$ ,  $z_t$  e  $w_t$ . Assim, os choques estão relacionados com as variáveis explicativas, e a estimação padrão pelo método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) incorre em violação do pressuposto de exogeneidade das variáveis explicativas. O modelo VAR pode ser transformado de modo que, nas equações, os valores do presente deixam de constar como variáveis explicativas. Tal transformação é necessária devido à impossibilidade de estimar o modelo em sua forma primitiva, dado que os valores presentes das variáveis do sistema são correlacionados com os termos de erro das equações. Assim, para encontrar o VAR primitivo, é preciso estimar a forma reduzida, que é dada por:

$$\begin{bmatrix} y_t \\ z_t \\ w_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{10} \\ a_{20} \\ a_{30} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{t-1} \\ z_{t-1} \\ w_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_{1t} \\ e_{2t} \\ e_{3t} \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} y_t &= a_{10} + a_{11}y_{t-1} + a_{12}z_{t-1} + a_{13}w_{t-1} + e_{1t} \\ z_t &= a_{20} + a_{21}y_{t-1} + a_{22}z_{t-1} + a_{23}w_{t-1} + e_{2t} \\ w_t &= a_{30} + a_{31}y_{t-1} + a_{32}z_{t-1} + a_{33}w_{t-1} + e_{3t} \end{aligned}$$

Existem três maneiras de interpretar um modelo VAR: 1) análise de causalidades, 2) análise de resposta a impulsos e 3) análise de decomposição da variância do erro de previsão. Segundo a análise de causalidade, supondo, por exemplo, que a variável (z) impacta na variável (y), diz-se que (z) contribui para uma melhor previsão da variável (y). De outro modo, a intensão da análise de causalidade é examinar se os coeficientes da variável (z) são estatisticamente significativos na previsão de (y). Por meio da função de impulso-resposta, torna-se possível analisar como uma variação em uma das variáveis do sistema reflete nas demais em um dado intervalo de tempo. Já a decomposição da variância mostra a proporção da variância do erro de previsão, para cada variável de interesse, que é

originada dela mesma, e das demais variáveis do sistema. No presente estudo, faz-se uso da análise de resposta a impulsos e da análise de decomposição da variância do erro de previsão.

Os modelos VAR, a serem analisados nesse estudo, tem por base o seguinte sistema de equações:

$$Y_t = A_0 + \sum_{i=1}^p A_i Y_{t-1} + BZ_t + \varepsilon_t$$

No primeiro modelo, o sistema a ser estimado visa observar a relação entre a taxa de juros doméstica de longo prazo, a política de taxa interna, e as taxas de juros externas. Nesse caso, por exemplo,  $Y$  é um vetor de variáveis endógenas, e inclui a taxa de câmbio, taxas de juros, PIB, expectativas de inflação e a demanda externa<sup>6</sup>. Enquanto o vetor  $Z$  refere-se ao vetor de variáveis exógenas. Para o presente modelo foi incluído em  $Z$ , especificadamente, o VIX.

Com relação à ordenação das variáveis no modelo, segue-se o proposto por Jain-Chandra e Unsal (2014), bem como os resultados dos testes de causalidade de Granger. Por este último, a demanda externa, considerada por Jain-Chandra e Unsal (2014) como exógena, apresenta-se como endógena para os dados brasileiros. Portanto, assume-se o pressuposto de que a demanda externa e o produto reagem mais lentamente do que as variáveis financeiras e são, logo, mais exógenos. Assim, na ordem: a demanda externa é seguida pelo produto, pela expectativa de inflação, taxas de juros e taxa de câmbio. Como o interesse, nesse primeiro modelo VAR, está na taxa de juros dos títulos governamentais de longo prazo brasileiro, assume-se esta como sendo a variável mais endógena. A política de taxa (diga-se a taxa de juros Selic) é adotada como sendo mais exógena do que as taxas de mercado, dado que estas últimas são assumidas como reagindo à política de taxa (Tabela 1).

---

<sup>6</sup> Vale ressaltar que, Jain-Chandra e Unsal (2014), no seu estudo para a economia asiática, utilizam a demanda externa como variável exógena. Porém, como será visto, os testes de causalidade de Granger mostraram que, para a economia brasileira, tal série deve ser especificada como variável endógena.



**Tabela 1 - Ordenação das Variáveis Incluídas no Modelo - Primeiro VAR**

Variável Endógena	Variável Exógena
Demanda Externa	VIX
PIB	
Expectativa de Inflação	
Selic	
Taxa de Juros Externa – LP	
Taxa de Câmbio	
Taxa de Juros Doméstica – LP	

Fonte: Elaboração Própria.

O segundo conjunto de vetores autorregressivos é utilizado para avaliar as respostas do produto a choques nas taxas de juros de diferentes vencimentos. As variáveis no modelo são: rendimento dos títulos do governo de três meses (*proxy* para a taxa de curto prazo), um ano e a taxa de longo prazo de rendimentos dos títulos do governo; a produção industrial<sup>7</sup>; as expectativas de inflação; as variações cambiais; e a demanda externa. As variáveis nesse segundo VAR, como pode ser observado na Tabela 2, são ordenadas de modo que a demanda externa e a produção industrial são vistas como sendo as variáveis mais exógenas. Assume-se que as taxas de juros são ordenadas em termos de maturidade, dessa forma os rendimentos de vencimento mais curto afetam os rendimentos de maior prazo, logo, na ordenação, as taxas de maior maturidade devem entrar primeiro no modelo (LANGE, 2005). Novamente, a ordenação das variáveis foi realizada mesclando as observações teóricas de Jain-Chandra e Unsal (2014) com os resultados obtidos no testes de causalidade de Granger<sup>8</sup>.

<sup>7</sup> Medida de produto.

<sup>8</sup> Destaca-se que, a ordenação assumida nos dois modelos VAR propostos nesse estudo, com base no teste de causalidade de Granger, segue a mesma ordenação utilizada por Jain-Chandra e Unsal (2014), com exceção da variáveis “demanda externa”, que, para os dados brasileiros, mostrou-se como sendo uma variável endógena.

**Tabela 2 - Ordenação das Variáveis Incluídas no Modelo - Segundo SVAR**

Variável Endógena
Demanda Externa
Taxa de Câmbio
Expectativa de Inflação
Taxa de Juros Doméstica – LP
TJ - 12 Meses
TJ - 3 Meses
Produto Industrial

Fonte: Elaboração Própria.

Tal como Jain-Chandra e Unsal (2014), foi utilizado a decomposição de Choleski, em que se restringe a zero todos coeficientes abaixo da diagonal principal na matriz de variância-covariância dos resíduos. Em geral, a escolha das defasagens para os modelos de vetores autorregressivos é feita com base em testes estatísticos e, finalmente, a partir de cada modelo VAR, são estimadas a função de impulso-resposta e a decomposição da variância.

#### 4 DADOS

Diante do exposto, foram utilizados dois modelos VAR, com informações de janeiro de 2006 a setembro de 2012. O Quadro 1 mostra um resumo das variáveis utilizadas no presente estudo e suas respectivas fontes. Todas as informações foram observadas com periodicidade mensal, logo, entre os anos de 2006.1 e 2012.9, conta-se com uma amostra de 81 observações.

De acordo com o Banco Central do Brasil (2010), os modelos VAR mensais, que possuem um número maior de observações, devem ser estimados a partir do início de 2000, evitando-se uma série de quebras estruturais, especialmente a da transição do Plano Real e a da introdução do sistema de metas para a inflação. Isso juntamente com a disponibilidade dos dados justificam a seleção do período de análise.

Foi utilizada a “taxa de juros - Overnight/Selic” para representar a “política de taxas de juros”. Para a variável demanda externa, utilizou-se as exportações mundiais como uma *proxy*, dado que a demanda externa representa o volume de comércio mundial. Uma das principais variáveis para os modelos a serem examinados é a taxa de rendimento dos títulos públicos de longo prazo. Neste

sentido, optou-se por utilizar a “Brazil Government Bond 10 Years”, como sugere a literatura (HUISMAN *et al*, 1998; JAIN-CHANDRA, UNSAL, 2014).

### Quadro 1 - Descrição das Variáveis Utilizadas

Variáveis Utilizadas	Descrição	Código	Fonte
Produto Interno Bruto	Produto Interno Bruto (R\$ milhões)	PIB	Banco Central do Brasil
Produção Industrial	Produção Industrial (Índice - Média 2006 = 100)	PIND	Pesquisa Industrial Mensal - IBGE
Demanda Externa	Exportações Mundiais (US\$ bilhões)	DEXT	Fundo Monetário Internacional
Expectativa de Mudança da Taxa de Câmbio	Taxa de Câmbio (R\$ / US\$)	CAMB	Banco Central do Brasil
Expectativa de Inflação	Expectativa de Inflação - Acumulada 12 meses (% a.a.)	INFL	Banco Central do Brasil
Política de Taxa de Juros	Taxa de juros - Over / Selic - (% a.a.)	SELIC	Banco Central do Brasil
Taxa de Juros Externa	Taxa de Juros - Estados Unidos - T-Note 10 anos (% a.a.)	TJLPE	Valor Econômico
Taxa de Juros Doméstica de Longo Prazo	Brazil Government Bond 10Y (%a.a.)	BOND10	Trading Economics
Rendimento dos Títulos do Governo - 12 meses	Taxa de Juros Pré Fixada - LTN - 12 meses (% a.a.)	TJ12	Anbima
Rendimento dos Títulos do Governo - 3 mês	Taxa de Juros Pré Fixada - LTN - 3 meses (% a.a.)	TJ3	Anbima
Medida de Aversão ao Risco	Índice VIX de aversão ao risco global	VIX	Chicago Board Options Exchange Market

Fonte: Elaboração Própria.

Uma ressalva importante deve ser feita a respeito do cômputo do VIX mensal. Como as informações encontradas para o VIX foram exclusivamente com periodicidade diária, foi necessário transformar estas informações em dados mensais. Para tanto foi realizado o cálculo da média do VIX. Com relação ao cálculo da taxa Selic, como as informações encontradas em percentual ao ano (% a.a.) são exclusivamente com periodicidade diária, foi necessário transformar estas informações em dados mensais. Tal procedimento foi realizado através do cálculo da média geométrica da taxa de juros.

Outra informação relevante sobre a construção da base de dados é que, para minimizar os problemas inerentes à estimação utilizando dados em taxas e dados brutos, como é o caso das estimações que se pretende fazer neste estudo, foi utilizado números índices (com base na média do ano de 2006) para representar os dados. As estimativas feitas para o Primeiro VAR, têm por base os dados em logaritmo natural dos números índices. O Segundo VAR foi estimado para as variáveis apenas em números índices. Essa diferença entre as especificações dos dois modelos estimados deve-se ao melhor ajustamento dos dados. Porém a estatística descritiva, como de costume, é feita para os dados brutos.

Inicialmente foi feita uma breve análise das séries utilizadas no estudo. Assim, foi observado o comportamento das 11 variáveis de análise ao longo do tempo (Apêndice A). O PIB, entre 2006 e 2012, apresenta uma evolução geral positiva, no sentido de crescimento, com algumas oscilações, especialmente àquela relativa ao período da crise financeira de 2008. Comportamento análogo pode ser percebido ao observar a tendência da produção industrial e das exportações mundiais. Com relação à taxa de câmbio, a tendência histórica de redução desta também foi interrompida pelos impactos da crise mundial. De modo sintetizado, a redução do comércio mundial e da consequente exportação nacional forçou uma intervenção governamental no sentido de aumentar a taxa de câmbio, de modo a reduzir os impactos da crise sobre as exportações.

Em relação ao comportamento da taxa de juros Selic, analisando-se os anos de 2008 e 2009, o Copom (Comitê de Política Monetária) interrompeu a tendência de queda da taxa básica de juros da economia, que desde do segundo trimestre de 2005 vinha sido reduzida, elevando a taxa Selic no segundo trimestre de 2008. O principal motivo para a elevação da taxa era induzir redução das perspectivas inflacionárias, que estavam elevadas. Após sucessivas altas, apenas no primeiro

trimestre de 2009 iniciou-se a redução da Selic, visando amenizar os efeitos da crise financeira.

Após essa breve análise da evolução das variáveis ao longo do tempo, foram observadas as estatísticas descritivas das séries (Tabela 3).

Tabela 3 - Estatística Descritiva das Variáveis

	BOND10	CAMB	DEXT	INFL	PIB	PIND	SELIC	TJ12	TJ3	TJLPE	VIX
<b>Média</b>	12,616	1,900	1243,845	4,694	277145,000	122,852	11,537	11,717	11,440	3,514	22,930
<b>Mediana</b>	12,416	1,819	1221,400	4,680	270462,300	123,780	11,373	11,659	11,255	3,580	20,696
<b>Máximo</b>	19,460	2,394	1598,180	5,800	375374,400	139,580	17,653	16,243	17,196	5,110	62,639
<b>Mínimo</b>	9,650	1,563	870,928	3,400	176778,500	94,980	7,390	7,540	7,319	1,530	10,818
<b>Desvio Padrão</b>	1,637	0,220	207,985	0,674	58722,320	10,453	2,226	2,041	2,165	1,007	10,594
<b>Assimetria</b>	1,195	0,419	0,002	-0,039	0,103	-0,571	0,528	0,078	0,321	-0,221	1,750
<b>Curtose</b>	5,927	1,982	1,801	1,769	1,715	2,738	3,160	2,550	2,842	2,082	6,508
<b>Jarque-Bera</b>	48,204	5,870	4,850	5,131	5,716	4,629	3,850	0,764	1,473	3,503	82,871
<b>P-Valor</b>	0,000	0,053	0,088	0,077	0,057	0,099	0,146	0,682	0,479	0,174	0,000

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados do Ipeadata. *Software Eviews*.

Os testes de estacionariedade são extremamente importantes quando se trabalha com uma série temporal. Isso porque, se uma série temporal não for estacionária a inferência estatística ficará seriamente comprometida, logo as inferências sobre os parâmetros estimados não são confiáveis. A estacionariedade ou não de uma série também fornece evidências sobre a presença de autocorrelação. Neste sentido o Teste de Raiz Unitária é comumente utilizado para verificação da estacionariedade de uma série.

Os principais testes de raiz unitária que serão feitos no presente estudo são: Dickey-Fuller (DF), Dickey-Fuller Ampliado (ADF), Phillips-Perron (PP), e Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS)<sup>9</sup>. Assim, foram utilizados estes testes de raiz unitária para circunstância de Passeio Aleatório Puro, Passeio Aleatório com Deslocamento e Passeio Aleatório com Deslocamento e com Tendência. Tais testes foram conduzidos para as 11 variáveis que irão compor os dois modelos VAR; sendo, portanto, todas analisadas em logaritmo natural dos valores índices e em valores índices.

Constatou-se que, em nível, as variáveis não podem ser ditas estacionárias, para nenhuma das três circunstâncias<sup>10</sup>. Finalmente, as séries atingem estacionariedade quando são colocadas em primeira diferença. Tal resultado é percebido tanto para as variáveis em valores índices, quanto para as variáveis logaritmizadas. Consequentemente, para assegurar a estacionariedade, as estimativas à frente devem considerar as séries em primeira diferença.

## 5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta seção são apresentados os principais resultados para os dois modelos VAR estimados. No primeiro modelo VAR é observado a relação entre a taxa de juros dos títulos públicos de longo prazo (BOND10), a política de taxa interna (SELIC), e a taxa de juros de longo prazo externa (TJLPE). O Segundo VAR analisa a relação entre as taxas de juros de diferentes maturidades (TJ3, TJ12 e BOND10) e a atividade econômica (PIND).

---

<sup>9</sup> Para mais informações, ver Endeers (1995) e Moretin e Tolo (2006).

<sup>10</sup> Deve-se ressaltar que apenas a variável “produto industrial” mostrou-se estacionária em nível.



## 5.1 Resultados para o Primeiro VAR Estimado

Para o primeiro modelo VAR, foram utilizadas as séries PIB, DEXT, CAMB, INFL, SELIC, TJLPE e BOND10<sup>11</sup>. Objetivando a seleção do melhor modelo VAR, no sentido de determinar o número de defasagens a ser empregado no modelo, adotou-se os critérios da Razão de Verossimilhança (LR), do Erro de Previsão Final (FPE), de Akaike (AIC), de Schwarz (SC) e de Hannan-Quinn (HQ). Pelos critérios estabelecidos, o modelo adequado deve possuir duas defasagens (Tabela 4).

**Tabela 4 - Definição do número de defasagens - Primeiro VAR**

Defasagens	Critério				
	LR	FPE	AIC	SC	HQ
1	165,3914	3,05E-20	-25,0782	-23,16054	-24,31115*
2	92,01351	2,50E-20*	-25,31389*	-21,90472	-23,95025
3	67,17143*	2,81E-20	-25,28507	-20,38439	-23,32484

Fonte: Elaboração própria, com base nos resultados encontrados no *Software Eviews*.

\* Mostra a ordem selecionada segundo o critério.

Para verificar a existência de autocorrelação residual, foi realizado o teste de Breusch-Godfrey (BG), que pertence à classe dos testes do multiplicador de Lagrange (LM). Relativo à homocedasticidade dos resíduos, foi aplicado o teste de heterocedasticidade de White. E, finalmente, para testar a normalidade dos resíduos, utilizou-se o teste de normalidade dos resíduos de Jarque-Bera (JB)<sup>12</sup>. O modelo com duas defasagens apresentou resultados satisfatórios para todos os testes descritos.

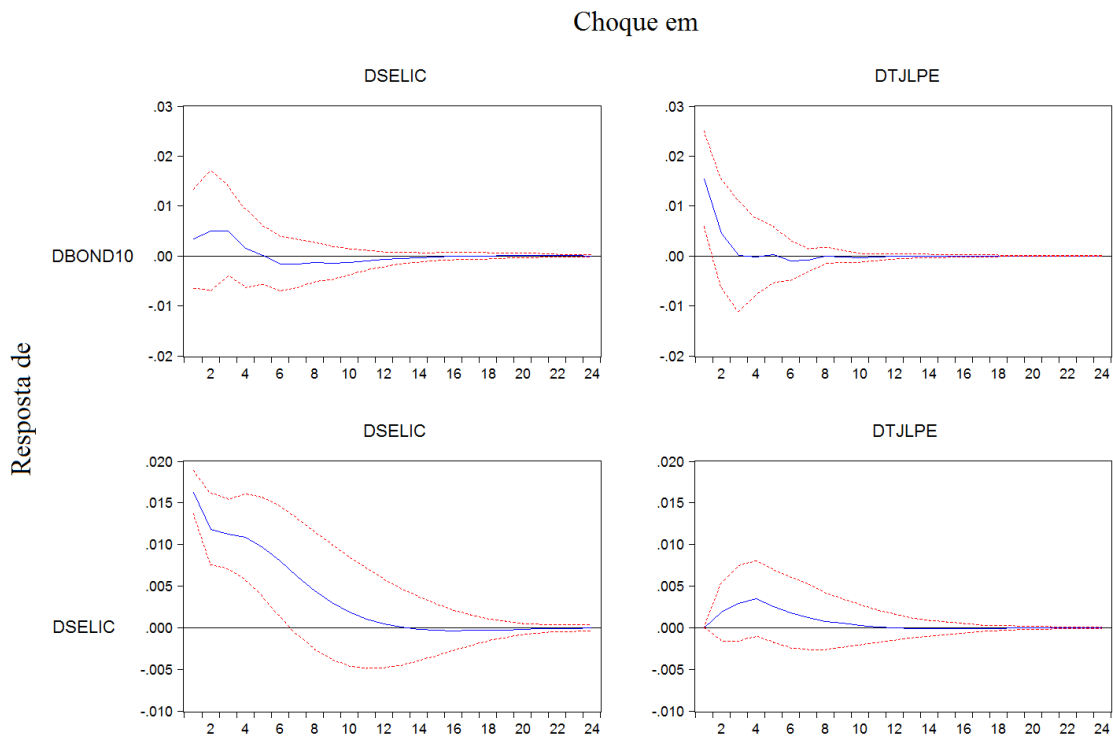
Especificado o modelo, passa-se para análise do VAR. Esse primeiro modelo VAR possui como pano de fundo o seguinte questionamento: “Será que os rendimentos de títulos locais são impulsionados por fatores externos ou domésticos?”. Assim, o primeiro modelo avalia a resposta dos rendimentos dos títulos domésticos de longo prazo a choques nos rendimentos dos títulos de longo prazo dos EUA e a choques na política de taxa interna. Também inclui-se nesse modelo as expectativas de inflação, variações cambiais, aversão ao risco global, PIB e demanda externa.

<sup>11</sup> Além dessas variáveis, o modelo incluiu, como variáveis exógenas, uma constante e o VIX.

<sup>12</sup> Ver Greene (2002).

Os resultados mostram que um choque na política de taxa de juros doméstica terá um efeito mais prolongado sobre os rendimentos de longo prazo no Brasil, em comparação as taxas de juros dos EUA. A Figura 1 mostra a função de resposta para a taxa de juros brasileira de longo prazo, dado um impulso na taxa diretora doméstica (Selic) e na taxa de juros externa, evidenciando a importância da variável doméstica, no sentido de que, dado um choque nesta, a economia apenas voltará a se estabilizar após o 12º mês. Ainda na Figura 1, observa-se que o impacto do impulso na taxa de juros de longo prazo dos Estados Unidos sobre a taxa de juros de longo prazo doméstica perdurará até o 7º mês.

**Figura 1 - Função de Impulso Resposta - Cholesky - Primeiro SVAR**



Fonte: Elaboração própria, com base nos resultados encontrados no *Software Eviews*.

A Tabela 5 mostra a decomposição do rendimento doméstico de longo prazo nos 12 meses posteriores ao choque. Percebe-se que a expectativa de inflação e a taxa de câmbio são, dentre as variáveis observadas, os determinantes mais importantes na variação dos rendimentos de longo prazo no Brasil. A Tabela 5 evidencia também que a participação da taxa de juros dos EUA na composição da variação dos rendimentos de longo prazo domésticos é relativamente maior que a política de taxa diretora.

**Tabela 5 - Decomposição da Variância da Taxa de Juros Doméstica de Longo Prazo à Choques nas Demais Variáveis do Modelo (Percentual Mensal - Choque de 12 meses)**

Mês	DEXT	PIB	INFL	SELIC	TJLPE	CAMB	BOND10
1	1,89%	0,25%	25,47%	0,45%	9,00%	9,60%	53,34%
2	4,55%	0,47%	24,80%	1,31%	9,21%	9,08%	50,57%
3	6,86%	0,75%	24,30%	2,02%	8,42%	11,42%	46,23%
4	6,77%	1,28%	24,10%	2,04%	8,20%	12,27%	45,34%
5	6,91%	1,51%	23,99%	2,03%	8,16%	12,25%	45,14%
6	6,90%	1,51%	24,02%	2,11%	8,17%	12,23%	45,06%
7	6,89%	1,51%	24,00%	2,19%	8,19%	12,22%	45,00%
8	6,90%	1,52%	23,99%	2,24%	8,18%	12,22%	44,96%
9	6,90%	1,52%	23,96%	2,30%	8,17%	12,21%	44,93%
10	6,89%	1,53%	23,95%	2,35%	8,17%	12,21%	44,90%
11	6,89%	1,53%	23,94%	2,37%	8,17%	12,21%	44,89%
12	6,89%	1,53%	23,94%	2,39%	8,17%	12,21%	44,88%

Fonte: Elaboração própria, com base nos resultados encontrados no *Software Eviews*.

Por outro lado, Jain-Chandra e Unsal (2014) observam que, em toda Ásia, cerca de metade da variação no rendimento a longo prazo pode ser atribuída a choques nas taxas de juros de longo prazo dos EUA. Essa diferença marcante entre a realidade brasileira e a asiática pode ser justificada, em certa medida, pelo fato de que, as nações asiáticas são mais dependentes da economia norte americana, no sentido de que a dependência asiática à variações na taxa de juros de longo prazo dos EUA é, em média, maior.

## 5.2 Resultados para o Segundo VAR Estimado

Através do segundo modelo VAR é avaliado a resposta na variação do produto da economia a choques nas taxas de juros brasileiras de diferentes maturidades dentro de uma estrutura que também inclui as expectativas de inflação, as variações cambiais e demanda externa. Logo, o modelo conta com as variáveis: PIND, DEXT, CAMB, INFL, BOND10, TJ12 e TJ3.

O objetivo do Segundo VAR é determinar a taxa de juros que mais afeta o mecanismo de transmissão da política monetária, de outra forma, pretende-se determinar a taxa que afeta mais a economia real através da resposta na variação da produção industrial.

O número de defasagens a ser incluído nesse modelo VAR foi determinado pelo critério de informação HQ. Como pode ser observado na Tabela 6, três critérios apontam para a seleção de três defasagens no modelo, porém, ressalta-se que foi observado também o valor de defasagens ao qual os dados mais se adéquam, por isso, optou-se pela utilização de duas defasagens. Os resultados foram satisfatórios para não autocorrelação. Além disso, constatou-se a normalidade e não heterocedasticidade dos resíduos para o modelo especificado.

**Tabela 6 - Definição do número de defasagens - Segundo SVAR**

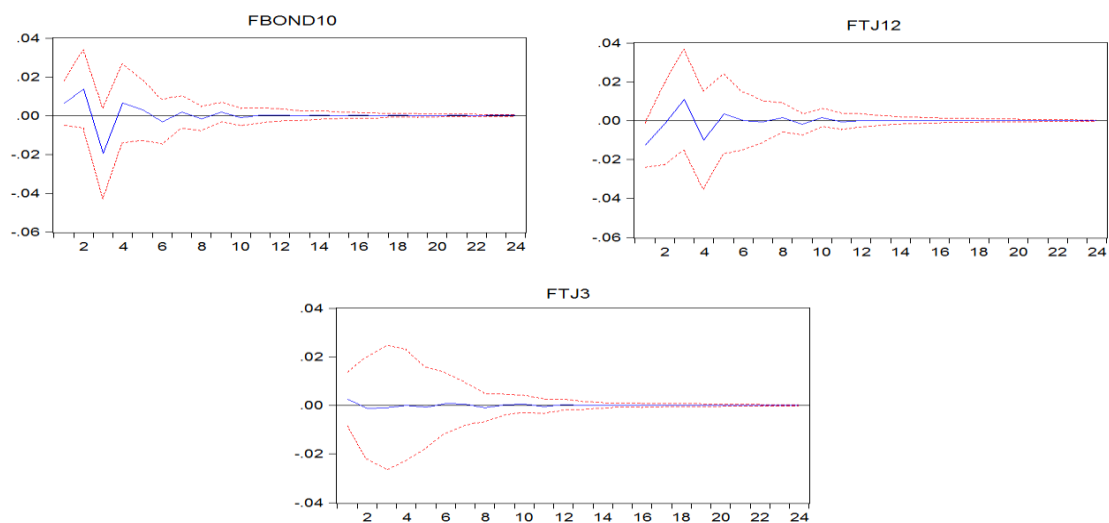
Defasagens	Critério				
	LR	FPE	AIC	SC	HQ
1	177,6191	1,03E-19	-23,86226	-22,14488	-2317591
2	144,9930	3,57E-20	-24,94972	-21,72963	-23,66281*
3	79,57322*	3,23E-20*	-25,13382*	-20,41102	-23,24636

Fonte: Elaboração própria, com base nos resultados encontrados no *Software Eviews*.

\*Mostra a ordem selecionada segundo o critério.

Os resultados para esse modelo indicam que um choque nas taxas de juros de 12 meses e 10 anos, possuem um impacto na produção industrial que se prolonga por mais tempo, relativamente à taxa de juros de 3 meses (Figura 2). Perceba que, nesta análise, não será examinada a magnitude do impacto, mas sim o quão o efeito do choque se prolonga.

**Figura 2 - Função de Impulso Resposta - Cholesky - Segundo SVAR (Resposta do Produto Industrial à Choques nas Taxas de Juros)**



Fonte: Elaboração própria, com base nos resultados encontrados no *Software Eviews*

Na Tabela 7, fica evidente que, após um ano, as mudanças na taxa de juros de três meses correspondem a cerca de 0,08% da variação média da produção, em comparação com cerca de 2,67% da variação da produção que é explicada por alterações nas taxas de maturidade de um ano. Enquanto que o papel da taxa de juros de longo prazo, na condução da atividade econômica, é percebido como maior, dado que sua participação na decomposição da variância da produção industrial é de cerca de 4,56%<sup>13</sup>.

**Tabela 7 - Decomposição da Variância do Produto Industrial à Choques nas Demais Variáveis do Modelo (Percentual Mensal - Choque de 12 meses)**

Mês	DEXT	CAMB	INFL	BOND10	TJ12	TJ3	PIND
1	56,76%	0,00%	0,78%	0,69%	2,63%	0,11%	39,03%
2	52,19%	3,19%	1,91%	1,93%	1,40%	0,07%	39,32%
3	48,53%	2,81%	1,82%	4,47%	2,04%	0,07%	40,27%
4	46,95%	3,45%	1,72%	4,51%	2,61%	0,06%	40,69%
5	46,60%	3,69%	1,71%	4,46%	2,64%	0,07%	40,83%
6	46,57%	3,68%	1,70%	4,52%	2,62%	0,07%	40,83%
7	46,55%	3,68%	1,72%	4,54%	2,63%	0,07%	40,81%
8	46,53%	3,69%	1,76%	4,55%	2,63%	0,08%	40,75%
9	46,53%	3,69%	1,78%	4,56%	2,66%	0,08%	40,71%
10	46,53%	3,68%	1,78%	4,56%	2,67%	0,08%	40,70%
11	46,53%	3,68%	1,78%	4,56%	2,67%	0,08%	40,70%
12	46,52%	3,68%	1,78%	4,56%	2,67%	0,08%	40,71%

Fonte: Elaboração própria, com base nos resultados encontrados no *Software Eviews*.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi investigado em que medida as taxas de juros de longo prazo no Brasil são impulsionadas por fatores globais e domésticos; e os efeitos das taxas de juros sobre o produto real. A análise sugere, segundo os resultados do primeiro modelo, que as taxas de juros de longo prazo no Brasil são determinadas, em grande medida, pela taxa de câmbio e expectativa de inflação. Enquanto que a taxa de juros externa corresponde a cerca de 8,17% da variação da taxa de juros doméstica de longo prazo, um ano após o choque. Por outro lado, um choque na taxa diretora tem um efeito mais prolongado sobre os rendimentos governamentais

<sup>13</sup> Os resultados, para os dois VAR, são ditos robustos, dado que utilizando Impulsos Generalizados também se chega a resultados semelhantes.

de longo prazo, perdurando até o 12º mês após o choque. Já um choque na taxa de juros externa de longo prazo, se prolongará até o 7º mês.

Além disso, no segundo modelo, foi observado, através do impacto dos choques nas taxas de juros de diferentes maturidades na produção da economia, algumas limitações na eficácia da transmissão da política monetária sobre a economia real. Apesar da transmissão da política monetária, o canal da taxa de juros no Brasil trabalha principalmente por meio da taxa de juros de longo prazo, uma vez que a participação na decomposição da variância dessa variável na produção industrial é de cerca de 4,56%. Resultado relativamente maior quando comparado às taxas com maturidades de três meses e um ano.

Finalmente, os resultados sugerem que as taxas de juros de longo prazo no Brasil são determinadas, em grande medida, por fatores domésticos, tal como a expectativa de inflação. No entanto, a economia mostrou-se mais exposta ao ciclo global da taxa de juros de longo prazo externa, do que a política de taxas domésticas. Nesse sentido, também o produto industrial mostrou evidências de forte sensibilidade à demanda externa.

Pode-se concluir que o presente estudo consegue contribuir para um monitoramento geral das variáveis: taxa de juros e produção industrial. Porém, como uma sugestão para trabalhos futuros, faz-se necessário uma análise mais cuidadosa dos principais resultados encontrados nesta pesquisa, bem como um aprimoramento da abordagem empírica, de modo a confirmar os resultados obtidos.

## **ABSTRACT**

This paper aims to analyze the transmission mechanism of monetary policy, taking into consideration the Brazilian economy. In this sense, we observed both the impact of changes in policy of short-term rates that is changes in the Selic interest rate, in long-term interest rates, as the impact of changes in interest rates of different maturities on economic activity. For this, we use the methodology of Vector Autoregression (VAR), to monthly data from January 2006 to September 2012. The main results show that long-term interest rates in the country are determined largely by the exchange rate and inflation expectations and, moreover, it is clear that the

Selic rate shocks have a more prolonged effect on long-term bond yields compared to the foreign interest rate. On the other hand, the results suggest that there are some limitations in the effectiveness of the transmission of monetary policy on the real economy, as we find evidence that the interest rate channel in Brazil works mostly through long-term interest rates.

**Key Words:** Monetary Policy. Interest Rate. Vector Autoregression.

## NOTAS

<sup>1</sup> Doutorando em Economia do PPGEA/UFJF.

<sup>2</sup> Doutoranda em Economia do CEDEPLAR/UFMG.

<sup>3</sup> Professor Doutor do PPGE/UFPB.

## REFERÊNCIAS

ARQUETE, L.; JAYME JÚNIOR, F. *Política monetária, preços e produto no Brasil (1994-2002): Uma aplicação de vetores auto-regressivos*. XXXI Encontro Nacional de Economia da ANPEC, Porto Seguro, 2003.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. *Modelos de Vetores Autorregressivos*. Relatório de Inflação, 2010. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/htms/relinf/port/2010/06/ri201006b6p.pdf>>. Acesso em: 10/11/2012.

BEZERRA, J.; SILVA, I.; LIMA, R. *Os Efeitos da Política Monetária sobre o Produto no Brasil: Evidencia Empírica usando Restrição de Sinais*. XXXIX Encontro Nacional de Economia da ANPEC, 2011.

BYRNE, J.; GIORGIO, F.; FIESS, N. Interest Rate Co-movements, Global Factors and the Long End of the Term Spread. *Journal of Banking and Finance*, v. 36, p. 183-192, 2010.

CATÃO, L.; PAGAN, A. The Credit Channel and Monetary Transmission in Brazil and Chile: A Structured VAR Approach. *Working Paper Series*, n. 53, NCER, 2009.

CAVALCANTI, M.; SILVA, N. Dívida Pública, Política Fiscal e Nível de Atividade: Uma Abordagem VAR para o Brasil no período 1995-2008. *Texto para Discussão do IPEA nº 1491*, Brasília, 2010.

CÉSPEDES, B.; LIMA, E.; MAKKA, A. Monetary policy, inflation and the level of economic activity in brazil after the real plan: stylized facts from SVAR models. *Revista Brasileira de Economia*, v. 62, p. 123-160, 2008.

COCHRANE, J. How big is the random walk in GNP? *Journal of Political Economy*, v. 96, n. 5, p. 893-920, 1988.

COCHRANE, J.; PIAZZESI, M. *Decomposing the Yield Curve*. Chicago: University of Chicago Press, 2006.

DIEBOLD, F.; LI, C.; YUE, V. Global Yield Curve Dynamics and Interactions: A Generalized Nelson-Siegel Approach. *Journal of Econometrics*, v. 146, p. 351-363, 2008.

ENDERS, W. *Applied econometric time series*. New York: John Wiley & Sons, 1995.

FORNI, M.; LIPPI, M. *The Generalized Dynamic Factor Model: Representation Theory*. Econometric Theory, 2001.

GREENE, W. *Econometric analysis*. New York: Prentice Hall, 2002.

GONTIJO, C. Os Mecanismos de Transmissão da Política Monetária: Uma Abordagem Teórica. *Texto para Discursão nº 321*, Cedeplar, 2007.

HUISMAN, R.; KOEDIJIK, K.; POWNALL, R. VaR-x: Fat Tails Financial Risk Management. *Working Papers, Southern California – School of Business Administration*, 1998.

IPEA. *Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada*. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/>>. Acesso em: 10/11/2012.

JAIN-CHANDRA, S.; UNSAL, D. The Effectiveness of Monetary Policy Transmission Under Capital Inflows: Evidence from Asia. *Borsa Istanbul Review*, v. 14, n. 2, p. 96-103, 2014.

LANGE, R. Determinants of the Long-Term Yield in Canada: An Open Economy VAR Approach. *Applied Economics*, v. 37, p. 681-693, 2005.

KIM, D.; WRIGHT, J. An Arbitrage-Free Three-Factor Term Structure Model and the Recent Behavior of Long-Term Yields and Distant-Horizon Forward Rates. *Finance and Economics Discussion Series*, 2005.

MAIA, S. Modelos de Vetores Autorregressivos: Uma Nota Introdutória. *Texto para Discussão do Programa de Mestrado em Economia de Maringá - PR*, 2002.

MAIA, S.; FIGUEIREDO, E.; VALENTINI, M.; PAIXAO, A. Impactos da Política Monetária sobre os Níveis de Emprego no Brasil Pós-Plano Real: Uma Abordagem Quantitativa. XXXI Encontro Nacional de Economia da ANPEC, Porto Seguro, 2003.

MINELLA, A. Monetary Policy and Inflation in Brazil (1975-2000): A VAR Estimation. *Revista Brasileira de Economia*, v. 57, p. 605-635, 2003.

MORENO, R. Monetary Transmission Mechanism and Long Term Interest Rate in Emerging Markets. *BIS Papers*, Bank for International Settlements, 2008.



MORETIN, P.; TOLOI, C. *Análise de Séries Temporais*. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.

PRADHAN, M.; BALIKRISHNAN, R.; BAQIR, R.; HEENAN, G.; NOWAK, S.; ONER, C.; PANTH, S. *Policy Responses to Capital Flows in Emerging Markets*. IMF Staff Discussion Note, 2011. Disponível em: <<http://www.imf.org/external/pubs/ft/sdn/2011/sdn1110.pdf>>. Acesso em: 04/03/2013.

TOMAZZIA, E.; MEURER, R. O mecanismo de transmissão da política monetária no Brasil: uma análise em VAR por setor industrial. *Revista Economia Aplicada*, v. 13, n. 4, p. 371-398, 2009.

TRADING ECONOMICS. *Brazil Government Bond 10 Years*. Disponível em: <<http://www.tradingeconomics.com/>>. Acesso em 25/03/2013.

## Apêndices

### Apêndice A – Gráficos de Tendência

