

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE ECONOMIA  
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**NÃO-LINEARIDADE NA RELAÇÃO ENTRE DÍVIDA PÚBLICA E TAXA DE  
JUROS DE LONGO PRAZO: O PAPEL DAS EXPECTATIVAS E UMA ANÁLISE  
DO BRASIL**

ADIR DOS SANTOS MANCEBO JÚNIOR

RIO DE JANEIRO  
2014

ADIR DOS SANTOS MANCEBO JÚNIOR

**NÃO-LINEARIDADE NA RELAÇÃO ENTRE DÍVIDA PÚBLICA E TAXA DE JUROS DE LONGO PRAZO: O PAPEL DAS EXPECTATIVAS E UMA ANÁLISE DO BRASIL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia, Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Econômicas.

Orientador: Professora Dra. Viviane Luporini

RIO DE JANEIRO  
2014

## FICHA CATALOGRÁFICA

M268 Mancebo Júnior, Adir dos Santos.

Não-linearidade na relação entre dívida pública e taxa de juros de longo prazo : o papel das expectativas e uma análise do Brasil / Adir dos Santos Mancebo Júnior. -- 2014. 81 f. ; 31 cm.

Orientadora: Viviane Luporini.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Economia, Programa de Pós-Graduação em Economia, 2014.

Bibliografia: f.69-73.

1. Dívida pública. 2. Taxa de juros de longo prazo. 3. Não-linearidade. 4. Expectativas. 5. Autorregressão vetorial com limiar. I. Luporini, Viviane. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Instituto de Economia. III. Título.

CDD 336.34

ADIR DOS SANTOS MANCEBO JÚNIOR

**NÃO-LINEARIDADE NA RELAÇÃO ENTRE DÍVIDA PÚBLICA E TAXA DE JUROS DE LONGO PRAZO: O PAPEL DAS EXPECTATIVAS E UMA ANÁLISE DO BRASIL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia, Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Econômicas.

BANCA EXAMINADORA:

---

Professora Dra. Viviane Luporini (IE/UFRJ) – Orientador

---

Professor Dr. Antonio Luis Licha (IE/UFRJ)

---

Professora Dra. Julia de Medeiros Braga (UFF)

RIO DE JANEIRO  
2014

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por tudo o que é pra mim e por ter me conduzido até aqui e me capacitado para concluir mais esta etapa. Toda honra e toda glória é Dele!

Agradeço aos meus pais, Adir e Valéria, por todo o amor, carinho, educação, suporte e tudo mais que me possibilitou chegar a este momento.

Agradeço à minha irmã, Nathalia, que mesmo longe está sempre comigo.

Agradeço à Raphaela, minha amada namorada e também melhor amiga, por todo o amor, companheirismo, paciência e atenção. Eu te amo!

Agradeço aos meus amigos-irmãos da Igreja Batista da Orla de Niterói por todo o apoio e oração (não vou citar nomes porque vou acabar esquecendo alguém).

Agradeço a todos os meus familiares, amigos e professores que certamente me ajudaram a estar onde estou hoje.

Por fim, mas não menos importante, agradeço à professora Viviane Luporini por todo o conhecimento compartilhado e toda a ajuda e paciência comigo.

## RESUMO

Boa parte da literatura teórica econômica acerca das consequências do endividamento público afirma que uma dívida pública crescente gera maiores taxas de juros de longo prazo, o que é corroborado pelos resultados de muitos trabalhos empíricos. De fato, o custo de financiamento soberano do governo está ligado a sua trajetória fiscal e esta relação parece ser ainda mais forte quanto maior o tamanho do estoque da dívida pública em relação ao PIB – como já foi mostrado em estudos recentes. Este trabalho apresenta um referencial teórico que fundamenta a não-linearidade na relação entre a dívida pública e a taxa de juros de longo prazo, destacando o modelo proposto por Greenlaw *et al.* (2013) que mostra como as expectativas realmente desempenham um papel de destaque nesta questão. Além disso, através de um modelo de Autorregressão Vetorial com Limiar, busca-se observar se esta dinâmica está presente no caso brasileiro recente. Mesmo em um cenário em que não há crise fiscal foi possível estabelecer a presença de não-linearidade. A partir da análise, nota-se que o papel das expectativas não deve ser negligenciado, principalmente quando notamos a reação das taxas de juros de longo prazo a um choque no saldo da conta corrente em relação ao PIB, uma variável que está intimamente ligada à existência de crises financeiras.

**Palavras-chave:** Dívida pública; Taxa de juros de longo prazo; Não-linearidade; Expectativas; Autorregressão Vetorial com Limiar.

## ABSTRACT

Most of the economic theory about the consequences of public debt states that a growing debt leads to higher long run interest rates, which is equally shown in many empirical works. In fact, the government sovereign borrowing cost is attached to its fiscal path, and this relationship seems to be even more pointed as bigger is the ratio of the public debt to GDP – as recently studies has shown. This work presents a theoretical framework that underlies the nonlinearity in the relationship between the public debt and the long run interest rates, highlighting the model shown by Greenlaw *et al.* (2013), which addresses how expectations play a key role on this matter. Furthermore, we try to determine if this dynamic is present in Brazilian recent history analyzing a Threshold Vector Autoregression model. Even on a scenario without a fiscal crisis it was possible to establish the presence of nonlinearity. The analysis shows that the role of the expectations cannot be neglected, principally when we see the reaction of the long run interest rates to a shock in the ratio of the current-account balance to GDP, a variable that is deeply attached to existence of financial crisis.

**Keywords:** Public Debt; Long run interest rates; Nonlinearity; Expectations; Threshold Vector Autoregression.

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Participação da Dívida Pública Federal Interna e Externa na Dívida Pública Federal.....	52
Gráfico 2: Função de impulso-resposta do VAR linear.....	60
Gráfico 3: Função de impulso-resposta do VAR linear.....	61
Gráfico 4: AIC vs Candidatos a Limiar.....	63
Gráfico 5: Função de impulso-resposta generalizada do TVAR.....	64
Gráfico 6: Função de impulso-resposta generalizada do TVAR.....	66

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Testes de Estacionariedade.....	57
Tabela 2: Testes de Estacionariedade.....	57
Tabela 3: Seleção da Ordem de Defasagem do VAR.....	58
Tabela 4: Teste de Causalidade de Granger.....	59
Tabela 5: Teste Multivariado de Tsay para Detecção de <i>thresholds</i> .....	63

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2 DINÂMICA DA DÍVIDA PÚBLICA E TAXA DE JUROS DE LONGO PRAZO.....</b>	<b>14</b>
2.1 COMO A DÍVIDA PÚBLICA AFETA A ECONOMIA: A VISÃO CONVENCIONAL.....	14
2.1.1 Euforia hoje e decepção amanhã.....	14
2.1.2 Outros efeitos importantes.....	15
2.2 A DÍVIDA PÚBLICA E OS JUROS DE LONGO PRAZO.....	17
2.2.1 Os efeitos do endividamento público excessivo.....	18
2.2.2 Trabalhos empíricos.....	19
2.3 A NÃO-LINEARIDADE.....	22
2.3.1 Evidências empíricas.....	22
2.3.2 Justificativas teóricas.....	24
<b>3 DÍVIDA PÚBLICA, JUROS DE LONGO PRAZO E NÃO-LINEARIDADE: A HIPÓTESE DAS EXPECTATIVAS E O MODELO DE GREENLAW ET AL. (2013)..</b>	<b>26</b>
3.1 UMA TRAJETÓRIA FISCAL SUSTENTÁVEL.....	26
3.1.1 Entendendo a sustentabilidade fiscal.....	27
3.1.2 Os efeitos das trajetórias fiscais insustentáveis.....	29
3.2 A DÍVIDA PÚBLICA, AS TAXAS DE JUROS DE LONGO PRAZO E AS CRISES FISCAIS.....	30
3.3 O MODELO DE GREENLAW ET AL. (2013).....	36
3.3.1 A dinâmica da sustentabilidade fiscal.....	37
3.3.1.1 Caso 1: $R_t > g_t$ .....	38
3.3.1.2 Caso 2: $R_t < g_t$ .....	38
3.3.2 As expectativas e a não-linearidade.....	39
<b>4 ANÁLISE EMPÍRICA: TAXA DE JUROS DOS TÍTULOS PÚBLICOS DE LONGO PRAZO E DÍVIDA PÚBLICA NO BRASIL (2007-2013).....</b>	<b>44</b>
4.1 NÃO-LINEARIDADE E METODOLOGIA.....	45
4.1.1 As dimensões da não-linearidade.....	45
4.1.2 A importância de se capturar a dinâmica não linear.....	46
4.1.3 A abordagem TVAR.....	47
4.1.4 Funções de Impulso-Resposta Não Lineares.....	49

4.2 ESCOLHA DAS VARIÁVEIS: QUESTÕES ECONOMÉTRICAS E FATOS ESTILIZADOS.....	50
4.2.1 O mercado de dívida pública dos países emergentes nos últimos anos.....	50
4.2.2 A definição das variáveis.....	54
4.3 ESPECIFICAÇÃO DO MODELO, ESTIMAÇÃO E TESTES.....	56
4.3.1 Raiz unitária, ordem de defasagem e estimação do VAR linear.....	56
4.3.2 Teste de não-linearidade e definição do valor limiar.....	62
4.3.3 Resultados do TVAR e GIRFs.....	64
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>67</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>69</b>
<b>APÊNDICE A – DADOS DA ANÁLISE EMPÍRICA.....</b>	<b>74</b>
<b>APÊNDICE B – SEQUÊNCIA DE COMANDOS RATS.....</b>	<b>77</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O debate acerca das consequências da dívida pública na atividade econômica recuperou o fôlego com a recente crise fiscal que assolou, e ainda assola, alguns países europeus, além de um novo cenário de endividamento crescente, principalmente em algumas das principais economias avançadas. Este debate esteve na pauta de muitos economistas nas décadas de 1980 e 1990 com as crises dos países latino-americanos e asiáticos e com o grande aumento da dívida dos EUA e dos países europeus a níveis que antes só ocorriam em guerras ou depressões (Elmendorf e Mankiw, 1999). Mas, as discussões se esfriaram na década de 2000 com a redução da dívida pública nos principais países. Com a crise financeira de 2008, porém, as economias mais afetadas entraram em um processo de grande endividamento a fim de se evitar o agravamento da crise. Com isso, o debate acerca das consequências do endividamento público na economia e suas implicações de política voltou à tona.

De acordo com Cecchetti, Mohanty e Zampoli (2011), a dívida permite aos indivíduos suavizarem seu consumo diante de uma renda variável, permite também às corporações suavizarem investimento e produção diante de vendas instáveis e permite aos governos suavizarem os impostos diante de gastos variáveis. Além disso, aumenta a eficiência da alocação do capital em seus diferentes usos possíveis na economia. Pelo menos em princípio, também deveria levar a uma transferência de riscos para aqueles mais capazes de suportá-los.

A dívida pública, em particular, pode ajudar a suavizar o consumo não apenas no decorrer do tempo de vida dos indivíduos que estão vivos atualmente, mas também através das gerações. Considerando que as gerações futuras tendem a ser mais ricas que as gerações presentes – pois é provável que elas tenham uma combinação de mais capital humano e mais tecnologia produtiva – uma transferência das gerações futuras para as atuais pode aumentar o bem-estar intertemporal da sociedade. Uma vez que parte do aumento dos impostos necessário para financiar o maior consumo corrente é adiado, a dívida pública pode aumentar, pelo menos até certo patamar, sem que o crescimento necessariamente se torne mais lento. Além disso, a dívida do governo também proporciona serviços de liquidez, o que pode contribuir para facilitar as condições de crédito enfrentadas pelas firmas e famílias, portanto impulsionando o investimento privado (Cecchetti, Mohanty e Zampoli, 2011). Por estas razões, pode-se dizer que sem dívida as economias não conseguiriam crescer e a volatilidade macroeconômica seria muito maior do que o desejável.

Deve-se considerar, contudo, que o endividamento (principalmente o endividamento público) não possui apenas uma face positiva. Aliás, sua face negativa pode ter efeitos devastadores. A acumulação de dívida envolve riscos. À medida que o nível da dívida pública aumenta, a habilidade do governo em honrar suas obrigações se torna progressivamente mais sensível a quedas na arrecadação, assim como a aumentos nas taxas de juros. Para dado choque, quanto maior a dívida, maior é a probabilidade de repúdio. Mesmo diante de um pequeno choque, governos altamente endividados, podem, de forma repentina, deixar de serem considerados dignos de crédito. Quanto maior o nível da dívida em relação ao PIB, maior o risco perante determinado choque na economia.

Diante de uma crise, a habilidade do governo de intervir depende do montante de dívida que ele já acumulou, assim como da percepção do mercado sobre sua capacidade fiscal, ou seja, a capacidade de aumentar suas receitas com impostos para cumprir as obrigações da dívida. As autoridades fiscais podem se tornar restritas tanto na tentativa de promover políticas tradicionais de estabilização anticíclica, como em seu papel de prestador de última instância durante crises financeiras. Portanto, altos níveis de dívida pública podem limitar funções essenciais do governo.

Podemos afirmar então que, a níveis moderados, a dívida é boa. Ela pode ser usada para melhorar o desempenho econômico e gerar estabilidade. Porém, a níveis altos, tanto a dívida privada quanto a pública geram riscos, aumentando a volatilidade da economia e reduzindo o crescimento. A partir de determinado ponto, a dívida se torna perigosa e excessiva.

Estas observações têm sido debatidas desde os primórdios dos estudos econômicos. Ao longo de muitos anos, os economistas desenvolveram teorias e modelos que tentam descrever como o endividamento público excessivo pode afetar a economia, ou mais especificamente o crescimento econômico ou as taxas de juros. Muitos trabalhos teóricos e empíricos foram realizados neste sentido. Mais recentemente, alguns estudos têm buscado entender de maneira mais clara como se dá a relação entre a dívida pública e as taxas de juros dos títulos públicos de longo prazo de um país, levando em consideração a repercussão que esta relação tem sobre a dinâmica da economia. O que tem se tornado cada vez mais claro é que esta relação se configura de maneira não linear, corroborando a ideia de que o endividamento público excessivo pode ter consequências graves. Greenlaw, Hamilton, Hooper e Mishkin (2013), por exemplo, mostraram que países com altos níveis de dívida

pública em relação ao PIB estão vulneráveis a entrarem em um ciclo vicioso no qual o temor do mercado em relação à capacidade do país de cumprir suas obrigações eleva as taxas de juros dos títulos soberanos, o que, por sua vez, torna o problema da dívida mais severo. Eles analisaram a recente experiência de economias avançadas utilizando tanto métodos econométricos quanto estudos de caso e concluíram que países com níveis de dívida acima de 80% do PIB e déficits persistentes em conta corrente estão vulneráveis a uma rápida deterioração fiscal como resultado da dinâmica de pontos de inflexão.

Neste trabalho, iremos nos aprofundar na análise desta relação, observando o caso brasileiro. Uma vez que o endividamento público excessivo pode ser extremamente prejudicial à economia de um país, então, se há uma relação não linear entre a dívida do governo e as taxas de juros de longo prazo que cria um ciclo vicioso de maiores taxas e maior dívida, é preciso entender este processo para que se possa evitar o pior. Assim, no próximo capítulo faremos uma revisão da literatura acerca da relação entre a dívida pública, a atividade econômica e as taxas de juros. Mostraremos como a dívida do governo afeta a economia e, mais especificamente, as taxas de juros de longo prazo, inserindo aqui a noção de não-linearidade que permeia esta relação. No capítulo seguinte, apresentaremos o modelo sobre o qual construímos a relação não linear que estamos estudando. Antes de apresentar o modelo, porém, percorreremos um caminho entre conceitos fiscais e modelos que estudam a relação entre a dívida pública e as taxas de juros de longo prazo de maneira linear, assim como modelos de crise fiscal e *default* que flertam com a não-linearidade através da sugestão da existência de equilíbrios múltiplos que destacam o importante papel das expectativas na dinâmica das taxas de juros. Adiante, iremos apresentar a análise empírica do caso brasileiro, utilizando como metodologia o modelo de Autorregressão Vetorial com Limiar para estudar a não-linearidade da relação entre a dívida pública e os custos de financiamento do governo. Por fim, faremos a exposição das conclusões deste trabalho.

## 2 DINÂMICA DA DÍVIDA PÚBLICA E TAXA DE JUROS DE LONGO PRAZO

Antes de se poder afirmar que há uma relação não linear entre a dívida do governo de um país e as taxas de juros dos títulos públicos de longo prazo, é preciso entender de que maneira o endividamento do governo poderia influenciar as taxas de juros. Para isso, é necessário, em primeiro lugar, saber o que a teoria econômica diz sobre como a dívida pública pode afetar a atividade econômica.

Neste capítulo, abordaremos as maneiras pelas quais a dívida pública pode afetar a economia de acordo com a visão convencional – “convencional” porque é admitida pela maior parte dos economistas e formuladores de política. Em seguida, nos debruçaremos sobre a relação entre a dívida pública e as taxas de juros de longo prazo, explorando, adiante, os trabalhos empíricos que estudam esta relação. Finalizando, abordaremos a visão recentemente introduzida nos estudos empíricos de que há uma relação não linear entre a dívida pública e as taxas de juros dos títulos públicos de longo prazo.

### 2.1 COMO A DÍVIDA PÚBLICA AFETA A ECONOMIA: A VISÃO CONVENCIONAL

Ao longo de muitos anos, a literatura econômica construiu um amplo debate acerca dos transbordamentos da dívida contraída pelos governos sobre a economia do país. De acordo com a visão convencional, a emissão de títulos por parte do governo estimula a demanda agregada e o crescimento econômico no curto prazo, mas produz um efeito de *crowding out* do capital e reduz a renda nacional no longo prazo (Elmendorf e Mankiw, 1999). Além disso, há ainda outras importantes consequências econômicas e não-econômicas do financiamento do governo que merecem destaque.

#### 2.1.1 Euforia hoje e decepção amanhã

Inicialmente, vamos considerar que o governo gere um déficit orçamentário mantendo seus gastos constantes e reduzindo a receita com impostos. Esta política, então, aumenta a renda disponível corrente das famílias e, talvez, também a sua riqueza ao longo da vida. De acordo com a análise convencional, o aumento na renda e na riqueza da família impulsiona seu gasto em consumo de bens e, portanto, eleva a demanda agregada de bens e serviços. Assim, no curto prazo, devido à rigidez dos salários e dos preços, ou à equívocos temporários

por parte dos agentes, alterações da demanda agregada afetam a utilização dos fatores de produção da economia, influenciando diretamente a renda nacional.<sup>1</sup>

No longo prazo, porém, a análise convencional considera que os salários e os preços rígidos, ou os equívocos temporários dos agentes, que fazem com que a demanda agregada tenha papel de destaque no curto prazo, não prevalecem. Preços e salários serão reajustados quando necessário e os agentes alterarão suas decisões – se tiverem sido equivocadas. Como resultado, a política fiscal afeta a renda nacional apenas alterando a oferta dos fatores de produção.<sup>2</sup>

### 2.1.2 Outros efeitos importantes

Os déficits orçamentários do governo provocam, portanto, o aumento da demanda agregada no curto prazo e a redução do estoque de capital no longo prazo. Provavelmente, estes são os principais efeitos da política de elevação da dívida pública. Porém, ela também pode afetar a economia de diversas outras maneiras.

Em primeiro lugar, a dívida pública pode afetar a política monetária. Um país com uma grande dívida provavelmente se deparará com altas taxas de juros, e a autoridade monetária poderá se ver pressionada a tentar reduzir essas taxas através de uma política expansionária. Esta estratégia pode reduzir as taxas de juros no curto prazo, mas no longo prazo deixarão as taxas de juros reais praticamente inalteradas, sendo a inflação e as taxas de juros nominais mais altas. Em casos extremos em que a estrutura institucional permita (quando Tesouro e Banco Central não são independentes), um país com uma grande dívida e dificuldades em financiar um déficit futuro através de empréstimos adicionais pode ser tentado a aumentar sua receita através da senhoriagem<sup>3</sup>. Se a autoridade fiscal pode forçar a

---

<sup>1</sup> Se há rigidez de preços e salários na economia, a demanda agregada assume papel determinante no nível da renda agregada, não existindo restrições pelo lado da oferta para a expansão do produto. Considera-se a existência de recursos desempregados em nível suficiente para que as empresas possam oferecer qualquer quantidade de produto sem pressionar seus custos unitários, ou seja, qualquer nível de demanda pode ser atendido em um nível de preços dado (constante). As empresas, portanto, podem oferecer qualquer quantidade a um nível de preços estabelecido, isto é, a oferta agregada é infinitamente elástica em relação aos preços, de tal forma que a demanda agregada é que determina o nível do produto (renda).

<sup>2</sup> Se os preços e salários da economia são flexíveis, então as forças de mercado tendem a equilibrar a economia a pleno emprego dos fatores de produção. Com isso, é válida a chamada Lei de Say: “a oferta cria sua própria demanda”, pois o nível de produto é dado e independe dos preços. A demanda agregada possui, portanto, papel totalmente passivo na determinação do produto.

<sup>3</sup> Senhoriagem é a receita líquida que resulta da emissão de moeda. Na emissão de moeda física, a senhoriagem resulta da diferença entre o valor nominal de uma moeda e o custo de produzi-la, distribuí-la e retirá-la de circulação. Em outras palavras, são os recursos reais que um governo recebe quando imprime moeda para gastar em bens e serviços. A senhoriagem pode ser vista como uma forma de imposto cobrado aos detentores da moeda e, assim, como uma redistribuição dos recursos reais para o emitente.

autoridade monetária a financiar os déficits futuros com senhoriagem, então, como Sargent e Wallace (1981) argumentam, a inflação será, em última análise, um fenômeno fiscal e não monetário. Esta monetização do déficit é a explicação clássica para a hiperinflação.

Grandes dívidas também podem levar a uma dominância fiscal sobre a política monetária em países que utilizam metas para a inflação. Segundo Blanchard (2004), uma proposição padrão na macroeconomia de economias abertas é que o aumento da taxa de juros real por parte da política do Banco Central torna a dívida pública doméstica mais atraente e leva a uma apreciação real. Se, contudo, o aumento da taxa de juros real também aumentar a probabilidade de repúdio da dívida, o efeito pode ser contrário, tornando a dívida pública doméstica menos atraente e levando a uma depreciação real. Este resultado é mais provável quanto maior for o nível inicial da dívida, quanto maior for a proporção da dívida denominada em moeda estrangeira e quanto maior o prêmio de risco. Sob este resultado, o regime de metas de inflação pode ter efeitos perversos: um aumento na taxa de juros real em resposta a maior inflação leva a uma depreciação real. E a depreciação real, por sua vez, leva a um aumento posterior da inflação. Neste caso, argumenta o autor, a política fiscal, e não a monetária, é o instrumento mais eficaz no combate à inflação.

Outro possível efeito da dívida pública é a alteração do processo político que determina a política fiscal. Alguns economistas argumentam que a possibilidade de financiamento por parte do governo reduz a disciplina do processo orçamentário. Quando o gasto adicional do governo não necessita de uma contrapartida em receita de impostos adicional, os formuladores de política e o público normalmente se importarão menos se o gasto adicional é apropriado ou não. Este argumento vem desde Wicksell (1896) e tem ecoado ao longo dos anos por economistas como Musgrave (1959), Buchanan e Wagner (1977), Feldstein (1995), entre outros.

Também é possível que a existência de dívida pública reduza a flexibilidade fiscal do governo. Se níveis moderados de dívida têm apenas pequenos efeitos negativos, mas grandes dívidas são percebidas como altamente custosas, então um país com dívida moderada terá uma restrição para não responder a anseios de maiores gastos ou menos impostos. Esta restrição a futuros formuladores de política é, de fato, uma das explicações dadas para o fato de governos escolherem acumular grandes dívidas.

Uma outra maneira pela qual a dívida pública poderia afetar a economia é tornando o país mais vulnerável a crises internacionais, principalmente em um cenário de globalização

financeira cada vez mais consolidada. Durante o início dos anos 1980, por exemplo, o grande déficit orçamentário dos EUA induziu um fluxo significativo de capital estrangeiro para o país, valorizando fortemente o dólar. Marris (1985) argumentou que os investidores estrangeiros logo perderiam a confiança em ativos denominados em dólar e a subsequente fuga de capital iria depreciar a moeda americana de maneira abrupta, produzindo problemas macroeconômicos severos para o país. Como Krugman (1991) descreveu, o dólar realmente se desvalorizou rapidamente no final dos anos 1980, mas o “*hard landing*” previsto para a economia dos EUA não ocorreu de fato. Krugman enfatiza, contudo, que crises cambiais deste tipo ocorreram em países com dívidas elevadas em relação ao PIB, particularmente quando grande parte da dívida estava em posse de estrangeiros, como em muitos países da América Latina nos anos 1980.

Por fim, um efeito indesejável de uma dívida pública muito grande é o perigo de se ter a independência política ou a liderança internacional reduzida. Segundo Friedman (1988, p. 13):

*World power and influence have historically accrued to creditor countries. It is not coincidental that America emerged as a world power simultaneously with our transition from a debtor nation (...) to a creditor supplying investment capital to the rest of the world.*

Como o perigo de um “*hard landing*”, este problema deve surgir com maior probabilidade quando os empréstimos do governo são grandes em relação à poupança privada e quando o país experimenta um grande fluxo de capitais vindos do exterior.

## 2.2 A DÍVIDA PÚBLICA E OS JUROS DE LONGO PRAZO

Como foi visto, a análise convencional conclui que a política de elevar a dívida pública irá estimular o consumo, reduzir a poupança nacional e a acumulação de capital, e, assim, reduzir o crescimento econômico de longo prazo. Nesta mesma linha, a literatura empírica acerca do relacionamento da dívida pública com o crescimento econômico tende a apontar uma relação negativa entre os dois e modelos de crescimento com agentes públicos que emitem dívida para financiar consumo ou bens de capital tendem a exibir uma relação negativa entre dívida pública e crescimento econômico, particularmente no arcabouço neoclássico (ver Adam e Bevan (2005); Aizenman, Kletzer e Pinto (2007); Kumar e Woo (2010); Cecchetti, Mohanty e Zampolli (2011)).

Um importante canal através do qual a acumulação de dívida pública pode afetar o crescimento econômico é o das taxas de juros de longo prazo. Taxas de juros de longo prazo

mais altas, resultantes de mais déficits públicos orçamentários financiados por dívida, podem gerar um efeito de *crowding out* no investimento privado e, portanto, arrefecer o crescimento do produto potencial. De fato, se a maior necessidade de financiamento público empurrar para cima os juros dos títulos soberanos, isto deve induzir a um maior fluxo líquido de fundos do setor privado para o setor público. Com isso, deve haver um aumento nas taxas de juros privadas e uma queda no crescimento dos gastos privados, tanto pelas famílias quanto pelas firmas. Enquanto resultados empíricos sobre a relação entre a dívida pública e as taxas de juros de longo prazo são diversos, um número significativo de estudos recentes sugere que maiores dívida e déficits devem contribuir para aumentar as taxas de juros dos títulos públicos de longo prazo e seus *spreads* (Engen e Hubbard, 2004; Kinoshita, 2006; Laubach, 2009; Moreira e Rocha, 2012; Greenlaw *et al.*, 2013).

### 2.2.1 Os efeitos do endividamento público excessivo

É de se esperar que o aumento da dívida pública afete as taxas de juros de longo prazo via impacto na poupança nacional. No modelo neoclássico padrão, déficits fiscais (tudo o mais constante) reduzem a poupança nacional e elevam a demanda agregada (Elmendorf e Mankiw, 1999). Isto gera um excesso de oferta de títulos públicos, levando a taxas de juros reais maiores.

A curva de rendimentos também deve se tornar positivamente inclinada em antecipação a uma dívida pública crescente em relação ao PIB. Apesar da taxa de juros real de curto prazo refletir as condições cíclicas e a condução da política monetária, e influenciar as taxas de juros reais de médio e longo prazos, esta última provavelmente aumentará mais em resposta à piora antecipada dos déficits fiscais e da dívida (Blanchard, 1984). Grandes déficits e dívida, particularmente se combinados com incertezas relativas ao rumo da atividade econômica, poderiam levantar questionamentos acerca da habilidade do governo de cumprir com o serviço da dívida. Isto elevaria o prêmio de risco de crédito e as taxas de juros dos títulos públicos. Além disso, a emergência de riscos fiscais contingentes, digamos, por parte do setor financeiro, poderia exacerbar as preocupações sobre sustentabilidade da dívida.

As taxas de juros nominais dos títulos públicos de longo prazo também poderiam crescer devido a maiores expectativas de inflação, particularmente em um ambiente onde os hiatos do produto são positivos, ou onde haja preocupação quanto à monetização da dívida. Tais expectativas podem aumentar o prêmio de inflação presente nas taxas de juros nominais; ou serem vistas como possível gatilho de uma resposta de política monetária que elevaria as

taxas de juros de curto prazo, com implicações para as taxas de longo prazo via estrutura à termo das taxas de juros; ou ainda poderiam gerar incerteza macroeconômica levando a um maior prêmio de risco do país e agravando as preocupações quanto à solvência fiscal (Baldacci, Gupta e Mati, 2011).

### 2.2.2 Trabalhos empíricos

Dadas as considerações anteriores, é surpreendente que haja uma heterogeneidade de achados em relação ao impacto da deterioração fiscal nas taxas de juros. Muitos estudos sobre países específicos e também entre vários países, analisando déficits fiscais e juros, encontraram uma diversidade de resultados. Gale e Orszag (2002), por exemplo, compilaram o resultado de quase 60 estudos: destes, aproximadamente metade encontrou um efeito positivo predominantemente significativo dos déficits fiscais sobre as taxas de juros e metade encontrou um efeito misto ou predominantemente não-significativo. Engen e Hubbard (2004) chegaram a uma conclusão similar. Em relação à magnitude do efeito, em geral se observa que um aumento nos déficits em 1% do PIB eleva as taxas de juros de longo prazo em cerca de 30-60 pontos base, enquanto um aumento de 1% da razão dívida/PIB está associado a um aumento das taxas de juros entre 2 e 7 pontos base (Engen e Hubbard, 2004; Reinhart e Sack, 2000; Kinoshita, 2006).

Além das diferenças que surgem devido à especificação do modelo, variáveis explanatórias, amostras e períodos de tempo, o efeito da política fiscal sobre os juros dos títulos também parece depender em alguma medida da variável fiscal utilizada. Este efeito é consideravelmente maior e mais frequentemente encontrado quando as expectativas dos déficits são usadas (Feldstein, 1986b). Resultados também apontam para uma relação positiva entre déficits fiscais e taxas de juros de longo prazo quando há incerteza na composição da política fiscal (Balduzzi, Corsetti e Foresi, 1997). Ardagna (2009) explorou o comportamento dos juros dos títulos públicos e privados em tempos de grandes mudanças no padrão fiscal nos países da OCDE<sup>4</sup> (no período de 1960-2002). Ela observou que os juros nominais dos títulos públicos de 10 anos aumentaram mais de 180 pontos base durante os anos em que o déficit fiscal primário se elevou mais do que 1,5% do PIB em um ano ou 1% do PIB por ano em anos consecutivos (a definição de “grandes mudanças” no padrão fiscal é consistente com Alesina e Perotti, 1995).

---

<sup>4</sup> Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico.

De fato, a teoria econômica é ambígua ao afirmar se são os déficits ou se é o estoque da dívida pública que importa para a determinação da taxa de juros. Por exemplo, no modelo IS/LM, no qual as taxas de juros são determinadas pelo equilíbrio do estoque da demanda e da oferta de moeda, a razão déficit/PIB é a variável fiscal relevante. Por outro lado, no modelo de crescimento neoclássico, a taxa de juros real é igual ao produto marginal do capital e a questão, portanto, se fixa no grau em que a dívida pública provoca o *crowding out* do capital. A diversidade de resultados empíricos evidencia que esta ainda é uma questão em aberto.

Laubach (2009) explorou a relação entre as expectativas de longo prazo das variáveis fiscais e das taxas de juros dos EUA. Expectativas de política fiscal futura têm como *proxy* as projeções publicadas pelo *Congressional Budget Office* para o déficit orçamentário unificado do governo federal americano e outras variáveis fiscais. Elas são então relacionadas a taxas futuras de 5 anos adiante embutidas na estrutura a termo das taxas de juros. Os resultados mostram que o aumento de um ponto percentual na razão déficit/PIB projetada aumenta a expectativa de 5 anos adiante da taxa de 10 anos à frente em 20-29 pontos base, enquanto o aumento de um ponto percentual na razão dívida/PIB projetada aumenta a taxa futura em cerca de 3-4 pontos base.

Os resultados de Laubach (2009) que mostram que variáveis fiscais de fluxo têm efeitos maiores do que variáveis fiscais de estoque são compartilhados por outros estudos (Gale e Orszag, 2002; Haugh, Ollivaud e Turner, 2009). Em geral, o impacto estimado varia entre um mínimo de 10 pontos base até 60 pontos base para um aumento de um por cento no déficit fiscal em relação ao PIB, enquanto o aumento de um ponto percentual na dívida em relação ao PIB eleva os juros em cerca de 3-7 pontos base. Por exemplo, Thomas e Wu (2009) em um estudo para os EUA, observaram que a deterioração de 1% do déficit fiscal projetado 5 anos adiante em relação ao PIB eleva as taxas de juros de longo prazo em 30-60 pontos base, enquanto um estudo similar utilizando a dívida pública corrente e projetada como variável fiscal sugeriu um impacto estimado de 5 pontos base (Chinn e Frankel, 2003).

Quão razoável é que os coeficientes estimados do déficit em relação ao PIB tendam a ser tão maiores que os da razão dívida/PIB? Laubach (2009) nota que, se em um extremo, as mudanças nos déficits forem não-correlacionadas em série, um aumento projetado de 1% do déficit em razão do PIB iria aumentar a dívida pública em relação ao PIB em um ponto percentual nos anos subsequentes, e os coeficientes das razões do déficit e da dívida deveriam ser os mesmos. Mas se, no outro extremo, cada aumento nos déficits projetados forem

assumidos como permanentes, o efeito de *steady-state* sobre a razão dívida/PIB do aumento permanente de um ponto percentual na razão déficit/PIB é  $(1+g)/g$  por cento, onde  $g$  é a taxa de crescimento do PIB nominal. Para os EUA, sobre a amostra 1976-2006, o crescimento do produto foi de 7%, implicando que o coeficiente da razão do déficit deveria ser 15 vezes maior que o coeficiente da razão da dívida. Os resultados estimados então sugerem que os investidores percebem os aumentos na razão do déficit projetada como altamente persistentes, mas não estritamente permanentes.

Estudos para um conjunto de economias indicam um impacto menor do que a análise de países individuais. Isto deve se dar porque, na junção dos dados, coeficientes específicos dos países tendem a ser afetados de maneira heterogênea por fatores institucionais e estruturais, que geralmente não são levados em consideração explicitamente em muitos estudos. Ardagna, Caselli e Lane (2007) mostraram que a deterioração de 1% do balanço primário em relação ao PIB para uma amostra de 16 países da OCDE leva a um aumento das taxas de juros dos títulos públicos de 10 pontos base. Isto é menor que o coeficiente estimado encontrado por Dai e Philippon (2005) para os EUA utilizando o mesmo indicador fiscal. Este estudo aponta para um impacto nas taxas de juros variando entre 20 e 60 pontos base para cada redução de um ponto percentual no balanço primário, consistente com os resultados de Thomas e Wu citados anteriormente.

Já Moreira e Rocha (2012) analisaram o impacto da política fiscal na determinação do *spread* soberano de 23 países emergentes entre 1995 e 2008. Os resultados indicam que menores *spreads* estão associados a uma política de austeridade fiscal, entendida como o acúmulo de superávit primário para uma trajetória sustentável da razão dívida/PIB. Um aumento de 1% no superávit primário diminui os *spreads*, em média, em 50 pontos base. O estudo em questão, portanto, corrobora o argumento de que a austeridade fiscal é fator relevante na determinação dos *spreads* soberanos, além de contribuir como política pública de mitigação de choques externos.

Por fim, enquanto muitos estudos sobre países emergentes analisaram os determinantes das taxas de juros de longo prazo dos títulos públicos externos, a análise dos títulos públicos internos tem sido limitada, apesar de sua crescente relevância. Jaramillo e Weber (2012) estudaram este último caso e mostraram que a extensão da influência que as variáveis fiscais exercem sobre a taxa de juros dos títulos públicos domésticos nas economias emergentes depende do nível de aversão global ao risco. Segundo eles, durante momentos de

tranquilidade nos mercados globais, as variáveis fiscais não parecem ser determinantes significativas da taxa de juros dos títulos públicos domésticos nas economias emergentes. Contudo, quando os participantes do mercado estão temerosos, eles se atentam bem aos fundamentos fiscais específicos dos países, revelando estarem mais alertas aos riscos de *default*.

### 2.3 A NÃO-LINEARIDADE

Modigliani (1961) foi pioneiro ao atentar para uma possível relação não linear entre a dívida pública e a taxa de juros de longo prazo. Ele argumentou que, além de um efeito direto de *crowding out*, o endividamento do governo gera um impacto nas taxas de juros de longo prazo, possivelmente de uma maneira não linear, pois se a operação do governo é de proporção considerável ela pode elevar as taxas de juros de longo prazo de maneira significativa uma vez que a redução do capital privado tenderá a aumentar seu produto marginal. Ainda que este questionamento tenha sido levantado décadas atrás, apenas mais recentemente os economistas têm dado mais atenção a este fenômeno, principalmente em investigações empíricas.

#### 2.3.1 Evidências empíricas

De fato, os efeitos não lineares da deterioração fiscal podem ser medidos. Ardagna *et al.* (2007), para uma amostra de 16 países da OCDE, observaram que o impacto da dívida pública sobre as taxas de juros dos títulos públicos de longo prazo dependem dos níveis iniciais de dívida. Maior dívida pública aumenta a percepção de que os governos estarão menos hábeis a pagar suas obrigações e, portanto, eleva o risco de crédito. Além disso, países com grande acumulação de dívida tendem a ter mais risco de pressões inflacionárias que elevariam as taxas de juros nominais de curto prazo. Estes fatores afetam o final da curva da estrutura a termo e aumentam o custo de financiamento para os títulos públicos de longo prazo não-linearmente.

Ardagna (2009), por sua vez, utilizando um painel de países da OCDE no período de 1960 a 2002, mostrou que as taxas de juros, particularmente as taxas dos títulos públicos de longo prazo, diminuem quando a posição fiscal do país melhora e aumenta em torno de períodos de deterioração fiscal. Além disso, ela observa que os resultados dependem das condições fiscais iniciais dos países: episódios de grandes aumentos do déficit fiscal levaram a taxas de juros nominais e reais dos títulos públicos de longo prazo significativamente

maiores (em termos proporcionais) do que episódios em que os déficits cresceram mais modestamente. Países com maiores níveis iniciais de dívida também devem experimentar aumentos mais drásticos das taxas de juros.

Outro resultado importante que corrobora a presença de não-linearidade na relação entre as taxas de juros e a dívida pública está presente em Baldacci e Kumar (2010). Este trabalho avaliou empiricamente o impacto dos déficits fiscais e da dívida pública sobre as taxas de juros de longo prazo por quase três décadas, de 1980 a 2008. A análise levou em consideração uma vasta gama de fatores específicos dos países, para um painel de 31 economias avançadas e emergentes. O achado principal é que o impacto da deterioração fiscal sobre as taxas de juros de longo prazo é significativa e robusta, mas não linear. Além disso, a magnitude do impacto reflete condições iniciais (fiscais, institucionais e estruturais), assim como transbordamentos dos mercados financeiros globais.

Em um trabalho mais recente, Greenlaw *et al.* (2013) mostraram que países com altos níveis de dívida pública estão vulneráveis a entrarem em um ciclo vicioso no qual o temor do mercado em relação à capacidade do país de cumprir suas obrigações eleva as taxas de juros dos títulos soberanos, o que, por sua vez, torna o problema da dívida mais severo. Eles analisaram a recente experiência de economias avançadas utilizando tanto métodos econométricos quanto estudos de caso e concluíram que países com níveis de dívida acima de 80% do PIB e déficits persistentes em conta corrente estão vulneráveis a uma rápida deterioração fiscal como resultado da dinâmica de pontos de inflexão.

Estes autores analisaram estatisticamente a formação dos custos de financiamento soberano em um painel de 20 economias avançadas no período de 2001 a 2012. Eles encontraram uma relação significativa entre níveis de dívida e custos de financiamento, com o aumento de um ponto percentual na dívida em razão do PIB sendo associado a um aumento de 4,5 pontos base na taxa de juros dos títulos públicos de 10 anos em uma especificação linear. Eles também encontraram forte evidência de não-linearidades. As taxas de juros se elevam muito mais rapidamente a níveis maiores de dívida, e há uma forte interação entre os níveis da dívida e o balanço de longo prazo da conta corrente do país. Em países com grandes déficits em conta corrente, o custo de financiamento é muito mais sensível ao nível da dívida.

### 2.3.2 Justificativas teóricas

Os trabalhos que se propuseram a estudar a relação não linear entre a dívida pública e as taxas de juros de longo prazo levam a crer que o tamanho da dívida exerce uma influência sobre trajetória dos custos de financiamento do governo que não deve ser negligenciada. Dependendo do nível inicial de dívida pública, o crescente endividamento do governo pode se relacionar linearmente ou não linearmente com as taxas de juros dos títulos públicos de longo prazo. Mas, o que justificaria esse salto dos juros?

A análise de Greenlaw *et al.* (2013), por exemplo, começa com o esboço de um simples modelo de dinâmica da dívida para explorar a relação entre os níveis da dívida pública e as taxas de juros. Baseados na mecânica da acumulação de dívida e do crescimento econômico, eles calcularam o nível de superávit primário do governo que seria necessário para impedir que a dívida crescesse continuamente como porcentagem do PIB. Os autores argumentam que se este superávit está suficientemente longe da experiência histórica do país e de níveis politicamente plausíveis, o governo irá começar a pagar um prêmio para os agentes financiadores internacionais como compensação para o risco de *default* ou de inflação. Esta taxa de juros mais alta, por sua vez, realimenta a deterioração fiscal, deixando a sustentabilidade fiscal ainda mais difícil de ser alcançada, possivelmente levando a uma crise fiscal – um ponto de inflexão no qual as taxas de juros dos títulos públicos de longo prazo disparam e uma crise de financiamento se consolida.

Os outros autores citados anteriormente também argumentam que a percepção por parte dos agentes financiadores do governo de que o país se encontra em uma trajetória fiscal insustentável, dado o elevado nível da dívida pública, gera o medo de que ocorra um *default* da dívida. Com isso, o mercado exige uma compensação para o risco de *default*, refletindo em taxas de juros mais altas. Porém, taxas de juros mais altas pioram a condição fiscal do país, o que levaria a taxas de juros ainda mais altas, colocando-o em um ciclo vicioso.

Parece claro, portanto, que as expectativas dos agentes quanto à sustentabilidade fiscal do país são cruciais na determinação da não-linearidade da relação entre a dívida pública e as taxas de juros dos títulos públicos de longo prazo. É uma tarefa das mais complicadas entender como se formam as expectativas dos agentes, mas podemos perceber que o mercado tem uma tolerância limitada com o nível de endividamento dos países. Neste sentido, o termo “*debt intolerance*” cunhado por Reinhart, Rogoff e Savastano (2003) para explicar porque os países emergentes enfrentam intolerância por parte do mercado a suas dívidas externas a

níveis bem inferiores dos países avançados, pode ser elucidativo. Para estes autores, os agentes impõem limites de tolerância à dívida principalmente de acordo com o histórico de *defaults* e inflação.

Se este argumento é válido para a dívida externa, possivelmente também será para a dívida como um todo. E se o mercado tem uma tolerância maior com a dívida pública dos países avançados, então o nível limite de dívida em razão do PIB a partir do qual a relação com a taxa de juros de longo prazo se tornará não linear é menor nos países emergentes – como é o caso do Brasil – do que nos avançados.

No próximo capítulo examinaremos mais detalhadamente o modelo de Greenlaw *et al.* (2013) para explicar como se dá a relação não linear entre a dívida pública e a taxa de juros dos títulos públicos de longo prazo, mostrando como as expectativas dos agentes atuam no comportamento desta relação.

### **3 DÍVIDA PÚBLICA, JUROS DE LONGO PRAZO E NÃO-LINEARIDADE: A HIPÓTESE DAS EXPECTATIVAS E O MODELO DE GREENLAW *ET AL.* (2013)**

No capítulo anterior analisamos cuidadosamente os efeitos da dívida pública sobre a economia e, mais especificamente, a relação entre o endividamento do governo e as taxas de juros de longo prazo. Vimos, então, que deve haver uma relação não linear entre estas variáveis. Tal não-linearidade surge em um contexto no qual as expectativas dos agentes acerca da possibilidade do governo ser incapaz de cumprir suas obrigações fazem com que eles exijam um retorno maior nos títulos públicos para que continuem a financiar o governo. Porém, com juros mais altos, a dívida irá crescer ainda mais, aumentando o temor dos investidores, que exigirão juros ainda mais altos, colocando o governo em um ciclo vicioso.

Neste sentido, a relação não linear entre a dívida pública e as taxas de juros dos títulos públicos de longo prazo caracteriza uma crise fiscal, que pode culminar, ou não, em repúdio parcial ou completo da dívida. Portanto, a análise dos resultados de alguns modelos de repúdio da dívida pública pode ser de grande interesse para este trabalho.

Neste capítulo, então, percorreremos um caminho entre conceitos fiscais e modelos que devem ser importantes para uma melhor compreensão do modelo que queremos apresentar. Em primeiro lugar, abordaremos o conceito de sustentabilidade fiscal e os efeitos das trajetórias fiscais insustentáveis. Em seguida, vamos apresentar o resultado de alguns modelos que estudam a relação entre a dívida pública e as taxas de juros de longo prazo, primeiramente, de maneira linear, para, em seguida, abordar os modelos de crise fiscal e *default* que flertam com a não-linearidade através da sugestão da existência de equilíbrios múltiplos. Estes modelos destacam o importante papel das expectativas na dinâmica das taxas de juros. Por fim, vamos apresentar o modelo de Greenlaw *et al.* (2013), que expõe a relação não linear entre a dívida pública e os custos de financiamento do governo e será a base para a nossa análise empírica.

#### **3.1 UMA TRAJETÓRIA FISCAL SUSTENTÁVEL**

O primeiro passo para a compreensão da dinâmica não linear da relação entre a dívida pública e as taxas de juros de longo prazo é entender a dinâmica da sustentabilidade da dívida pública. Entendendo o conceito de sustentabilidade fiscal e os efeitos de uma trajetória fiscal insustentável, podemos perceber como e por que as expectativas dos agentes acerca da

dinâmica fiscal do governo têm tanta influência sobre as taxas de juros dos títulos públicos de longo prazo.

### 3.1.1 Entendendo a sustentabilidade fiscal

O conceito de sustentabilidade fiscal refere-se à trajetória de endividamento do governo. Em poucas palavras, lida com o fato de o governo estar ou não encaminhando-se para um grau excessivo de acumulação de dívidas que acabaria por redundar num processo de repúdio de seus compromissos com credores e/ou numa eventual aceleração de preços (Luporini, 2006). A questão remete-se, então, a como caracterizar um contexto de endividamento excessivo.

De acordo com Luporini (2006, p. 3):

O governo acumula dívidas na medida em que consistentemente implementa uma política fiscal que implica na geração de déficits fiscais persistentes. Do ponto de vista da sustentabilidade fiscal, o problema representado pelo acúmulo de déficits fiscais abrange duas questões. Por um lado, na medida em que os déficits fiscais aproximam-se do montante de recursos que representam colateral para o endividamento ou da capacidade tributária do governo, as taxas de juros tendem a se elevar, encarecendo o financiamento dos déficits fiscais e afetando a atividade econômica. Por outro lado, na medida em que os déficits se acumulam e as taxas de juros se elevam, os agentes econômicos passam a questionar se o governo está ou não implementando um esquema Ponzi no qual há novas rodadas de endividamento para fazer frente ao serviço do endividamento anterior, com o governo simplesmente rolando sua dívida indefinidamente. Nesse esquema, o valor-presente da dívida governamental supera os superávits fiscais esperados que possam eventualmente fazer frente ao endividamento e os agentes econômicos detentores de títulos governamentais se recusarão a financiar o governo.

Os efeitos da insustentabilidade fiscal podem ser extremamente danosos ao país, como veremos mais adiante. Levando em consideração apenas o governo, déficits sistemáticos e endividamento crescente tendem a limitar a capacidade de implementar políticas fiscais expansionárias com o intuito de engendrar um processo de crescimento econômico sem com isso gerar desconfianças a respeito de sua instância fiscal.

Uma trajetória fiscal insustentável terá efeitos importantes sobre as expectativas dos agentes – e, conseqüentemente, sobre as taxas de juros – em razão de como se espera que o governo agirá para diminuir sua dívida. Em princípio, um governo pode reduzir o nível de seu endividamento de quatro formas distintas: repúdio, um imposto sobre ativos representados pelos títulos governamentais, redução do endividamento via imposto inflacionário, e pagamento via produção de superávits primários. A primeira e segunda opções, embora possam parecer atraentes na medida em que supostamente permitem ao governo “recomeçar

do zero”, possuem um alto custo em termos de credibilidade já que ameaçam a capacidade de obter novos empréstimos ou podem precipitar uma fuga de ativos. A terceira opção envolve o engajamento em políticas inflacionárias. Na medida em que um aumento inesperado da taxa de inflação reduz o valor real do estoque da dívida e de seu serviço, políticas inflacionárias são tão mais efetivas em reduzir o endividamento quanto maior for a participação relativa de títulos de longa maturidade e denominados em termos nominais. Como as três primeiras opções envolvem um alto custo em termos de credibilidade, a maior parte dos governos com supostos problemas de sustentabilidade fiscal costuma optar por corte de gastos e/ou aumento de impostos – como foi o caso, por exemplo, de Espanha, Portugal, Irlanda e Grécia nos primeiros anos da década de 2010 –, ainda que essa última opção tenha se mostrado bastante trabalhosa politicamente.

Há maneiras distintas de se analisar se a política fiscal de um governo é sustentável ou não e os principais indicadores de sustentabilidade fiscal presentes na literatura são: a razão dívida/PIB e a restrição orçamentária intertemporal do governo<sup>5</sup>. Porém, estas análises são formuladas em ambientes sem incerteza. Quando há incerteza, contudo, uma política fiscal pode ser sustentável num determinado contexto e tornar-se insustentável em outro em que as condições econômicas não mais prevaleçam (Bohn, 1991; 1995; 1998).

Um exemplo importante na literatura econômica sobre a dinâmica fiscal dos governos é Blanchard (1984) e seus resultados já indicavam a importância das expectativas dos agentes. Estudando a relação entre a dívida e os déficits públicos e as taxas de juros reais, ele construiu um modelo para analisar a noção de sustentabilidade e pensar sobre seus determinantes. Segundo o autor, se fosse o caso de que algum país estivesse gerando déficits insustentáveis e se visse forçado, em algum ponto do futuro, a repudiar a dívida seja explicitamente ou através de depreciação inflacionária, então a crescente incerteza gerada pelos déficits deveria contrabalancear seu efeito expansionário.

O modelo não nos diz, porém, o que acontece quando um programa fiscal corrente parece insustentável. Mas, segundo o autor, é provável que um programa não se torne insustentável de repente, e sim que agentes comecem a levar a possibilidade de repúdio em conta. O que acontece depende do tipo de *default* que os agentes antecipam. Se eles antecipam tentativas de depreciar a dívida através da inflação em algum ponto do futuro, eles vão requerer uma taxa de juros nominal mais alta em novas emissões de títulos públicos e

---

<sup>5</sup> Ver Luporini (2006) para detalhes.

privados. Apenas se a dívida pública for de maturidade suficientemente longa o governo poderá usar com sucesso a inflação para repudiar parte da dívida.

Com isso, há uma clara indicação da literatura de que as expectativas dos agentes têm papel crucial na dinâmica fiscal dos governos. Estas expectativas, como veremos, não apenas têm influência sobre a caracterização da sustentabilidade fiscal do governo, mas também influenciam a formação das taxas de juros dos títulos públicos de longo prazo e podem ter efeito gerador de crises fiscais.

### **3.1.2 Os efeitos das trajetórias fiscais insustentáveis**

Antes de ir mais fundo na análise da relação entre dívida e juros, é importante entender os possíveis efeitos das trajetórias fiscais insustentáveis, pois é o medo de que tais efeitos se manifestem que transparece nas expectativas dos agentes.

Como foi visto, a política fiscal é insustentável quando o governo tenta se comportar de uma maneira que viola sua restrição orçamentária. Em tal situação, em algum ponto haverá uma força que o obrigará a abandonar essa tentativa. E a mudança forçada tem maior probabilidade de se dar na forma de uma crise do que de uma transição suave. Tipicamente, a crise envolve uma contração aguda na política fiscal, um grande declínio na demanda agregada, grandes repercussões nos mercados de capital e de câmbio, e talvez repúdio da dívida do governo (Romer, 2011).

A possibilidade de uma crise fiscal cria custos adicionais aos déficits. Alguns dos mais importantes surgem porque uma crise provavelmente irá elevar sobremaneira os preços dos bens estrangeiros. Quando o déficit orçamentário de um país apresenta uma piora considerável, seu superávit de conta capital e financeira provavelmente também vai seguir a mesma trajetória. Ou seja, a economia provavelmente vai se mover de uma situação em que os estrangeiros estão comprando grandes quantidades de ativos do país para uma situação em que estão comprando pouco ou nada. Mas isto significa que a balança comercial deve se mover rapidamente em direção ao superávit. Para que isto aconteça, deve haver uma grande depreciação da taxa de câmbio real.

Tal depreciação real reduz o bem-estar através de vários canais. Como corresponde a um aumento do preço real dos bens estrangeiros, diminui o bem-estar diretamente. Além disso, tende a aumentar a produção em setores exportadores e que competem com importações, e a reduzi-la em todos os outros setores. Ou seja, é um choque setorial que induz

a realocação de trabalho e outros fatores de produção entre os setores. Uma vez que a realocação não é instantânea, o resultado é um aumento temporário do desemprego. Finalmente, a depreciação provavelmente provocará o aumento da inflação. Como os trabalhadores compram alguns bens estrangeiros, a depreciação aumenta o custo de vida e, portanto, cria uma pressão para aumento nos salários. Além disso, como alguns insumos e máquinas são importados, a depreciação eleva os custos das firmas.

Outros grandes custos das crises fiscais advêm do fato de que elas desestabilizam os mercados de capitais. *Default* do governo, preços dos ativos despencando e produção em queda provavelmente levarão à falência muitas firmas e intermediários financeiros. Ademais, como as dívidas das firmas e dos intermediários são frequentemente denominadas em moedas estrangeiras, a depreciação real piora diretamente suas situações financeiras e, portanto, contribui para aumentar as falências. As falências causam uma perda de informações e de relações de longo prazo que ajudam a direcionar o capital e outros recursos para seus usos mais produtivos. E mesmo quando as firmas e os intermediários não vão à falência por causa da crise, a piora em suas posições financeiras amplificam os efeitos das imperfeições do mercado financeiro. Um efeito destas rupturas no mercado financeiro é a queda nos investimentos.

As crises fiscais também podem ter outros custos. Uma vez que elas são inesperadas, a tentativa do governo de implementar uma política insustentável aumenta a incerteza. Repúdio e outras falhas em pagar a dívida podem reduzir a habilidade do governo de se financiar no futuro. Finalmente, uma crise pode levar a políticas nocivas, tais como restrições de comércio exterior, hiperinflação e altas taxas de impostos sobre o capital.

### 3.2 A DÍVIDA PÚBLICA, AS TAXAS DE JUROS DE LONGO PRAZO E AS CRISES FISCAIS

Uma vez que tomamos consciência da importância da sustentabilidade fiscal na dinâmica da dívida do governo e de seus efeitos sobre as taxas de juros de longo prazo, podemos ir um pouco mais fundo nesta relação. De fato, há uma literatura extensa de modelos teóricos que preveem efeitos positivos de aumentos na razão dívida/PIB do país sobre as taxas de juros de longo prazo. Podemos, contudo, nos ater a trabalhos recentes. Laubach (2009) e Engen e Hubbard (2004), por exemplo, consideram previsões teóricas do efeito da dívida nos juros numa análise de equilíbrio parcial, utilizando uma função de produção agregada e arbitrariamente assumindo efeitos de *crowding out* da dívida sobre o capital físico. Neste

caso, a taxa de juros é determinada pelo produto marginal do capital, que aumentaria devido a diminuição do estoque de capital provocada pelos efeitos de *crowding out* de um aumento da dívida pública.

Kinoshita (2006), por sua vez, considera a determinação das taxas de juros em um cenário de equilíbrio geral e desenvolve um modelo de equilíbrio geral dinâmico de uma economia com não-neutralidade da dívida. A dívida do governo é não-neutra quando uma mudança em sua trajetória (enquanto se mantém a solvência do governo através do ajuste dos impostos *lump-sum*) afeta a trajetória de equilíbrio da economia. Na economia considerada pelo autor, novas gerações entram a uma taxa constante. Quando o governo adia a taxação (emitindo dívida hoje e se comprometendo a aumentar os impostos no futuro), as gerações que nascerem no futuro irão suportar parte do aumento dos impostos. As gerações atualmente vivas não internalizam totalmente a futura carga de impostos associada aos cortes de impostos de hoje, o que implica que o corte de hoje vale mais que o valor-presente descontado de todos os impostos futuros. Neste sentido, as gerações presentes percebem parte da dívida como riqueza líquida e aumentam o consumo através da diminuição do capital físico. Portanto, aumentando o nível corrente da dívida e trocando a riqueza através das gerações, o governo deprime a acumulação de capital e causa o aumento dos juros.

O modelo de Kinoshita (2006) estende Buitier (1988) ao incorporar uma função de produção neoclássica e uma função de utilidade com elasticidade constante da utilidade marginal<sup>6</sup>. Nesta economia, quando a taxa de nascimento é positiva, a dívida do governo afeta o equilíbrio das taxas de juros de longo prazo através do *crowding out* do capital físico. Portanto, a condição chave que gera não-neutralidade da dívida é a entrada de novas gerações, i.e., a taxa de nascimento positiva. Em outras palavras, quando a taxa de nascimento é positiva, títulos do governo provocam o *crowding out* de capital físico através do efeito riqueza. Um nível maior de dívida do governo é associado a um nível mais baixo de capital físico, o que se traduz em maior retorno marginal do capital. Isto é, em essência, o mecanismo pelo qual a dívida do governo afeta as taxas de juros de longo prazo.

Estes modelos, portanto, corroboram a existência de uma relação positiva importante entre a dívida pública e as taxas de juros de longo prazo. Esta relação depende de fundamentos importantes da economia, mas há fortes indícios de que as expectativas dos

---

<sup>6</sup> Assume-se que capital físico e títulos do governo são substitutos perfeitos, então as taxas de juros dos títulos públicos são sempre iguais ao produto marginal do capital físico. Esta suposição é central quando se relaciona um-a-um o nível da dívida pública e o capital físico de um lado, e as taxas de juros de outro.

agentes desempenham um papel crucial nesta dinâmica. O que queremos mostrar é que o endividamento excessivo do governo pode afetar as expectativas do mercado de tal maneira que a relação entre a dívida pública e as taxas de juros de longo prazo se torna não linear, podendo dar início a uma crise fiscal. Portanto, encontramos nos modelos de crises fiscais e *default* da dívida pública uma base importante para corroborar nossas ideias, principalmente em modelos com equilíbrios múltiplos.

Há na literatura econômica importantes estudos sobre como a falta de habilidade do governo de se comprometer com futuras escolhas de política pode gerar múltiplos equilíbrios. O primeiro trabalho que aborda este ponto no contexto do repúdio da dívida é o de Calvo (1988), que mostra em um simples modelo de financiamento soberano em dois períodos que, para certos valores dos parâmetros, existem dois equilíbrios “Pareto-ranqueados”. Já Alesina, Prati e Tabellini (1990) mostram que, mesmo se o governo tiver um custo de *default* discreto, sua necessidade de rolar a dívida pode levar a um duplo equilíbrio. Em um equilíbrio, uma crise ocorre no primeiro período e o governo repudia sua dívida inicial. No outro equilíbrio, o governo consegue rolar a dívida inicial no primeiro período e, eventualmente, a paga. Eles mostram que alongar a maturidade da dívida inicial do governo de um para dois períodos pode, em alguns casos, remover a possibilidade do equilíbrio com crise. Outros trabalhos que abordam crises da dívida incluem Giavazzi e Pagano (1990), Detragiache (1996), Cole e Kehoe (1998) e Romer (2011). Vamos focar em Calvo (1988), Cole e Kehoe (1998) e Romer (2011)

Calvo (1988) introduz de forma consistente o papel das expectativas na ocorrência de crises fiscais. Ele se debruça sobre a discussão que questiona se a mera existência de obrigações do governo não seria responsável pela existência de equilíbrios múltiplos de Phelps-Pollak<sup>7</sup>. Segundo o autor, isto ocorre, provavelmente, porque o repúdio (parcial) esperado da dívida tenderia a ser refletido nas taxas de juros dos títulos públicos (aumentando-as), enquanto quanto maior a carga da dívida, maior seria a tentação de repudiá-

---

<sup>7</sup> Phelps e Pollak (1968) desenvolveram um modelo cuja base é a ideia de que cada consumidor se importa não apenas com seu próprio nível de consumo, mas também com os níveis de consumo de seus descendentes: há *altruísmo*, então os indivíduos também poupam para deixar herança. Baseados em uma visão específica acerca da avaliação dos consumidores sobre seu próprio consumo e o consumo das gerações futuras, Phelps e Pollak mostraram que o equilíbrio das taxas de poupança pode às vezes estar muito baixo. Posteriormente, o modelo de Phelps-Pollak foi reformulado nos termos das escolhas de consumo de um único indivíduo com preferências com inconsistência temporal. Segundo Calvo (1988), a maior parte da atenção que a inconsistência temporal da política ótima recebeu da literatura econômica se dirigiu à identificação dos fatores responsáveis pela inconsistência temporal, aos mecanismos que garantem a consistência temporal e à caracterização da política ótima quando os planejadores atuais leva em consideração a incapacidade de fazerem comprometer-se futuros – o que leva ao conceito de equilíbrio primeiramente examinado por Phelps e Pollak (1968).

la. Portanto, seria possível gerar um equilíbrio com baixos juros e baixo repúdio, coexistindo com um equilíbrio de altos juros e alto repúdio. De fato, soluções múltiplas são possíveis mesmo quando seus exemplos assumem um horizonte finito, e a existência de títulos públicos pode ser o fator de gatilho para a não-singularidade.

Calvo (1988) arquiteta seu modelo em três etapas. Em primeiro lugar, o autor discute essas questões nos termos de um modelo não-monetário com um indivíduo representativo. Ele constrói um modelo de dois períodos em que a dívida pública é contraída no primeiro período e paga no segundo; os impostos são distorcionários e, portanto, o governo tem um incentivo para renegar a dívida. A fim de se obter um equilíbrio com dívida pública positiva, o autor assume que o repúdio da dívida é custoso, e que este custo é proporcional ao montante de dívida sendo repudiado. Além disso, ele assume que os indivíduos sabem o modelo relevante; portanto, uma vez que não há incerteza, a taxa de juros líquida de equilíbrio dos títulos públicos (ajustada pelo repúdio da dívida) é igual à taxa de retorno do capital (o custo de oportunidade dos fundos privados). O resultado principal desta análise é que se um equilíbrio com dívida pública positiva existe, então existem, em geral, dois pontos de equilíbrio: um equilíbrio “bom” Pareto-eficiente no qual não há repúdio da dívida, e um equilíbrio “mau” Pareto-ineficiente, no qual a dívida é parcialmente repudiada.

Em uma segunda análise, o autor foca em uma economia monetária com títulos não-indexados. Obviamente, neste contexto a inflação é equivalente a algum tipo de repúdio, mas repúdio *negativo* deve ser permitido uma vez que não se pode descartar a deflação. A fim de se compor a análise nos termos de um modelo monetário padrão, o autor segue Barro e Gordon (1983a,b) e modifica o modelo anterior assumindo que mudanças nos preços são custosas. Isto é suficiente para gerar resultados qualitativamente similares aos do modelo não-monetário. Típico de uma economia monetária, contudo, os dois equilíbrios são Pareto-ineficientes. No equilíbrio (relativamente) bom, a inflação e a taxa de juros nominal dos títulos públicos são mais baixas do que no equilíbrio mau.

Por fim, a análise é estendida para uma economia aberta em que estrangeiros possuem uma parte positiva do total da dívida pública. O objetivo principal desta análise é estabelecer uma ligação com a teoria relativamente bem desenvolvida do financiamento soberano. O autor mostra que equilíbrios múltiplos ainda podem ocorrer neste novo contexto, e que o efeito do aumento da participação de estrangeiros no mercado sobre a taxa de juros dos títulos depende se a economia se acomodará no equilíbrio bom ou no ruim.

A mensagem central que emerge deste trabalho é que as expectativas devem ter um papel crucial na determinação do equilíbrio quando a dívida do governo é leiloada ao público, e não há nenhuma tentativa de gerenciar as expectativas ou de fixar as taxas de juros dos títulos públicos.

Cole e Kehoe (1998), por sua vez, examinaram a política fiscal ótima em um modelo de equilíbrio geral dinâmico e estocástico no qual crises auto-realizáveis podem ocorrer. O ponto chave do modelo, que permite a ocorrência de crises auto-realizáveis, é a rolagem da dívida. Por causa deste fator, a falta de liquidez induzida pela impossibilidade de se vender nova dívida pode levar a um *default* auto-realizável. Eles mostram que, se fundamentos – tais quais o nível da dívida pública, sua estrutura de maturidade e o estoque de capital privado – se encontram dentro de determinada faixa (a zona de crise), a probabilidade de repúdio da dívida é determinada pelas crenças dos participantes dos mercados. Os autores destacam também que os governos são motivados a reduzir suas dívidas e a sair da zona de crise uma vez que este movimento leva a um *boom* econômico e à redução das taxas de juros dos títulos públicos.

Para examinar a política fiscal ótima, eles construíram um equilíbrio temporalmente consistente do modelo com uma estrutura de Markov na qual uma crise pode ocorrer com uma probabilidade positiva sempre que o nível e a estrutura de maturidade da dívida do governo e o estoque de capital privado estão na zona de crise. Eles mostram que, dentro da zona de crise, a atividade econômica do país é deprimida em proporção à probabilidade da crise ocorrer. Segundo os autores, o governo considerará uma escolha ótima reduzir a dívida a fim de se sair da zona de crise, uma vez que isto gerará crescimento dos investimentos, da produção, do consumo e da receita do governo, enquanto haverá queda da taxa de juros da dívida pública. Eles também mostram que, se a probabilidade de que os agentes em equilíbrio considerem uma crise é alta, então o governo quererá ajustar sua dívida a fim de sair da zona de crise imediatamente.

Segundo o modelo de Cole e Kehoe (1998), crises da dívida podem tomar duas formas. Por um lado, os medos de *default* por parte dos banqueiros internacionais são auto-realizáveis. Por outro lado, o medo de um *default* futuro por parte do governo leva investidores domésticos a reduzirem o nível de investimento real, o que diminui a produção futura e, portanto, torna possível uma crise financeira subsequente, mesmo quando um crise não seria possível se o nível de investimento não tivesse caído. Além disso, é importante notar que a causalidade, neste modelo, vai das expectativas para as taxas de juros e o modelo

implica que a única maneira de evitar uma crise da dívida é evitar as condições nos fundamentos que tornam ela possível: em particular, nível da dívida relativamente alto com uma estrutura de maturidade curta.

Romer (2011), por sua vez, construiu um modelo de crise da dívida a partir de um simples modelo da tentativa do governo de emitir dívida. Ele focou em questões sobre o que poderia causar nos investidores aversão à compra de dívida a qualquer taxa de juros, e também se é provável que tal crise ocorra inesperadamente.

O modelo tem, pelo menos, quatro implicações interessantes. Em primeiro lugar, o autor mostra que há uma força que tende a criar múltiplos equilíbrios na probabilidade de *default*. Quanto maior a probabilidade de *default*, maior a taxa de juros que os investidores demandam; mas quanto maior a taxa de juros que os investidores demandam, maior a probabilidade de *default*.

Uma questão natural que surge é se o governo pode evitar a multiplicidade de equilíbrios emitindo a dívida à taxa de juros de equilíbrio mais baixa. A resposta depende de como os investidores formam suas expectativas da probabilidade de *default*. Uma possibilidade é que eles assumam por tentativa que o governo consegue, com sucesso, emitir dívida à taxa de juros que está oferecendo; eles então compram títulos públicos se o retorno esperado dada esta hipótese ao menos se iguala ao retorno sem risco. Neste caso, o governo pode emitir dívida à taxa de juros de equilíbrio mais baixa. Mas esta não é a única possibilidade. Por exemplo, suponha que cada investidor acredite que os outros investidores acreditam que o governo vai repudiar a dívida com certeza, e que os outros, portanto, não estão dispostos a adquirir títulos públicos a nenhuma taxa de juros. Então, nenhum investidor compra dívida e a crença se prova correta.

A segunda implicação do modelo é que grandes diferenças nos fundamentos não são necessárias para grandes diferenças de resultados. Uma razão para isto é a multiplicidade já citada. Assim, duas economias podem possuir fundamentos similares, mas em uma haver um equilíbrio em que o governo consegue emitir dívida a uma baixa taxa de juros, enquanto na outra o único equilíbrio significar o governo ser incapaz de emitir dívida à qualquer taxa de juros.

Em terceiro lugar, o modelo sugere que o repúdio, quando ocorre, sempre será inesperado. Ou seja, e isto deve valer para casos realistas, não deve haver uma situação em

que os investidores acreditem que a probabilidade de *default* é substancial, mas estritamente menor do que 1. Como resultado, repúdios da dívida são sempre uma surpresa.

Por fim, o modelo sugere que o repúdio depende não apenas de crenças auto-realizáveis, mas também dos fundamentos. Em particular, um aumento no montante que o governo quer tomar emprestado, um aumento na taxa de juros de segurança e uma queda na distribuição da receita potencial tornam o *default* mais provável. Portanto, o modelo indica que maior dívida, maior taxa de retorno requerida e baixa receita futura tornam o *default* mais provável.

Romer (2011) também propõe uma versão do modelo com múltiplos períodos, levantando questões adicionais interessantes. Por exemplo, se há três períodos, um investidor no período 0 pode não querer comprar títulos do governo porque acredita que no período 1 outros devem achar que no período 2 investidores devem acreditar que não há uma taxa de juros que valha a pena para que eles possuam títulos públicos.

Esta discussão implica que é racional para os investidores se preocuparem com as crenças dos outros investidores sobre a solvência do governo, com as crenças dos outros investidores sobre as crenças dos outros investidores, e assim por diante. Essas crenças afetam a habilidade do governo de cumprir com o serviço da dívida e, portanto, o retorno esperado de quem tem posse dos títulos. Uma implicação adicional é que uma mudança no mercado da dívida, ou mesmo uma crise, pode ser causada por informações não sobre os fundamentos, mas sobre crenças sobre fundamentos, ou crenças sobre crenças sobre fundamentos.

Esses modelos, portanto, corroboram nossa hipótese de que as expectativas dos agentes em relação à trajetória fiscal do governo pode gerar uma situação em que a dívida pública e a taxa de juros de longo prazo se relacionam de maneira não linear, em um ciclo vicioso em que uma alimenta o crescimento da outra. Queremos mostrar, então, que a partir de certo patamar, a dívida do governo afeta as expectativas dos agentes quanto a sua sustentabilidade fiscal e, com isso, provoca um aumento agudo nas taxas de juros de longo prazo.

### 3.3 O MODELO DE GREENLAW *ET AL.* (2013)

O modelo que iremos apresentar agora embasará a análise empírica que será desenvolvida no próximo capítulo e está presente em Greenlaw *et al.* (2013). Trata-se de um modelo dinâmico simples no qual as expectativas do futuro têm um papel importante. Antes

de analisar o modelo em si, contudo, é importante ir um pouco mais fundo na discussão da sustentabilidade fiscal do governo.

### 3.3.1 A dinâmica da sustentabilidade fiscal

Considere um país com PIB nominal no ano  $t$  de  $Y_t$  e dívida nominal soberana de  $B_t$ . Seja  $S_t$  o superávit primário nominal, ou seja, a receita do governo menos os gastos em todas as categorias exceto os gastos com juros, sendo o déficit primário correspondente ao valor negativo de  $S_t$ . Se  $R_t$  é a taxa de juros nominal média da dívida soberana do governo, temos a seguinte identidade contábil<sup>8</sup>:

$$B_{t+1} = (1 + R_t)(B_t - S_t). \quad (3.1)$$

Dividindo ambos os lados de (3.1) pelo PIB no ano  $t+1$ , temos:

$$\frac{B_{t+1}}{Y_{t+1}} = \frac{Y_t}{Y_{t+1}} \frac{1}{Y_t} (1 + R_t)(B_t - S_t). \quad (3.2)$$

Vamos simplificar as magnitudes como razão do PIB de tal maneira que

$$b_t = \frac{B_t}{Y_t}; s_t = \frac{S_t}{Y_t};$$

e seja  $r_t$  definido por

$$1 + r_t = \frac{(1+R_t)Y_t}{Y_{t+1}}. \quad (3.3)$$

Então, (3.2) pode ser escrito como

$$b_{t+1} = (1 + r_t)(b_t - s_t). \quad (3.4)$$

Se  $g_t$  denota a taxa de crescimento nominal do PIB entre  $t$  e  $t+1$ ,

$$Y_{t+1} = (1 + g_t)Y_t. \quad (3.5)$$

Note que  $r_t$  em (3.3) é, aproximadamente, a taxa de juros nominal  $R_t$  menos a taxa de crescimento nominal do PIB  $g_t$ :

$$r_t \approx R_t - g_t. \quad (3.6)$$

---

<sup>8</sup> Se  $R_t$  é interpretada como a média ponderada da taxa de juros de toda a dívida soberana do governo, a equação (1) é uma identidade contábil exata. Em nosso trabalho empírico, nós utilizamos, seguindo Greenlaw et al. (2013) entre outros, a taxa de juros dos títulos públicos de 10 anos como indicador chave dos interesses de longo prazo.

Suponha que um país possua um custo de financiamento líquido constante  $r^*$  e queira manter uma razão dívida/PIB constante  $b^*$ . Então, (3.4) implica que seria necessário um superávit primário  $s^*$  que satisfizesse

$$b^* = (1 + r^*)(b^* - s^*) \quad (3.7)$$

$$s^* = \frac{r^* b^*}{1 + r^*}. \quad (3.8)$$

Para entender as implicações desta condição, é útil considerar dois casos separados.

### 3.3.1.1 Caso 1: $R_t > g_t$

Primeiro, suponha que a taxa de juros nominal em *steady-state* é maior do que a taxa de crescimento do PIB nominal, de tal maneira que  $r^*$  é positivo. Neste caso, a equação (3.8) indica que o superávit primário deve ser suficiente para cobrir os pagamentos de juros do estoque da dívida pública em *steady-state*  $b^*$ . Note que com um valor positivo constante para  $r^*$ , a equação em diferença associada com (3.4) é explosiva:

$$b_{t+1} = (1 + r^*)(b_t - s^*). \quad (3.9)$$

Se o governo fosse manter um valor constante  $s^*$  para o superávit primário e se a razão dívida/PIB fosse sempre crescer para algum  $b' > b^*$ , então a dívida iria continuar a crescer a partir daquele ponto sem limite relativo ao PIB. O governo teria que, por fim, ou promover uma reforma fiscal (aumento de impostos ou corte dos gastos) para chegar a um novo montante de superávit primário  $s'$  dado por  $s' = r^* b' / (1 + r^*)$ , ou então repudiar parte da dívida para trazê-la de volta ao nível  $b^*$  que é sustentável dado o superávit primário em *steady-state*  $s^*$  que o país é efetivamente capaz de manter. Como Reinhart e Rogoff (2009) documentaram, repúdios parciais foram implementados com certa frequência na história, pelo menos em parte através de inflação inesperada. Isto poderia causar uma redução na carga da dívida ao aumentar a taxa de crescimento nominal realizada  $g_t$  relativa à taxa de juros nominal *ex ante*  $R_t$ . Contudo, se há qualquer antecipação do *default* ou da inflação, seria esperado que afetasse a taxa de juros  $R_t$ , um ponto que será retomado na subseção 3.3.2.

### 3.3.1.2 Caso 2: $R_t < g_t$

Suponha agora que a taxa de juros nominal da dívida pública é menor do que a taxa de crescimento nominal da economia. Neste caso,  $r^*$  é negativo e (3.8) indica que o governo poderia manter um déficit primário perpetuamente ( $s^* < 0$ ) sem aumentar a razão dívida/PIB.

Por exemplo, se o custo de financiamento é  $R_t = 2\%$  e o PIB está crescendo a uma taxa  $g_t = 3\%$ , então os gastos do governo poderiam exceder suas receitas perpetuamente em cerca de 1% da dívida pública  $b^*$  sem aumentar a razão dívida/PIB.

Além disso, neste caso quando  $r^* < 0$ , a equação em diferença (3.9) é estável. Se o país começar com valores em *steady-state*  $s^*$ ,  $r^*$  e  $b^*$  satisfazendo (3.8) e então se mover para um déficit maior permanente (ou seja, um valor  $s' < s^*$  mais negativo), o resultado seria um aumento ao longo do tempo na razão dívida/PIB a partir do nível inicial  $b^*$ . Mas o caminho não é explosivo e eventualmente se estabilizaria em um novo valor  $b' = s'(1 + r^*)/r^*$ .

Contudo, estas vantagens da dívida pública não podem ser aceitas independentemente de quão grande a dívida se torna em relação ao PIB. Como já foi visto, teórica e empiricamente, o aumento da dívida pública em relação ao PIB provavelmente virá acompanhado do aumento do custo de financiamento do governo  $R_t$ . Isto significa que, enquanto deve haver uma gama de valores para o superávit primário em *steady-state* que seriam consistentes com a sustentabilidade fiscal de longo prazo, uma vez que a dívida do governo se torna tão grande que resulte em um valor positivo de  $r^*$ , a sustentabilidade da trajetória fiscal vai, mais uma vez, exigir que (3.8) seja satisfeita.

### 3.2.2 As expectativas e a não-linearidade

Vamos examinar agora o modelo dinâmico de Greenlaw *et al.* (2013) no qual as expectativas do futuro têm um papel importante. Considere um governo que começa o período  $t$  possuindo uma dívida em relação ao PIB dada por  $b_t$ , tem um custo de financiamento líquido de  $r_t$ , e entrega um superávit primário em relação ao PIB dado por  $s_t$ . Isto implicaria em uma razão dívida PIB para o período  $t+1$  dada pela equação (3.4). Suponha que do período  $t+1$  em diante, o governo estará em uma trajetória fiscal sustentável e lidará com um custo de financiamento líquido em *steady-state* dado por  $r^*$ . Suponha também que, baseados no passado do país e em sua política, os credores acreditem que um superávit primário de longo prazo  $s^*$  poderia ser mantido com credibilidade, implicando em uma razão dívida/PIB sustentável dada por  $b^* = s^*(1 + r^*)/r^*$ . A questão que importa é: o que acontece se o valor de  $b_{t+1}$  resultante da equação (3.4) for maior do que  $b^*$ , ou seja, o que acontece se

$$(1 + r_t)(b_t - s_t) > b^*? \quad (3.10)$$

Uma possibilidade é que o país obtenha sucesso em implementar uma reforma fiscal permanente, aumentando impostos ou cortando gastos de tal maneira que consiga produzir um

superávit permanente de valor  $s'$  que seria necessário para cobrir o serviço da dívida que estaria em débito no próximo período de acordo com o lado esquerdo da equação (3.10):

$$(1 + r_t)(b_t - s_t) = s'(1 + r^*)/r^*.$$

Neste caso, os credores do governo iriam inclusive receber o retorno nominal  $R_t$  prometido. Mas, outra possibilidade diante dos credores é que poderia haver um *default* parcial ou inflação surpresa sobre a dívida do governo, com a sustentabilidade fiscal restaurada ao reduzir a carga da dívida a um nível em que seu serviço pode ser pago sem que se aumente o valor corrente  $s^*$  do superávit primário, isto é, um *default* ou inflação surpresa que traga a razão dívida/PIB do próximo período de volta ao valor sustentável  $b^*$ . Neste último caso, o valor da dívida pública pós-*default* no começo do período  $t+1$  é dado por  $\tilde{B}_{t+1}$ ,

$$\tilde{B}_{t+1} = b^*Y_{t+1} = b^*(1 + g_t)Y_t. \quad (3.11)$$

No caso de um *default* completo desta magnitude, os investidores acabariam recebendo um retorno nominal de  $\tilde{R}_t$  em vez do retorno prometido  $R_t$ , onde  $\tilde{R}_t$  é caracterizado por

$$\tilde{B}_{t+1} = (1 + \tilde{R}_t)(B_t - S_t). \quad (3.12)$$

Se  $\pi_t$  denota a probabilidade de sucesso da reforma percebida pelos credores, então os títulos soberanos renderão um retorno esperado  $R_t^e$  dado por

$$1 + R_t^e = \pi_t(1 + R_t) + (1 - \pi_t)(1 + \tilde{R}_t). \quad (3.13)$$

Substituindo (3.11) e (3.12) em (3.13),

$$1 + R_t^e = \pi_t(1 + R_t) + (1 - \pi_t)\frac{b^*(1+g_t)}{b_t-s_t}. \quad (3.14)$$

Dividindo ambos os lados de (3.14) por  $1+g_t$  podemos expressar esta condição em termos da taxa de juros líquida da taxa de crescimento:

$$1 + r_t^e = \pi_t(1 + r_t) + (1 - \pi_t)\frac{b^*}{b_t-s_t}. \quad (3.15)$$

Dado o retorno esperado sobre a dívida soberana líquido da taxa de crescimento ( $r_t^e$ ), a probabilidade percebida de uma reforma fiscal bem-sucedida  $\pi_t$ , o nível sustentável da razão dívida/PIB  $b^*$ , e a situação fiscal corrente resumida por  $b_t - s_t$ , a equação (3.15) determina  $r_t$ , a taxa de juros líquida que o governo deve prometer sobre a dívida soberana. Por exemplo, se o retorno esperado é a taxa sustentável de longo prazo ( $r_t^e = r^*$ ) e se a situação fiscal corrente é

consistente com a sustentabilidade de longo prazo (que, a partir de (3.7), requer  $\frac{b^*}{b_t - s_t} = 1 + r^*$ ), então (3.15) afirma que a taxa de juros líquida  $r_t$  seria caracterizada por

$$1 + r^* = \pi_t(1 + r_t) + (1 - \pi_t)(1 + r^*)$$

ou  $r_t = r^*$ . Em outras palavras, sob as condições especificadas, o governo pode se financiar a sua taxa sustentável de longo prazo. Contudo, à medida que  $b_t - s_t$  cresce em relação à  $b^*$  de tal maneira que  $\frac{b^*}{b_t - s_t} < 1 + r^*$ , a condição (3.15) significa que a taxa  $r_t$  de financiamento corrente do governo excederá  $r^*$  como compensação aos credores pela incerteza acerca do sucesso da reforma fiscal.

A condição (3.15), portanto, caracteriza o cenário instável em que os governos podem se achar à medida que o nível da dívida aumenta em relação ao PIB. Se os credores não estão certos de que o superávit primário aumentará suficientemente para cubrir a crescente despesa com os juros, eles devem demandar uma taxa de juros mais alta para compensar a possibilidade de *default* ou inflação. Contudo, a partir de (3.4), uma taxa de juros  $r_t$  maior significa que a situação da dívida no próximo período será ainda mais complicada do que seria com uma taxa de juros menor.

A análise acima assumiu uma avaliação *risk-neutral* da dívida soberana, mas é justo modificá-la para permitir a presença de prêmio de risco. Seja  $\bar{R}_t$  a taxa de juros nominal *risk-neutral* e  $\pi_t^Q$  o preço de mercado no tempo  $t$  de um título *state-contingent* que promete pagar  $1 + \bar{R}_t$  dólares no ano  $t+1$  se, e somente se, o país pagar os credores exatamente o que prometeu a eles. Se os investidores fossem *risk-neutral*,  $\pi_t^Q$  seria igual à probabilidade objetiva da reforma  $\pi_t$ . De maneira geral, o valor de  $\pi_t^Q$  refletiria tanto a probabilidade objetiva da reforma  $\pi_t$  quanto qualquer prêmio de risco requerido pelo mercado, e é algumas vezes indicado como a medida-Q de probabilidade da reforma. Por exemplo, se os credores têm como função objetivo

$$E_t \sum_{j=0}^{\infty} \beta^j U(C_{t+j}),$$

onde  $\beta$  é um fator de desconto pessoal e  $C_{t+j}$  é o consumo real futuro, então, em equilíbrio,

$$\pi_t^Q = \pi_t(1 + \bar{R}_t)E \left[ \frac{\beta U'(C_{t+1})P_t}{U'(C_t)P_{t+1}} \mid \Omega_t, Z_{t+1} = 1 \right],$$

onde  $P_t$  é o preço em dólar do bem de consumo e a expectativa objetivo é calculada condicional ao conjunto de informações disponíveis na data  $t$  ( $\Omega_t$ ) acrescido do conhecimento de que não haverá *default* em  $t+1$  (denotado por  $Z_{t+1} = 1$ ). Neste caso, o retorno  $r_t$  da dívida soberana ajustado ao crescimento deveria satisfazer

$$1 + \bar{r}_t = \pi_t^Q (1 + r_t) + (1 - \pi_t^Q) \frac{b^*}{b_t - s_t},$$

que simplesmente substitui a probabilidade objetiva  $\pi_t$  em (3.15) pela medida-Q de probabilidade  $\pi_t^Q$ .

Esta análise, portanto, identifica três fatores que poderiam levar a um aumento repentino dos custos de financiamento  $r_t$  do governo:

a) Notícias que indiquem uma deterioração significativa da situação fiscal do país, ou seja, um aumento em  $b_t - s_t$ ;

b) Uma queda na probabilidade objetiva de que o país irá completar com sucesso as reformas fiscais necessárias para retornar a uma trajetória sustentável, ou seja, uma queda em  $\pi_t$ ;

c) Um aumento no prêmio de risco da dívida soberana, ou seja, uma queda em  $\pi_t^Q$  em relação a  $\pi_t$ .

Em resumo, este modelo deixa claro que a existência de uma relação não linear entre a dívida pública e os custos de financiamento do governo se fundamenta nas expectativas dos agentes quanto à sustentabilidade fiscal deste governo. É importante salientar que tais expectativas possivelmente terão como base os fundamentos do país. Porém, é possível que as expectativas também levem em consideração as condições financeiras globais (Baldacci e Kumar, 2010; Jaramillo e Weber, 2012), o histórico de *default* do país (Reinhart, Rogoff e Savastano, 2003) e a condição fiscal e econômica de países semelhantes.

No próximo capítulo, analisaremos se os resultados propostos pela teoria e observados em alguns casos explorados pela literatura se aplicam à realidade brasileira dos últimos anos, introduzindo no debate a análise de Vetores Autorregressivos com Limiar, a fim de tentar captar a não-linearidade prevista na teoria.

Apesar de não enfrentar um endividamento tão expressivo quanto o dos países avançados no momento, os títulos públicos com vencimento em 10 anos<sup>9</sup> no Brasil são recentes, sua emissão começou em fevereiro de 2007. Porém, mesmo que não apresente níveis de dívida aparentemente tão elevados, é possível que a tolerância do mercado ao tamanho da dívida no Brasil, por ser um país emergente, seja bem menor do que em relação aos países avançados. Assim, deve ser possível observar a relação não linear entre a dívida pública do Brasil e os custos de financiamento do governo nos dados disponíveis.

---

<sup>9</sup> As taxas de juros dos títulos públicos de 10 anos são utilizadas na literatura como indicadores de longo prazo.

#### 4 ANÁLISE EMPÍRICA: TAXA DE JUROS DOS TÍTULOS PÚBLICOS DE LONGO PRAZO E DÍVIDA PÚBLICA NO BRASIL (2007-2013)

Nos capítulos anteriores, estabelecemos a base teórica para a possível existência de uma relação não linear entre a dívida pública e a taxa de juros dos títulos públicos de longo prazo. A partir do modelo de Greenlaw *et al.* (2013) – e considerando também os outros modelos expostos – podemos afirmar que países com altos níveis de dívida pública estão vulneráveis a entrarem em um ciclo vicioso no qual o temor do mercado em relação à capacidade do país de cumprir suas obrigações eleva as taxas de juros dos títulos soberanos, o que, por sua vez, torna o problema da dívida mais severo.

A análise empírica realizada por Greenlaw *et al.* (2013) revela que países avançados com níveis de dívida acima de 80% do PIB e déficits persistentes em conta corrente estão vulneráveis a uma rápida deterioração fiscal como resultado da dinâmica de pontos de inflexão. Estes resultados foram obtidos a partir da estimação da seguinte equação:

$$R_{it} = \alpha_i + \gamma_t + \beta_1 b_{i,t-1} + \beta_2 c_{i,t-1} + \beta_3 b_{i,t-1}^2 + \beta_4 c_{i,t-1}^2 + \beta_5 b_{i,t-1} \cdot c_{i,t-1} + \varepsilon_{it}$$

onde  $R_{it}$  é a taxa de juros nominal dos títulos de longo prazo do governo do país  $i$  no ano  $t$ ,  $b_{i,t-1}$  é a dívida pública bruta em relação ao PIB do país  $i$  no período anterior,  $c_{i,t-1}$  é o saldo em conta corrente em relação ao PIB do país  $i$  também no período anterior,  $\alpha_i$  são os efeitos fixos e  $\gamma_t$  os efeitos de tempo.

Mas, como esta relação transparece nos países emergentes? Ou, mais especificamente, como é a relação entre a dívida pública e a taxa de juros dos títulos de longo prazo no Brasil? É possível estabelecer a relação não linear presente tanto na teoria quanto na análise dos países avançados em Greenlaw *et al.* (2013)?

Neste capítulo, portanto, iremos apresentar a análise do caso brasileiro. Diferentemente de Greenlaw *et al.* (2013) que utilizam um painel para a análise econométrica, pois observam diversos países, utilizaremos a abordagem de Vetores Autorregressivos (VAR). Uma vez que queremos analisar efeitos não lineares, utilizaremos o modelo VAR não linear, chamado Autorregressão Vetorial com Limiar (*Threshold Vector Autoregression*, doravante TVAR), uma extensão da análise de autorregressão vetorial capaz de lidar com relações não lineares. Conforme observa Balke (2000), o TVAR é uma forma relativamente simples e intuitiva de se capturar não-linearidades geradas, por exemplo, por mudanças de regimes e assimetrias.

## 4.1 NÃO-LINEARIDADE E METODOLOGIA

### 4.1.1 As dimensões da não-linearidade

Diversas relações econômicas podem ser caracterizadas pela presença de não-linearidade e o estudo teórico da macroeconomia tem se empenhado cada vez mais na especificação de modelos não lineares. Este aspecto da dinâmica econômica pode ser recente na análise empírica da relação entre a dívida pública e as taxas de juros, mas já permeia a teoria há alguns anos, como foi visto no capítulo anterior. Além disso, outros campos da macroeconomia também têm desenvolvido importantes trabalhos teóricos que destacam relações não lineares. Um exemplo de destaque é o mecanismo do acelerador financeiro: a função preço para financiamento externo com respeito ao patrimônio líquido dos empresários é convexa, como em Bernanke, Gertler e Gilchrist (1999). Ainda assim, a maior parte das pesquisas aplicadas utilizando séries temporais se assenta em modelos lineares que podem não capturar determinados efeitos se eles apenas se materializarem sob circunstâncias particulares. De fato, a não-linearidade pode ser uma das razões porque modelos empíricos lineares algumas vezes falham em capturar efeitos que foram demonstrados convincentemente em artigos teóricos.

Capturar não-linearidades em trabalhos empíricos é, portanto, um exercício desafiador, como o desenvolvimento da literatura teórica já demonstrou. São duas as principais questões a serem estudadas a partir de modelos de séries temporais não lineares. Em primeiro lugar, pode-se estudar as diferenças nas características dos choques. Neste sentido, diferentes tipos de choques podem afetar as variáveis macroeconômicas desproporcionalmente. Choques podem se diferenciar tanto em relação à direção (choques positivos *vs.* negativos) quanto em relação à magnitude (choques pequenos *vs.* grandes). Em segundo lugar, não-linearidades podem surgir devido a diferenças nas condições iniciais (dependências de regime), o que pode caracterizar equilíbrios múltiplos.

Se o sistema é caracterizado por não-linearidade, então poderia se esperar efeitos desproporcionais em resposta a choques de diferentes magnitudes. De maneira equivalente, a direção de um choque gerará efeitos assimétricos se a não-linearidade estiver presente. O que é mais importante é que estes mecanismos podem operar em uma extensão diferente dependendo se a economia estiver muito vulnerável ou não quando o choque ocorrer. Portanto, em contraste com os modelos lineares, as condições iniciais podem levar a uma propagação heterogênea dos choques (Schmidt, 2013).

#### 4.1.2 A importância de se capturar a dinâmica não linear

A análise de impulso-resposta é uma ferramenta amplamente usada na macroeconometria para avaliar as respostas dinâmicas de choques exógenos. Funções de impulso-resposta (IRFs<sup>10</sup>) são essencialmente previsões contrafactuais cuja precisão espera-se que diminua à medida que o horizonte de previsão aumenta. A maioria dos VARs assume que a estrutura do sistema multivariado é linear. Como salientado por Jordà (2005), uma questão crucial, portanto, é se um VAR (linear) é uma aproximação apropriada do verdadeiro processo gerador dos dados (DGP<sup>11</sup>). Se este não é o caso, o erro de especificação produzirá previsões incorretas e os resultados da análise IRF serão, conseqüentemente, de pouco ou nenhum uso.

Uma vez que se interprete um VAR padrão como uma aproximação (linear) do verdadeiro DGP, pode-se definir a IRF adequadamente. Desfazendo-se dos índices de tempo para simplificar a notação e definindo  $Y$  como um vetor de todas as defasagens das variáveis do sistema VAR, bem como seus respectivos parâmetros, uma previsão um passo adiante seguindo um choque em  $y_i$  é definida como:

$$f(Y, y_i^0 + \varepsilon_i) = f(Y, y_i^0) + \varepsilon_i \frac{\partial}{\partial y_i} f(Y, y_i^0).$$

O último termo pode ser interpretado como a previsão do primeiro horizonte da IRF correspondente. O tamanho e a direção do choque  $\varepsilon_i$  alimentam o sistema com proporcionalidade estrita se a forma funcional de  $f$  em  $y_i$  é linear. É por esta razão que nenhuma diferença entre as várias magnitudes e direções dos choques pode ser investigada em VARs lineares padrões; eles são, por definição, simétricos. Um ponto ainda mais importante é que, quando  $f$  é não linear, sua primeira derivada depende do valor de  $y_i^0$ . Isto mostra que as condições iniciais são decisivas para a propagação dos choques sempre que a dinâmica das relações for não linear. O impacto da natureza dos choques, seja sua magnitude, direção ou ambos, se materializa de maneira condicional ao regime que os choques impactam. Em outras palavras, condições iniciais servem como um mecanismo de choques amplificado (ou atenuado). Por isso, dependências de regime importam na primeira ordem. Como consequência, as condições iniciais definem em que extensão os choques de diferentes tamanhos e direções geram não-linearidades. Será mostrado adiante que VARs não lineares são as ferramentas apropriadas para capturar esta condicionalidade.

---

<sup>10</sup> Do inglês *Impulse Response Functions*.

<sup>11</sup> Do inglês *Data-generating Process*.

### 4.1.3 A abordagem TVAR

O TVAR é um sistema de equações multivariado não linear que modela a não-linearidade e pode ser estimado via Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). TVARs condicionam ao ambiente inicial e aproximam o DGP não linear através de diversos DGPs regime-dependentes, que são por si sós lineares. Cada regime é definido por limites (iguais a determinados valores da variável limiar) e os coeficientes do sistema VAR são específicos para cada regime. O TVAR pode ser especificado como segue:

$$Y_t = A^{(1)} + B^{(1)}(L)Y_{t-1} + (A^{(2)} + B^{(2)}(L)Y_{t-1})I[s_{t-d} > \gamma] + U_t,$$

onde  $Y_t$  é um vetor de variáveis endógenas,  $I$  é uma função indicadora que assume o valor 1 quando a variável limiar  $s_t$ , com  $d$  defasagens, é inferior ao valor crítico limiar (*threshold*)  $\gamma$ , e 0, caso contrário. O parâmetro  $d$  é conhecido por parâmetro de defasagem (*delay parameter*) e é desconhecido, devendo ser estimado juntamente com os outros parâmetros do modelo. Assim, o modelo identifica dois regimes distintos com base nos valores de  $s_{t-d}$  e  $\gamma$ .

Analisando esta equação é possível perceber que, ao longo da trajetória completa de  $s_t$ , o sistema autorregressivo apresenta uma trajetória não linear; porém, ao dividir-se essa trajetória em duas partes (ou seja, onde  $s_t$  for menor do que o valor limiar e onde  $s_t$  for maior do que o valor limiar), o sistema apresenta um comportamento linear em cada uma de suas divisões.

De fato, conforme observa Tong (1978), há a possibilidade de que o espaço no qual o sistema está definido seja composto de pelo menos dois subespaços. Embora tal sistema seja linear em todos os segmentos, ele irá operar de forma não linear se considerado o espaço como um todo. Na modelagem autorregressiva com efeito limiar (TAR), define-se uma variável limiar para capturar o movimento do sistema de um espaço para o outro (Tsay, 1989). No modelo TVAR, a assimetria descrita pela equação anterior permite que o vetor de constantes  $A$  e as matrizes de coeficientes  $B(L)$  variem entre os regimes.

A variável limiar  $s_t$  pode ser modelada de forma a pertencer ao vetor  $Y_t$ , permitindo que a mudança de regime seja endogenamente determinada pelo sistema. Assim, como o VAR considera todas as variáveis endógenas, um choque em qualquer uma das variáveis presentes no vetor  $Y_t$  pode, através de seu impacto sobre a variável  $s_t$ , induzir a uma mudança de regime.

O modelo TVAR descrito acima pode ser classificado como um caso especial de modelos de mudança de regime mais gerais como os *Markov-switching* VARs (MSVARs). Modelos de mudança de regime quase sempre impõem mudanças exógenas. Como visto em Hamilton (1989), modelos *Markov-switching* têm sido aplicados na maior parte das vezes para distinguir entre períodos de recessão e expansão. Contudo, a suposição de que o estado latente é exógeno é um tanto quanto irrealista em um contexto de deterioração fiscal em que movimentos endógenos devem levar a mudanças de regime. Modelos com mudanças endógenas devem, portanto, ser mais apropriados para capturar dinâmicas não lineares se, como comumente é o caso, os regimes estão associados a estados “bom” e “ruim” da economia.

Nos modelos MSVAR, a variável estado geralmente não é observável. MSVARs, portanto, sofrem de uma falta de manipulação do processo de mudança de regime subjacente, uma vez que a(s) variável(is) que causa(m) a mudança de regime não pode(m) ser identificada(s). Por outro lado, os modelos TVAR modelam explicitamente o processo de mudança de regime endógeno. TVARs podem, portanto, ser vistos como um tipo de MSVAR com mudança endógena. A vantagem dos modelos TVAR é que neles a mudança de regime é passível de manipulação, apesar de requererem a escolha de uma variável limiar de maneira a endogeneizar a mudança de regime.

Modelos de mudança de regime têm sido amplamente aplicados em estudos sobre mercados financeiros, que estão sujeitos a mudanças repentinas nos parâmetros estatísticos subjacentes às respectivas séries temporais<sup>12</sup>. TVARs, em particular, têm sido empregados na literatura sobre efeitos assimétricos da política monetária. Esta literatura tem seu foco, principalmente, no contexto doméstico e tem sido aplicada principalmente aos EUA. Esta questão foi tratada empiricamente em primeiro lugar por Cover (1992) e tem sido investigada com o uso de VARs não lineares por diversos autores (Weise, 1999; Balke, 2000; Atanasova, 2003). Ultimamente, TVARs e VARs de transição suave (*Smooth Transitions* VARs) têm sido usados para avaliar o efeito da política fiscal em tempos de crise em contraste com períodos mais tranquilos (Wichmann, 2012; Fazzari, Morley e Panovska, 2013; Schmidt, 2013). Até o momento desta pesquisa, não havia registros do uso de TVARs na literatura das taxas de juros dos títulos públicos de longo prazo.

---

<sup>12</sup> Para maior compreensão ver Ang e Timmermann (2011).

#### 4.1.4 Funções de Impulso-Resposta Não Lineares

Em um modelo linear, as IRFs podem ser derivadas diretamente dos coeficientes estimados e as respostas estimadas são simétricas tanto em termos do sinal quanto do tamanho dos choques estruturais. Além disso, estas IRFs são constantes ao longo do tempo uma vez que a estrutura da covariância não se altera. Contudo, estas propriedades convenientes não estão presentes na classe de modelos não lineares, como mostrado por Potter (1995) e Koop, Pesaran e Potter (1996). A representação de média móvel do TVAR é não linear nos distúrbios estruturais  $U_t$ , pois alguns choques podem levar a mudanças entre regimes e, portanto, sua decomposição de Wold<sup>13</sup> não existe. Conseqüentemente, em contraste com os modelos lineares, não podemos construir os impulsos-resposta como caminhos que as variáveis seguem após o choque inicial, assumindo que nenhum outro choque atinja o sistema (Afonso, Baxa e Slavik, 2011). Para lidar com estas questões, Koop *et al.* (1996) propuseram funções de impulsos resposta não lineares (ou funções de impulso-resposta generalizadas, GIRFs<sup>14</sup>) definidas como a diferença entre os caminhos previstos das variáveis com e sem o choque na variável de interesse.

A abordagem se assenta sobre a simulação dos dados dependendo do regime em que o sistema se encontra no momento em que o choque atinge a economia. A vantagem das GIRFs não está apenas na possibilidade que se obtém de analisar respostas dependentes ao regime, mas também na possibilidade de se analisar choques de diferentes tamanhos e direções. Devido a esta dependência em relação à história e aos choques, as GIRFs surgem como o arcabouço apropriado para analisar as dimensões de não-linearidade mencionadas anteriormente, tais como dependências de regime, assimetrias (choques positivos *vs.* negativos) e não-linearidade dos choques (choques pequenos *vs.* grandes).

Formalmente, as GIRFs são definidas como:

$$GIRF_y(k, \epsilon_t, \Omega_{t-1}) = E(Y_{t+k} | \epsilon_t, \Omega_{t-1}) - E(Y_{t+k} | \Omega_{t-1}),$$

onde  $Y_{t+k}$  é um vetor de variáveis no horizonte  $k$ ,  $\Omega_{t-1}$  é o conjunto de informações disponíveis antes do momento  $t$  do choque. Esta formulação implica que as funções de impulso-resposta

<sup>13</sup> O teorema de decomposição de Wold implica que qualquer processo estocástico fracamente estacionário, puramente não-determinístico, pode ser decomposto em um par de processos não-correlacionados, um determinístico e o outro uma média móvel.

<sup>14</sup> Do inglês *Generalized Impulse Response Functions*.

dependem das condições iniciais e que não há nenhuma restrição a respeito da assimetria dos choques.

Portanto, de modo a se obter a informação completa acerca da dinâmica do modelo, os impulsos-resposta devem ser simulados para diferentes tamanhos e direções dos choques. O algoritmo se constrói como segue. Em primeiro lugar, os choques nos períodos de 0 a  $q$  são esboçados a partir dos resíduos do modelo VAR estimado. Então, para cada valor inicial existente, para cada ponto de nossa amostra, esta sequência de choques é alimentada através do modelo para produzir previsões condicionais às condições iniciais. Estes passos são repetidos para a mesma condição inicial e o mesmo conjunto de resíduos, exceto para o choque na variável de interesse, que é definido como  $\pm 1$  erro padrão e  $\pm 2$  erros padrão no tempo 0.

Em segundo lugar, calculam-se as previsões condicionais aos choques e às condições iniciais com e sem o choque adicional em  $t = 0$ , e a diferença entre estes dois é a função de impulso-resposta. Este procedimento é replicado 500 vezes para cada condição inicial, e então computam-se as médias sobre as condições iniciais para cada regime para se obter a média dos impulsos-resposta de ambos os regimes.

## 4.2 ESCOLHA DAS VARIÁVEIS: QUESTÕES ECONOMETRICAS E FATOS ESTILIZADOS

Com a metodologia bem estabelecida, devemos agora nos concentrar nas variáveis do modelo. É importante identificar na literatura empírica e teórica acerca dos países emergentes as variáveis que constroem o modelo mais robusto possível para se estudar a relação entre a dívida pública e as taxas de juros dos títulos públicos de longo prazo. Porém, dadas as peculiaridades do modelo TVAR, devemos encontrar o melhor arranjo para o sistema endógeno não linear, levando em consideração também as características do mercado de dívida pública brasileiro nos últimos anos.

### 4.2.1 O mercado de dívida pública dos países emergentes nos últimos anos

Os mercados domésticos de dívida pública das economias emergentes cresceram acentuadamente desde a metade dos anos 1990, conduzidos por fatores internos e globais. A implementação de políticas macroeconômicas sadias foi crucial para o desenvolvimento destes mercados, incluindo ajustes fiscais, a redução da inflação e a reforma do setor bancário adotada em função da crise asiática. O desenvolvimento da estrutura institucional e da

microestrutura dos mercados de títulos, assim como a melhoria dos mercados financeiros em geral, também foi determinante. Além disso, o surgimento de superávits de conta corrente em muitas economias emergentes reduziu a necessidade de emissão externa e o crescente interesse de investidores locais – particularmente de fundos de pensão – teve um papel decisivo no desenvolvimento dos mercados de dívida domésticos. O ambiente econômico global após a crise financeira de 2008 também ajudou à medida que os títulos em moeda local dos países emergentes despertou o interesse cada vez maior dos investidores estrangeiros, em parte porque a queda das taxas de juros nas principais economias impeliu os investidores internacionais a buscarem maiores rendimentos nos mercados de dívida emergentes.

À medida que os mercados de títulos domésticos se desenvolveram, os governos puderam trocar o financiamento externo pelo financiamento em moeda local, reduzindo as vulnerabilidades em relação à taxa de câmbio. Em 2011, a dívida doméstica dos países emergentes representava quase 85% da dívida geral na média, contra 67% em 2000 (Jaramillo e Weber, 2012). Os investidores internacionais também estão cada vez mais atraídos por títulos públicos em moeda local dos países emergentes.

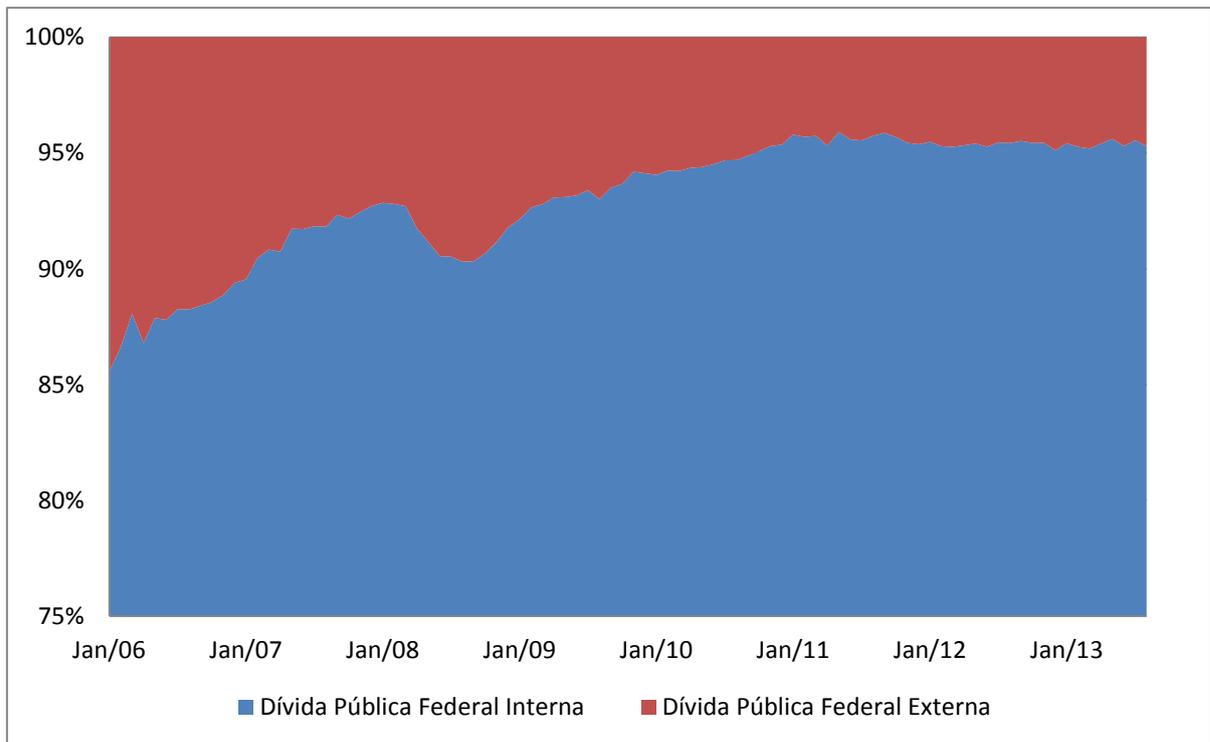
Os juros dos títulos públicos domésticos estão intimamente ligados aos fundamentos macroeconômicos dos países. Países com maiores balanços fiscais tendem a apresentar menores juros nos títulos, enquanto países com maior dívida tendem a ter maiores taxas de juros nos títulos públicos domésticos (Jaramillo e Weber, 2012).

Para o caso do Brasil, segundo dados do Tesouro Nacional, a Dívida Pública Federal (DPF), em dezembro de 2013, representava cerca de R\$ 2,1 trilhão, sendo 95,5% de dívida interna e o restante de dívida externa. Esta predominância da dívida doméstica (isto é, com custódia e denominação em moeda local), como nos outros países emergentes, é uma característica recente resultante do gerenciamento ativo da dívida e da política macroeconômica favorável, que permitiram mitigar a exposição externa e reduzir significativamente os riscos associados ao perfil da dívida. O Gráfico 1 ilustra a evolução recente da participação da dívida interna na DPF.

É importante destacar que, tanto em termos de tamanho absoluto quanto se tomarmos por base o tamanho do PIB dos países, o mercado doméstico de títulos do Brasil é um dos maiores do mundo (Silva, Paiva e Carvalho, 2009). Esta é uma informação relevante dado o consenso existente entre os especialistas de que há uma relação estreita entre o desenvolvimento de um mercado e seu tamanho. Uma grande escala é importante para dar

suporte à liquidez e à profundidade do mercado, bem como para atrair uma base ampla de investidores sofisticados com potencial para construir grandes posições (Itaú Corretora, 2007).

**Gráfico 1 – Participação da Dívida Pública Federal Interna e Externa na DPF**



Fonte: Tesouro Nacional

Outro importante aspecto a ser destacado é o fato de o mercado de títulos públicos brasileiro ser um dos mais líquidos dentre as economias emergentes. Nos últimos anos, o governo brasileiro vem adotando uma série de medidas para incentivar o desenvolvimento das estruturas a termo de taxas de juros, melhorar a liquidez do mercado e ampliar a base de investidores.

Até o ano de 1995, grande parte da dívida doméstica brasileira estava atrelada à taxa SELIC<sup>15</sup>. O ambiente econômico desestabilizado pela alta inflação fazia necessária a emissão de títulos com diferentes denominações, prazos e indexações, principalmente vinculados à correção monetária e à taxa de juros. Em períodos de incerteza, títulos como as Letras

<sup>15</sup> Em julho de 1995, a parte da dívida atrelada à taxa SELIC representava 79,1% da dívida, enquanto os títulos prefixados eram apenas 8,5% e com prazo de emissão bastante reduzido, de até dois meses (Silva, Paiva e Carvalho, 2009).

Financeiras do Tesouro (LFTs), indexadas à taxa SELIC, possuem forte demanda, já que não incorrem em perdas caso a taxa de juros oscile.

Foi apenas a partir de 1995, com a maior estabilidade macroeconômica, possibilitada principalmente pelo Plano Real, que passou a ser possível um processo de desindexação da dívida pública. O Tesouro Nacional, então, iniciou a readaptação de instrumentos utilizados no gerenciamento de dívida por intermédio da emissão de títulos prefixados. Adiante, o processo de ajuste fiscal iniciado em 1999, baseado em um programa consistente de estabilidade fiscal, adoção de metas de inflação e mudanças estruturais, como a Lei de Responsabilidade Fiscal, permitiu a obtenção de superávits primários consecutivos, que foram suficientes para um ciclo virtuoso nas contas fiscais (Silva, Paiva e Carvalho, 2009).

Principalmente a partir de 2000, os melhores fundamentos da economia brasileira, com resultados fiscais significativos, e o ambiente internacional mais favorável permitiram diversos avanços no gerenciamento da dívida pública, com visíveis melhoras na composição da dívida, por meio do desenvolvimento do mercado de títulos prefixados e de títulos referenciados por índices de preços, pela menor exposição cambial e pelo alongamento da dívida pública (Silva, Paiva e Carvalho, 2009). Desde então, a persistência na implementação de medidas que visam ao objetivo principal da dívida pública, qual seja, à minimização dos custos de longo prazo, respeitada a manutenção de níveis prudentes de riscos, aliada às boas condições macroeconômicas, permitiu que a estrutura da dívida alcançasse um perfil qualitativamente bem superior ao observado no passado, com reflexos positivos no aperfeiçoamento do mercado de dívida.

A implementação de diversas outras medidas, principalmente de 2003 em diante, levou a uma melhora significativa do mercado de títulos públicos no Brasil. Uma das principais medidas foi a criação da curva de juros prefixados de médio/longo prazos com o lançamento das Notas do Tesouro Nacional série F (NTN-Fs) com vencimento em 2008, títulos com prazos bem mais longos que os verificados para outros instrumentos prefixados. Em 2007, a estrutura de emissão dos títulos prefixados foi definida para padronizar os títulos, consolidando prazos de referência (*benchmark*) no mercado, conforme a prática nos mercados internacionais. Assim, para as NTN-Fs, as emissões foram definidas com prazos de 3, 5 e 10 anos, consolidando sua posição como papel de referência da parte média/longa da curva.

Diante disto, nossa análise engloba o mercado doméstico brasileiro de títulos a fim de buscar uma melhor compreensão sobre a relação entre a dívida pública e a taxa de juros dos

títulos públicos de longo prazo. Infelizmente, os dados das taxas de juros dos títulos públicos de longo prazo no Brasil são escassos, uma vez que os títulos de 10 anos prefixados (NTN-Fs) começaram a ser emitidos apenas em fevereiro de 2007. Mesmo diante deste detalhe inconveniente, utilizamos as taxas de juros destes títulos como variável de juros de longo prazo. A próxima seção contém mais detalhes.

#### 4.2.2 A definição das variáveis

A literatura que estuda a relação entre as variáveis fiscais e as taxas de juros revela alguns pontos importantes que dificultam a identificação dos efeitos que vigoram neste domínio. Em primeiro lugar, tanto o desempenho fiscal quanto as taxas de juros são endógenos com respeito ao ciclo de negócios. Uma queda cíclica no PIB real, por exemplo, tende a levar à redução do balanço fiscal (aumentando os déficits) à medida que as receitas com impostos diminuem e o governo gasta mais com compensações ao desemprego e outros auxílios à renda. Ao mesmo tempo, as taxas de juros caem à medida que a autoridade monetária afrouxa a política e a demanda por moeda e crédito se reduz. Isto introduz uma correlação positiva espúria entre o balanço fiscal e as taxas de juros que pode tornar obscuros os efeitos estruturais negativos já discutidos (Gruber e Kamin, 2012).

Várias formas de controle para esta endogeneidade já foram propostas pelos economistas que trabalharam com esta questão. Em suas análises das taxas de juros dos EUA, Laubach (2009) e Engen e Hubbard (2005) se abstraem das condições correntes utilizando como variáveis explanatórias projeções de variáveis fiscais para 5 anos adiante ao invés de utilizarem seus valores correntes, além de utilizarem como variável dependente os juros dos títulos de longo prazo indicados pelos mercados futuros 5 anos adiante ao invés de seus valores correntes. Além disso, alguns pesquisadores utilizam alguma medida de crescimento do PIB ou do hiato do produto como variável explanatória para controlar para condições de negócios, assim como uma medida das taxas de juros de curto prazo.

Em nosso trabalho, como já salientado, utilizamos a abordagem de vetores autorregressivos para empreender a análise estatística das variáveis. Nesta abordagem, todas as variáveis são tratadas como endógenas. Portanto, não há necessidade de se utilizar as expectativas das taxas de juros futuras como variável de interesse a fim de se controlar a endogeneidade do modelo.

A variável fiscal que utilizamos para construir o modelo foi a dívida pública bruta do Brasil em relação ao PIB. Esta é a variável limiar do nosso modelo TVAR. Optamos pela dívida bruta em detrimento da dívida líquida para possibilitar comparações com resultados já obtidos na literatura e devido a melhor poder preditivo apresentado. Segundo Greenlaw *et al.* (2013), isto deve se dar devido à importância de responsabilidades extrapatrimoniais, que estão implicitamente refletidas no componente da dívida bruta que é devida aos fundos fiduciários do governo, mas excluídos da dívida líquida. Além disso, há a possibilidade de manipulação política da dívida líquida em relação à bruta.

Segundo Greenlaw *et al.* (2013), outro determinante importante do custo de financiamento de um país poderia ser o déficit em conta corrente. Busiere e Fratzscher (2006) e Busiere (2013) mostraram que este é um previsor chave de crises financeiras em economias emergentes. Déficit públicos e débitos em conta corrente aparecem constantemente juntos, com o governo efetivamente financiando seu déficit com empréstimos externos.<sup>16</sup> Quanto mais a dívida pública está em posse de estrangeiros, maiores os incentivos políticos para o governo repudiar a dívida. Em um mercado racional, isto se traduziria em maior custo de financiamento soberano. De maneira alternativa, se o governo toma emprestado de bancos domésticos que, por sua vez, são amplamente capitalizados por empréstimo externo, a dívida pública pode estar em posse de agentes domésticos, mas a economia política poderia funcionar exatamente como no caso em que a dívida está diretamente em posse de estrangeiros (Greenlaw *et al.*, 2013). Por estas razões, também utilizamos a razão do saldo da conta corrente em relação ao PIB em nossa análise.

Outras variáveis incluídas no modelos foram a taxa SELIC anualizada para controlar para efeitos da política monetária sobre a estrutura a termo da taxa de juros, a taxa de juros dos títulos de longo prazo dos EUA, para levar em consideração as condições de liquidez global e a taxa de câmbio para considerar a entrada de capital externo e a sensibilidade dos títulos soberanos em relação ao risco do mercado local. Inicialmente, também incluímos a expectativa da taxa de inflação acumulada em 12 meses e o índice IBC-Br para controlar pela posição cíclica do país, mas os resultados foram mais robustos excluindo estas variáveis. Provavelmente a taxa SELIC já capture seus efeitos.

---

<sup>16</sup> Por este motivo, optou-se por desconsiderar no modelo variáveis fiscais de fluxo como o déficit público ou o superávit primário, ou mesmo expectativas destas variáveis. O saldo em conta corrente já carrega o componente expectacional desejado para nossa análise, além de ser pouco utilizado na literatura.

Todas as variáveis são mensais, abrangendo o período de fevereiro de 2007 a dezembro de 2013. Os dados do saldo da conta corrente em relação ao PIB, da taxa de câmbio e taxa SELIC foram obtidos no site do Banco Central do Brasil. Os dados da dívida pública bruta em relação ao PIB e das taxas de juros dos títulos públicos de longo prazo do Brasil foram obtidos no site do Tesouro Nacional brasileiro. Já os dados das taxas de juros dos títulos públicos de longo prazo dos EUA foram obtidos no site da OCDE. Mais detalhes dos dados no Apêndice A.

### 4.3 ESPECIFICAÇÃO DO MODELO, ESTIMAÇÃO E TESTES

Uma vez que estabelecemos a metodologia e definimos as variáveis, podemos construir o modelo e estimar a relação. Antes, contudo, é necessário testar as variáveis para verificar a estacionaridade das séries a fim de se especificar um modelo relevante. Após os testes, obteremos a estimação de um VAR linear antes de testar a não-linearidade do modelo. Por fim, será realizada a estimação do TVAR e a análise das GIRFs do modelo.

#### 4.3.1 Raiz unitária, ordem de defasagem e estimação do VAR linear

O processo de estimação dos vetores autorregressivos tem, como primeiro passo, a verificação da estacionaridade das séries, a fim de se evitar que os resultados sejam provenientes de relações meramente espúrias e que choques temporários exerçam, indevidamente, impactos permanentes. Assim, inicialmente, foram implementados os testes de Dickey-Fuller Aumentado (ADF), KPSS, Phillips-Perron. A Tabela 1 apresenta os resultados dos testes para cada uma das variáveis que compõem o sistema VAR.

Os resultados dos testes ADF<sup>17</sup> observados na Tabela 1 mostram que apenas a razão do saldo da conta corrente em relação ao PIB e a taxa SELIC apresenta comportamento estacionário, ou seja, foi possível rejeitar a hipótese da presença de raízes unitárias nesta série. Para elevar a robustez desses resultados foram realizados testes KPSS, cuja hipótese nula é a de que a série é estacionária. Interessantemente, apenas os resultados para as séries das taxas de juros dos títulos públicos de longo prazo e da taxa SELIC corresponderam aos resultados do teste ADF. Dada a heterogeneidade entre os testes ADF e KPSS para algumas variáveis, foi implementado o teste de Phillips-Perron, que por sua vez confirmou os resultados do teste

---

<sup>17</sup> A especificação das séries é definida a seguir. Com constante e sem tendência: taxa de juros dos títulos públicos de longo prazo do Brasil, razão dívida/PIB e câmbio. Com constante e tendência: razão saldo da conta corrente/PIB, taxa SELIC e taxa de juros dos títulos públicos de longo prazo dos EUA.

ADF para todas as séries, exceto para a razão do saldo da conta corrente em relação ao PIB e da taxa SELIC.

**Tabela 1 – Testes de Estacionariedade**

(Dados mensais – 2007.2 a 2013.12)

	<b>ADF</b>	<b>KPSS</b> (Bandwidth: 4)	<b>KPSS</b> (Bandwidth: 12)	<b>Phillips-Perron</b> (Bandwidth: 4)	<b>Phillips-Perron</b> (Bandwidth: 12)
<b>Juros LP Br</b>	-1.640239	0.761618***	0.377250*	-1.846397	-1.903497
<b>Dív/PIB</b>	-1.843803	0.210490	0.115201	-1.883232	-2.101241
<b>CC/PIB</b>	-3.734810**	0.215195**	0.119126*	-2.116308	-2.243361
<b>Juros LP EUA</b>	-2.365579	0.097188	0.076533	-2.161272	-1.610373
<b>SELIC</b>	-4.092336***	0.081949	0.054132	-1.982915	-2.244853
<b>Câmbio</b>	-2.186075	0.251715	0.160585	-1.803814	-1.566217

Nota: (1) Elaboração própria com dados da pesquisa. (2) Os símbolos \*\*\*, \*\* e \* indicam rejeição da hipótese nula ao nível de significância de 1%, 5% e 10%, respectivamente. No caso dos testes ADF e Phillips, a hipótese nula é de raiz unitária. No teste KPSS, a hipótese nula é ausência de raiz unitária. (3) Resultados obtidos via pacote econométrico Eviews 7.

Uma possível explicação para esta divergência de resultados é a presença de quebras estruturais nas séries, que reduz ainda mais o poder dos testes de raiz unitária. O teste de raiz unitária de Zivot e Andrews é um teste que tem como hipótese nula um passeio aleatório com deslocamento e sem quebra. Implementando este teste nas séries de interesse não foi possível rejeitar a hipótese nula em nenhum dos casos. Com isso, utilizamos todas as variáveis em primeira diferença no sistema VAR, exceto a taxa SELIC<sup>18</sup>. A Tabela 2 mostra os resultados do teste ADF em primeira diferença.

**Tabela 2 – Testes de Estacionariedade**

(Dados mensais – 2007.2 a 2013.12)

	<b>ADF em diferença</b>
<b>Juros LP Br</b>	-7.769370***
<b>Dív/PIB</b>	-7.111511***
<b>CC/PIB</b>	-2.150048**
<b>Juros LP EUA</b>	-7.389953***
<b>SELIC</b>	na
<b>Câmbio</b>	-5.562345***

Nota: (1) Elaboração própria com dados da pesquisa. (2) Os símbolos \*\*\*, \*\* e \* indicam rejeição da hipótese nula de raiz unitária ao nível de significância de 1%, 5% e 10%, respectivamente. (3) Resultados obtidos via pacote econométrico Eviews 7.

O próximo passo para a modelagem do VAR é a escolha do número de defasagens do sistema. Para isso, os testes usuais forma aplicados, a saber, os critério de informação de Akaike (AIC), Schwarz (SC) e Hanna-Quinn (HQ), o critério do Erro de Predição Final (FPE)

<sup>18</sup> Dada a presença de variáveis com diferentes ordens de integração, a modelagem via vetores com correção de erros se mostrou inadequada, sendo por este motivo descartada.

e o critério da Razão de Verossimilhança (LR). A Tabela 3 apresenta os resultados destes testes.

**Tabela 3 – Seleção da Ordem de Defasagem do VAR**  
(Dados mensais – 2007.2 a 2013.12)

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-131.8500	NA	1.59e-06	3.675999	3.861398	3.750027
1	30.69893	294.7553	5.46e-08	0.301362	1.599155*	0.819557*
2	78.35243	78.78712	4.08e-08*	-0.009398*	2.400789	0.952963
3	104.3855	38.87608	5.57e-08	0.256386	3.778968	1.662914
4	138.9296	46.05878	6.34e-08	0.295211	4.930187	2.145906
5	182.9234	51.61938*	6.00e-08	0.082043	5.829413	2.376905
6	214.9719	32.47584	8.55e-08	0.187415	7.047180	2.926444
7	252.2894	31.84421	1.21e-07	0.152284	8.124443	3.335479

Nota: Cálculos realizados a partir do pacote econométrico Eviews 7.

O resultado, como notamos, é bem equilibrado. Com a exceção de LR, que sugeriu a utilização de 5 defasagens, temos a sugestão de 2 defasagens por dois critérios (FPE e AIC) e a sugestão de 1 defasagem também por dois critérios (SC e HQ). Após a realização de testes de autocorrelação, heterocedasticidade e normalidade nos resíduos, constatou-se que a inclusão de duas defasagens produz melhores resultados.

O último passo para a estimação do modelo VAR é a ordenação das variáveis. Como não há na literatura referências à estimação de modelos VAR para o estudo das taxas de juros dos títulos públicos de longo prazo, a ordenação das variáveis foi estabelecida seguindo os resultados do teste de causalidade de Granger, que indica se uma variável precede temporalmente – ou causa no sentido Granger – outra variável. Para um resultado mais robusto da estimação do modelo VAR, deve-se ordenar primeiramente as variáveis que não causam as outras no sentido de Granger, levando em consideração que as variáveis mais exógenas são ordenadas por último. A Tabela 4 apresenta os resultados do teste.

Diante disto, ordenamos as variáveis como segue: saldo da conta corrente em relação ao PIB, taxa de câmbio, dívida pública bruta em relação ao PIB, taxa de juros dos títulos públicos de longo prazo, taxa SELIC e taxa de juros dos títulos públicos de longo prazo dos EUA.

A estimação do modelo VAR proposto produziu resíduos não autocorrelacionados e estáveis, apesar de não passarem no teste de normalidade (o que não inviabiliza a análise do VAR) e serem heterocedásticos. Este resultado não nos preocupa, pois a análise do modelo

TVAR produziu resíduos bem comportados, o que também contribui para ratificar a validade do modelo não linear.

**Tabela 4 – Teste de Causalidade de Granger**

(Dados mensais – 2007.2 a 2013.12)

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
D_D_PIB does not Granger Cause D_CC_PIB	80	2.84047	0.0647
D_CC_PIB does not Granger Cause D_D_PIB		2.81746	0.0661
D_E does not Granger Cause D_CC_PIB	80	1.22564	0.2994
D_CC_PIB does not Granger Cause D_E		0.95876	0.3880
D_JUROS_LP does not Granger Cause D_CC_PIB	80	0.43260	0.6504
D_CC_PIB does not Granger Cause D_JUROS_LP		6.00018	0.0038
SELIC does not Granger Cause D_CC_PIB	80	1.44545	0.2421
D_CC_PIB does not Granger Cause SELIC		4.75241	0.0114
D_JUROS_LP_EUA does not Granger Cause D_CC_PIB	80	0.29473	0.7456
D_CC_PIB does not Granger Cause D_JUROS_LP_EUA		0.62303	0.5391
D_E does not Granger Cause D_D_PIB	80	2.76781	0.0692
D_D_PIB does not Granger Cause D_E		0.29774	0.7434
D_JUROS_LP does not Granger Cause D_D_PIB	80	0.31772	0.7288
D_D_PIB does not Granger Cause D_JUROS_LP		1.19975	0.3070
SELIC does not Granger Cause D_D_PIB	80	1.23543	0.2966
D_D_PIB does not Granger Cause SELIC		4.83677	0.0106
D_JUROS_LP_EUA does not Granger Cause D_D_PIB	80	0.28459	0.7531
D_D_PIB does not Granger Cause D_JUROS_LP_EUA		0.09839	0.9064
D_JUROS_LP does not Granger Cause D_E	80	0.42709	0.6540
D_E does not Granger Cause D_JUROS_LP		6.24052	0.0031
SELIC does not Granger Cause D_E	80	2.26370	0.1110
D_E does not Granger Cause SELIC		1.54581	0.2199
D_JUROS_LP_EUA does not Granger Cause D_E	80	0.02053	0.9797
D_E does not Granger Cause D_JUROS_LP_EUA		2.63970	0.0780
SELIC does not Granger Cause D_JUROS_LP	80	1.46664	0.2372
D_JUROS_LP does not Granger Cause SELIC		7.13361	0.0015
D_JUROS_LP_EUA does not Granger Cause D_JUROS_LP	80	0.69930	0.5001
D_JUROS_LP does not Granger Cause D_JUROS_LP_EUA		5.07665	0.0086
D_JUROS_LP_EUA does not Granger Cause SELIC	80	1.44375	0.2425
SELIC does not Granger Cause D_JUROS_LP_EUA		1.41754	0.2487

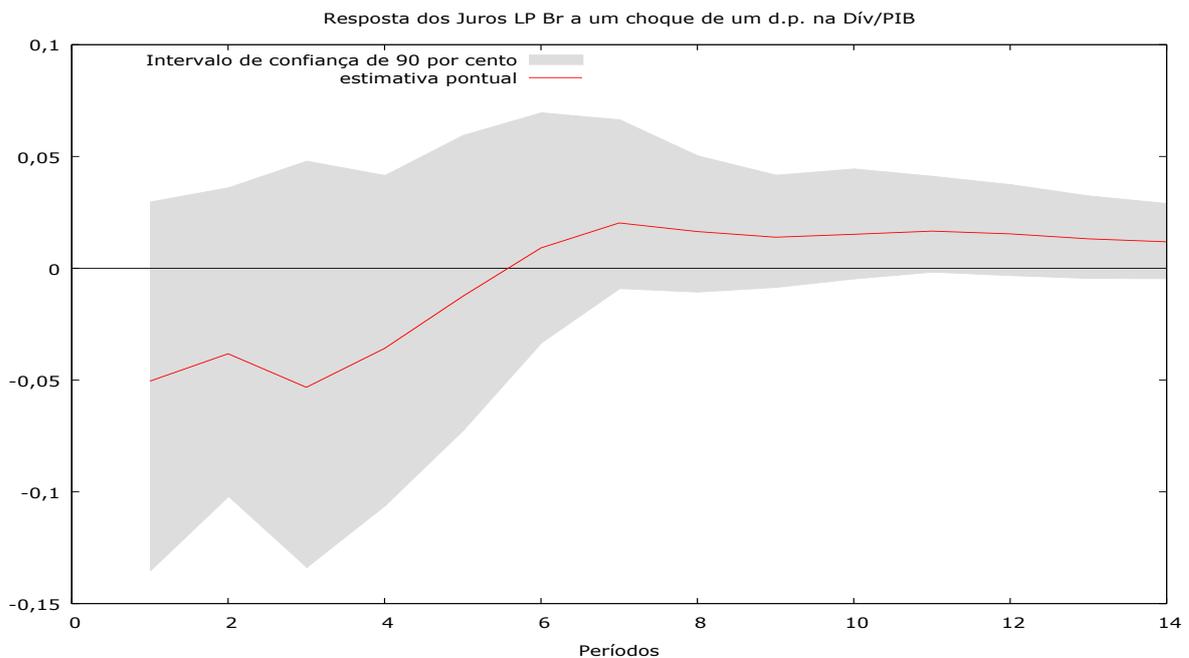
Nota: Cálculos realizados a partir do pacote econométrico Eviews 7.

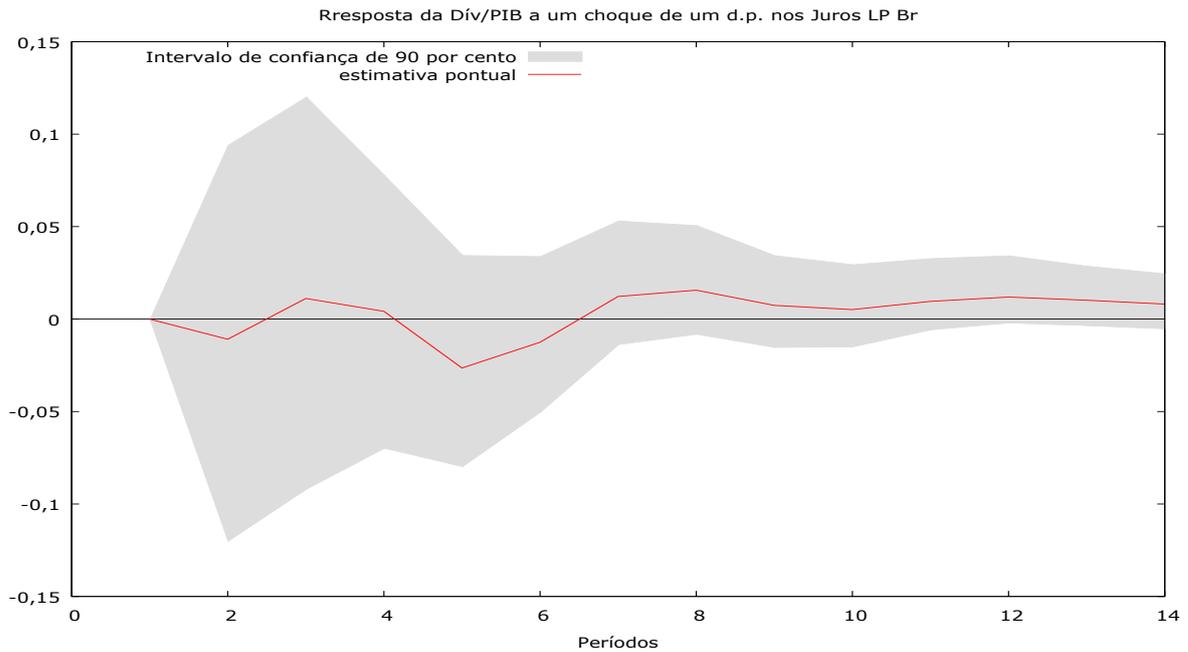
As funções de resposta ao impulso mostram os impactos de um choque de um desvio padrão na razão dívida/PIB sobre as taxas de juros dos títulos públicos de longo prazo do Brasil e também o inverso, uma vez que queremos analisar a relação entre estas duas

variáveis. Observando o Gráfico 2, verificamos que um choque na razão dívida/PIB inicialmente tem efeito negativo sobre as taxas de juros de longo prazo. Porém, após seis meses o efeito passa a ser positivo. Possivelmente, o mercado reage vagarosamente a um aumento da dívida pública esperando para verificar se trata-se de um movimento pontual ou persistente. Já a resposta da razão dívida/PIB em relação a um choque nas taxas de juros de longo prazo oscila entre negativa e positiva até firmar-se com efeito positivo após o sétimo mês. Considerando que há uma relação não linear entre as variáveis, estes resultados devem ser vistos com cautela.

Antes de apresentarmos a análise não linear, é interessante notar a função de impulso-resposta do impacto do choque de um desvio padrão na razão saldo da conta corrente/PIB sobre as taxas de juros dos títulos públicos de longo prazo do Brasil. No Gráfico 3, observamos que a melhora no saldo da conta corrente em relação ao PIB tem um forte impacto negativo sobre as taxas de juros de longo prazo, que persiste por um bom período, corroborando a ideia de que as expectativas dos agentes exercem grande influência sobre estas taxas de juros.

**Gráfico 2 – Função de impulso-resposta do VAR linear**

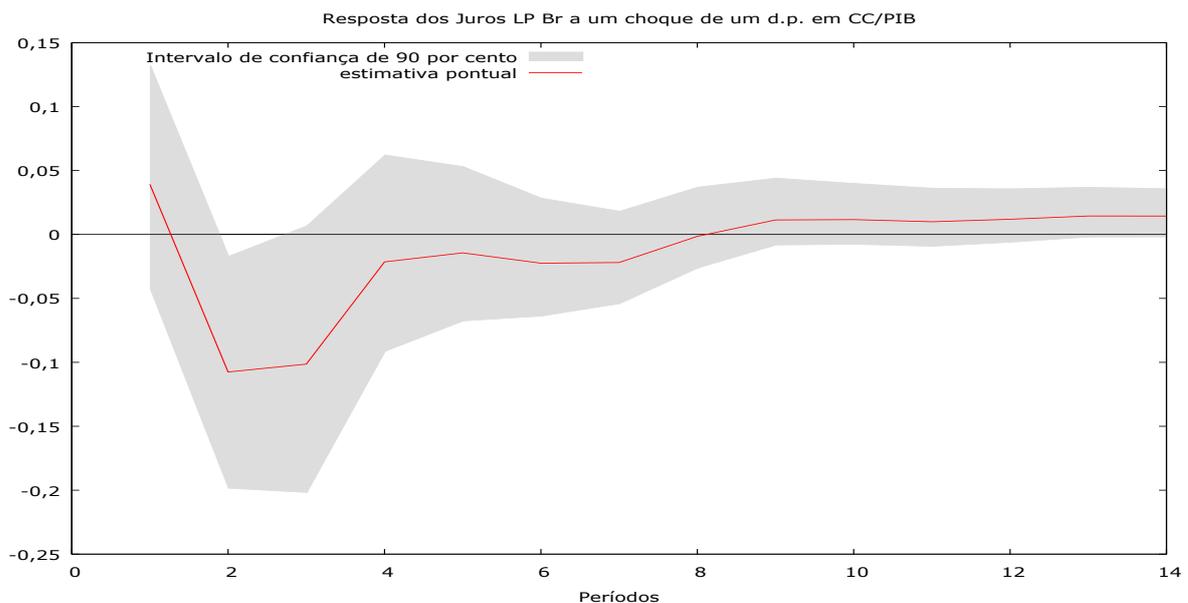




Nota: (1) d.p. = desvio padrão. (2) Cálculos e gráficos realizados a partir do pacote econométrico Gretl (versão 1.9.12).

Como já salientamos, é provável que o modelo estimado possua uma dinâmica não linear. Portanto, seus resultados não devem ser satisfatórios, mas devem sim indicar uma direção. A implementação do modelo TVAR irá esclarecer de forma mais concreta nossos questionamentos.

### Gráfico 3 – Função de impulso-resposta do VAR linear



Nota: (1) d.p. = desvio padrão. (2) Cálculos e gráfico realizados a partir do pacote econométrico Gretl (versão 1.9.12).

### 4.3.2 Teste de não-linearidade e definição do valor limiar

Para testar se as relações entre as variáveis do modelo são de fato não lineares, utilizou-se o teste multivariado proposto por Tsay (1998), que tem como hipótese nula a existência de um único regime e como hipótese alternativa a existência de dois ou mais regimes. Este teste é uma generalização do teste univariado de Tsay (1989) e tem como principais atrativos a sua simplicidade e o fato de não ser dependente da especificação do modelo alternativo. Além disso, possui uma distribuição assintótica qui-quadrada, apresentando ampla aplicabilidade e bom poder de detecção da não-linearidade limiar (Andrade, 2011).

O teste multivariado de Tsay consiste em ordenar de forma crescente as séries com base na variável limiar – em nosso caso, a razão dívida/PIB –, ao invés da ordem convencional das séries de tempo, e em seguida estimar o modelo de forma recursiva (considerando a variável limiar, o parâmetro de defasagem e a ordem de defasagem autorregressiva como dados conhecidos). Sob a hipótese nula de linearidade, os resíduos dessa regressão serão não correlacionados com as variáveis explicativas.

Como o teste depende de estimações recursivas, é importante que se defina o tamanho da amostra,  $m_0$ , para a estimação inicial. Tsay (1998) sugere as seguintes fórmulas:  $m_0 \approx 3\sqrt{n}$  (onde  $n$  equivale ao número de observações da amostra) para o caso de séries estacionárias e  $m_0 \approx 5\sqrt{n}$  para o caso de séries não-estacionárias. Com o intuito de elevar a robustez dos resultados (evitando que um possível erro no diagnóstico da estacionaridade das séries levasse a conclusões equivocadas) e de investigar a sensibilidade do teste em relação ao tamanho da amostra inicial, os diferentes valores de  $m_0$  foram utilizados. Além do tamanho da amostra inicial, faz-se necessário definir o parâmetro de defasagem do limiar. Devido a restrições impostas pelo tamanho da amostra e por uma questão de parcimônia, foi testada a hipótese de linearidade para  $d = \{1,2,3,4,5,6\}$ .

A Tabela 5 apresenta os resultados do teste multivariado de Tsay para o nosso modelo TVAR. Podemos observar que é possível rejeitar a hipótese nula de linearidade considerando de 2 a 5 defasagens para variável limiar. Porém, o valor da estatística de teste é maior quando há duas defasagens.

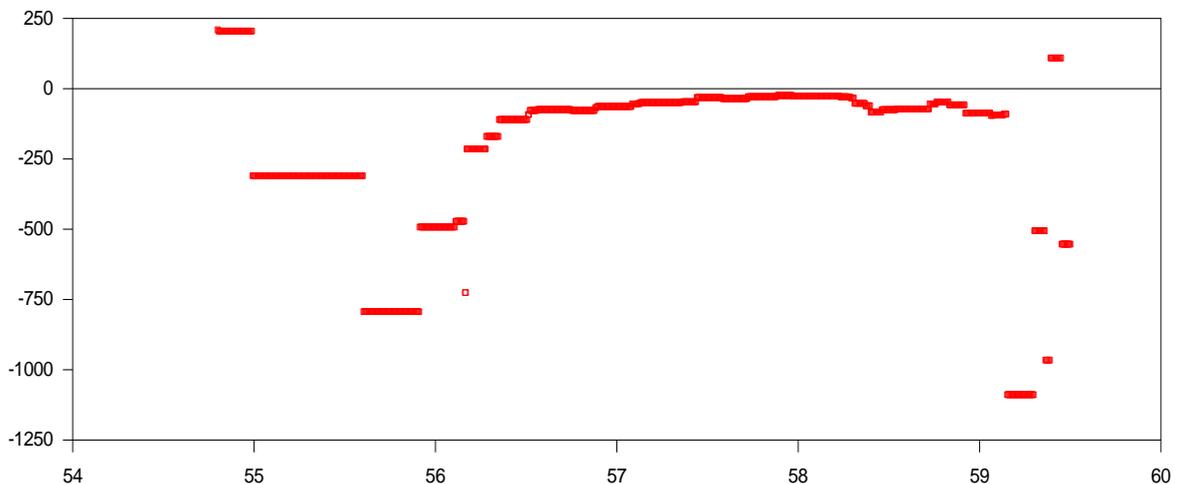
**Tabela 5 – Teste Multivariado de Tsay para Detecção de *thresholds***

(Dados mensais – 2007.2 a 2013.12)

<b>d</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<i>m</i> <sub>0</sub> = 27						
<b>C(d)</b>	97,25	103,45	102,73	106,83	103,17	92,95
<b>p-valor</b>	0,0690	0,0285	0,0318	0,0168	0,0297	0,1188
<i>m</i> <sub>0</sub> = 45						
<b>C(d)</b>	89,55	108,97	102,81	105,81	74,49	81,06
<b>p-valor</b>	0,1748	0,0118	0,0314	0,0197	0,5916	0,3839

Nota: (1) Os *m*<sub>0</sub>'s indicam o tamanho da amostra inicial para a estimação recursiva. (2) Teste realizado com base em Doan (2011). (3) Cálculos realizados através do pacote econométrico WinRats (versão 8.3).

Uma vez verificada a não-linearidade do modelo, o último passo antes de estimar o TVAR é definir o valor limiar. Para isso, foi utilizado o *grid search* sugerido por Tsay (1998), que consiste em um algoritmo para a procura de parâmetros dentro de um intervalo, com o intuito de resolver o problema de seleção de modelos. Foram testados 1000 possíveis valores entre 54,80% e 59,54%<sup>19</sup>, de forma que o valor que forneceu o modelo com o menor AIC<sup>20</sup>, 59,15%, foi escolhido como o sendo o valor limiar. O Gráfico 4 ilustra a determinação do valor limiar, traçando os candidatos a limiar contra seus respectivos AICs.

**Gráfico 4 – AIC vs Candidatos a Limiar**

Nota: (1) Eixo vertical: Critério AIC. (2) Eixo horizontal: Possíveis valores do limiar. (3) Diagrama construído com base no *grid search* com 1000 pontos compreendidos entre 54,80% e 59,54%. (4) Cálculos e gráfico realizados através do pacote econométrico WinRats (versão 8.3).

<sup>19</sup> A escolha deste intervalo fica a critério do econometrista. Usualmente exclui-se 15% dos valores observados em cada extremidade.

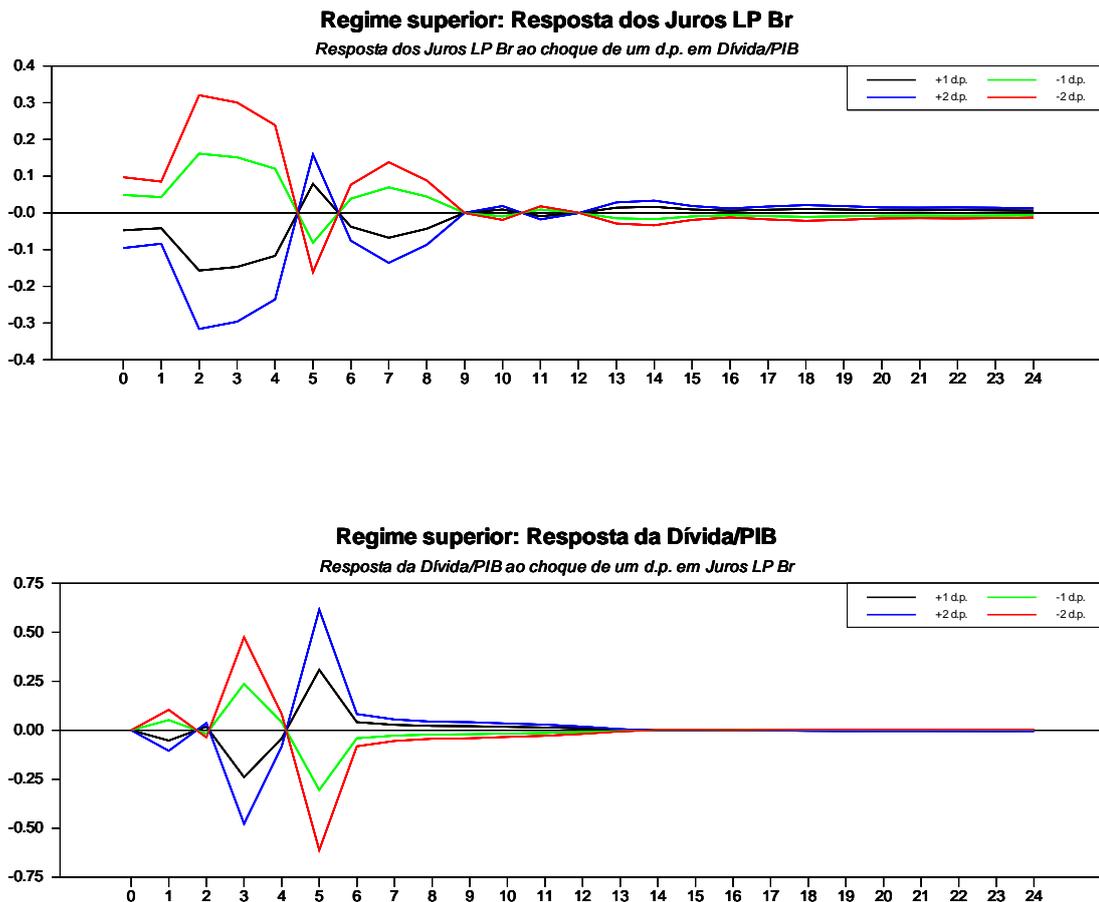
<sup>20</sup> De acordo com Tsay (1998), a utilização do critério de Akaike equivale, assintoticamente, a selecionar a menor variância residual.

### 4.3.3 Resultados do TVAR e GIRFs

Após a escolha da variável limiar e de seu parâmetro de defasagem, a estimação do TVAR é relativamente simples, bastando que se defina o número de regimes e o valor do limiar para que se efetue a estimação em cada um dos regimes (o que pode ser feito através da utilização de técnicas lineares simples).

O Gráfico 5, a seguir, apresenta as funções de impulso-resposta generalizadas do modelo TVAR que são de interesse deste trabalho: os impactos de um choque de um desvio padrão na razão dívida/PIB sobre as taxas de juros dos títulos públicos de longo prazo do Brasil e também o inverso no regime acima do valor limiar.

**Gráfico 5 – Função de impulso-resposta generalizada do TVAR**  
(Choque de um desvio padrão)



Nota: (1) d.p. = desvio padrão. (2) Cálculos e gráficos realizados a partir do pacote econométrico WinRats (Versão 8.3).

Podemos notar que mesmo acima do valor limiar estabelecido para a dívida pública em relação ao PIB, um choque positivo na razão dívida/PIB tem efeito negativo sobre os juros

dos títulos públicos de longo prazo nos primeiros 4 meses. Apenas no quinto mês há um efeito positivo, que logo se torna negativo outra vez. Contudo, ao final de 12 meses, persiste o efeito positivo sobre os juros do choque positivo na razão dívida/PIB.

O choque positivo sobre os juros também tem um efeito inicialmente negativo sobre a razão dívida/PIB que dura até o quarto mês. A partir de então, o efeito se torna fortemente positivo e permanece assim até a sua dissipação. Nota-se, portanto, que o efeito esperado pela teoria não é imediato, mesmo acima do valor limiar estipulado. Neste caso, mesmo havendo uma relação não linear mensurável entre as variáveis, não há um cenário de deterioração fiscal ou um ciclo vicioso no qual uma variável alimenta a outra de forma progressiva. Era de se esperar que acima do valor limiar o efeito de um choque positivo na razão dívida/PIB sobre os juros de longo prazo (e vice-versa) fosse mais imediato, uma vez que as expectativas dos agentes quanto ao cenário macroeconômico – dada a piora nas contas públicas – deveria levar a um aumento mais rápido e expressivo das taxas de juros de longo prazo. Porém, mesmo havendo uma relação não-linear, não há indicação de insustentabilidade fiscal que justifique a iminência de uma crise.

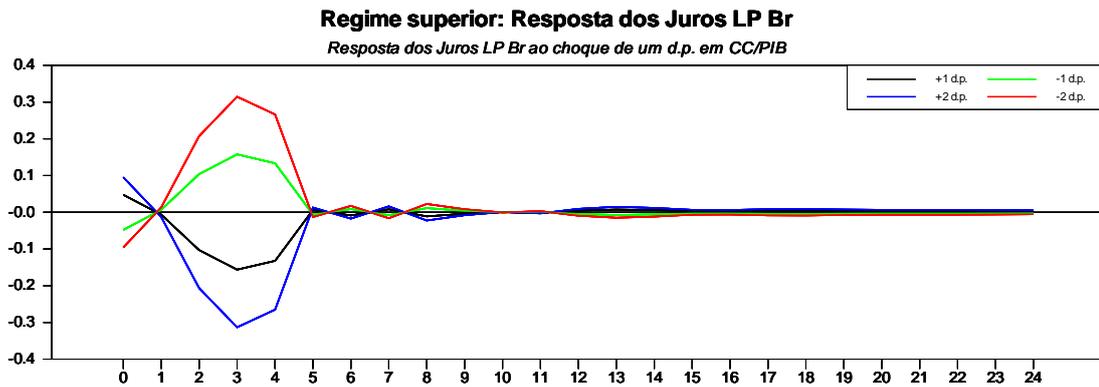
De fato, a presença de não-linearidade na relação entre as taxas de juros de longo prazo e a dívida pública não implica necessariamente em crise fiscal. Pode haver uma mudança no patamar dos parâmetros que medem esta relação mesmo que a dinâmica não seja explosiva. É possível que um desvio no curso fiscal seja controlado antes que se torne completamente desastroso. Por isso, mesmo que a nossa base de dados não capture um momento de crise, podemos detectar a presença de não-linearidade.

Ainda assim, pode-se observar o papel das expectativas na formação do custo de financiamento do governo de forma mais clara em outra relação. No Gráfico 6 notamos que um choque negativo no saldo da conta corrente em relação ao PIB tem um forte efeito positivo quase que imediato sobre as taxas de juros dos títulos públicos de longo prazo. Como já foi dito anteriormente, Busiere e Fratzscher (2006) e Busiere (2013) mostraram que este é um previsor chave de crises financeiras em economias emergentes. Portanto, pode-se creditar o efeito da razão conta corrente/PIB sobre os juros de longo prazo às expectativas dos agentes quanto a uma deterioração do cenário macroeconômico do país. Este é, de fato, um resultado muito interessante que merece um estudo mais aprofundado futuramente.

A limitação dos dados e a ausência de uma crise fiscal no período da análise não nos permitem obter conclusões mais claras acerca da relação não linear entre a taxa de juros dos

títulos públicos de longo prazo e a dívida pública em relação ao PIB. Porém, há uma indicação clara da existência da não-linearidade inferida e tal dinâmica apresenta-se como um produto das expectativas dos agentes econômicos.

**Gráfico 6 – Função de impulso-resposta generalizada do TVAR**  
(Choque de um desvio padrão)



Nota: (1) d.p. = desvio padrão. (2) Cálculos e gráficos realizados a partir do pacote econométrico WinRats (Versão 8.3).

## 5 CONCLUSÃO

A literatura teórica econômica acerca das consequências do endividamento público é extremamente clara ao mostrar que uma dívida pública crescente gera maiores taxas de juros de longo prazo, o que é corroborado pelos resultados de muitos trabalhos empíricos. De fato, o custo de financiamento soberano do governo está intimamente ligado a sua trajetória fiscal e esta relação é ainda mais contundente quanto maior o tamanho do estoque da dívida pública – como já foi mostrado em estudos recentes.

O caráter não linear desta relação pode ser percebido nos modelos teóricos acerca das crises fiscais que acenam para a possibilidade de existência de equilíbrios múltiplos de taxas de juros dadas as expectativas dos agentes. O modelo de Greenlaw *et al.* (2013) apresentado neste trabalho trata especificamente da não-linearidade na relação entre a dívida pública e a taxa de juros dos títulos públicos de longo prazo, mostrando como as expectativas realmente desempenham um papel de destaque.

Em um contexto de pouco endividamento público e cenário macroeconômico estável, uma maior razão dívida/PIB deve provocar aumentos na taxa de juros dos títulos públicos de longo, mas estes aumentos devem ser bem modestos. Porém, se há pioras nos fundamentos da economia e a trajetória da dívida pública acena para um caminho insustentável, as taxas de juros de longo prazo devem crescer com forte intensidade, provocando um aumento subsequente do nível da dívida, gerando uma crise fiscal. Logo, a partir de certo patamar da razão dívida/PIB, um pequeno aumento da dívida deve provocar um grande aumento dos juros.

Através de um modelo TVAR, buscamos observar se esta dinâmica está presente no caso brasileiro recente. Mesmo em um cenário em que não há crise fiscal e a relação entre dívida e juros não é tão intensa, foi possível estabelecer a presença de não-linearidade. A partir da análise, nota-se que o papel das expectativas não deve ser negligenciado, principalmente quando notamos a reação das taxas de juros de longo prazo a um choque no saldo da conta corrente em relação ao PIB, uma variável que está intimamente ligada à existência de crises financeiras.

É verdade que os resultados não são muito robustos dada a pequena quantidade de observações e o período sem crises, mas há indícios claros de não-linearidade. Pretende-se atualizar este trabalho no futuro a fim de obter resultados mais contundentes.

Deve-se destacar também que muito ainda deve ser estudado quanto à importância das expectativas dos agentes na dinâmica do custo de financiamento do governo. É possível, principalmente no caso dos países emergentes, que crises externas tenham influência direta nas taxas de juros dos títulos públicos longo prazo desses países, uma vez que a desconfiança dos agentes quanto à economia de um país pode transbordar para países semelhantes. Além disso, é necessário um estudo mais aprofundado da relação entre as taxas de juros de longo prazo e a razão conta corrente/PIB para que possamos compreender melhor a dinâmica em questão.

Este trabalho, portanto, não pretende definir parâmetros ou finalizar debates. Espera-se contribuir para um melhor entendimento da dinâmica não linear presente na relação entre a dívida pública e os custos de financiamento do governo, bem como instigar novas práticas metodológicas e questionamentos que levem a ciência adiante.

## REFERÊNCIAS

- ADAM, C. S.; BEVAN, D. L. **Fiscal deficits and growth in developing countries.** Journal of Public Economics, Elsevier, v. 89(4), p. 571-597, April, 2005.
- AFONSO, António; BAXA, Jaromír; SLAVÍK, Michal. **Fiscal developments and financial stress: a threshold VAR analysis.** Working Paper Series 1319, European Central Bank, 2011.
- AIZENMAN, J.; KLETZER, K.; PINTO, B. **Economic growth with constraints on tax revenues and public debt: implications for fiscal policy and cross-country differences.** NBER Working Paper no. 12750, 2007.
- ALESINA, A.; PEROTTI, R. **Fiscal Expansions and Adjustments in OECD Countries.** Economic Policy, no. 21, p. 207-247, 1995.
- ALESINA, Alberto; PRATI, Alesandro; TABELLINI, Guido. Public Confidence and Debt Management: A Model and a Case Study of Italy. In: DORNBUSCH, Rudiger; DRAGHI, Mario. **Public Debt Management: Theory and History.** Cambridge University Press, Cambridge, p. 94-118, 1990.
- ANDRADE, Carlos Henrique C. de. **Ensaios Sobre Política Monetária.** Tese (Doutorado em Ciências Econômicas) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.
- ANG, Andrew; TIMMERMANN, Allan. **Regime Changes and Financial Markets.** NBER Working Papers no. 17182, National Bureau of Economic Research, Inc., 2011.
- ARDAGNA, Silvia. **Financial Market's Behavior around Episodes of Large Changes in the Fiscal Stance.** European Economic Review, v. 53, p. 37–55, 2009.
- ARDAGNA, S.; CASELLI, F.; LANE, T. **Fiscal Discipline and the Cost of Public Debt Service: Some Estimates for OECD Countries.** The B.E. Journal of Macroeconomics, De Gruyter, v.7(1), p. 1-35, Aug. 2007.
- ATANASOVA, C. **Credit Market Imperfections and Business Cycle Dynamics: A Nonlinear Approach.** Studies in Nonlinear Dynamics and Econometrics, v. 7(4), Article 5, 2003.
- BALDACCI, E.; GUPTA, S.; MATI, A. **Is it (Still) Mostly Fiscal? Determinants of Sovereign Spreads in Emerging Markets.** IMF Working Paper. 08/259, International Monetary Fund, 2008.
- \_\_\_\_\_. **Political and Fiscal Risk Determinants of Sovereign Spreads in Emerging Markets.** Review of Development Economics, v. 15(2), p. 251-263, 2011.
- BALDACCI, E.; KUMAR, M. S. **Fiscal Deficits, Debt, and Sovereign Bond Yields.** IMF Working Paper 10/184, International Monetary Fund, 2010.
- BALDUZZI, P.; CORSETTI, G.; FORESI, S. **Yield-Curve Movements and Fiscal Retrenchments.** European Economic Review, Elsevier, v. 41(9), p. 1675-1685, Dec. 1997.

BALKE, Nathan S. **Credit and Economic Activity: Credit Regimes and Nonlinear Propagation of Shocks.** *The Review of Economics and Statistics*, MIT Press, v. 82(2), p. 344-349, May, 2000.

BARRO, Robert J.; GORDON, David B. **A Positive Theory of Monetary Policy in a Natural Rate Model.** *Journal of Political Economy*, University of Chicago Press, v. 91(4), p. 589-610, Aug. 1983a.

\_\_\_\_\_. **Rules, discretion and reputation in a model of monetary policy.** *Journal of Monetary Economics*, Elsevier, v. 12(1), p. 101-121, 1983b.

BERNANKE, B.; GERTLER, M.; GILCHRIST, S. The financial accelerator in a quantitative business cycle framework. In: TAYLOR, J.; WOODFORD, M. (Ed.). **Handbook of Macroeconomics.** Chapter 21, Elsevier, p. 1341–1393, 1999.

BLANCHARD, Olivier. **Current and Anticipated Deficits, Interest Rates, and Economic Activity.** NBER Working Paper no. 1265, Massachusetts: National Bureau of Economic Research, 1984.

\_\_\_\_\_. **Debt, Deficits and Finite Horizons.** *Journal of Political Economy*, v. 93, no. 2, p. 223-93, 1985.

\_\_\_\_\_. **Fiscal Dominance and Inflation Targeting: Lessons from Brazil.** NBER Working Papers no. 10389, National Bureau of Economic Research, Inc., 2004.

BOHN, H. **Budget Deficits and Government Accounting.** Weiss Center Working Papers 28-91, Wharton School - Weiss Center for International Financial Research, 1991.

\_\_\_\_\_. **The sustainability of budget deficits in a stochastic economy.** *Journal of Money, Credit, and Banking*, v. 27, p. 257-572, 1995.

\_\_\_\_\_. **The behavior of US public debt and deficits.** *Quarterly Journal of Economics*, v. 113(3), p. 949-963, 1998.

BUCHANAN, J. M.; WAGNER, R. E. **Democracy in Deficit: The Political Economy of Lord Keynes.** New York: Academic Press, 1977.

BUITER, Willem H. **Death, Birth, Productivity Growth and Debt Neutrality.** *Economic Journal*, v. 98, p. 279-93, 1988.

BUSSIÈRE, Matthieu. **Balance of Payment Crises in Emerging Markets: How Early were the ‘Early’ Warning Signals?** *Applied Economics*, v. 45, p. 1601-1623, 2013.

BUSSIÈRE, Matthieu; FRATZSCHE, Marcel. **Towards a New Early Warning System of Financial Crises.** *Journal of International Money and Finance*, v. 25, p. 953–973, 2006.

CALVO, Guillermo. **Servicing the Public Debt: The Role of Expectations.** *American Economic Review*, v. 78, p. 647-661, 1988.

CECCHETTI, Stephen; MOHANTY, Madhusudan; ZAMPOLLI, Fabrizio. **The real effects of debt.** BIS Working Papers 352, Bank for International Settlements, 2011.

CHINN, Menzie; FRANKEL, Jeffrey A. **The Euro Area and World Interest Rates**. Working Paper Series qt9823140f, Department of Economics, UC Santa Cruz, 2003.

COLE, Harold L.; KEHOE, Timothy J. **Self-fulfilling debt crises**. Staff Report 211, Federal Reserve Bank of Minneapolis, 1998.

COVER, J. **Asymmetric Effects of Positive and Negative Money-Supply Shocks**. Quarterly Journal of Economics, v. 107, p. 1261-1282, 1992.

DAI, Qiang; PHILIPPON, Thomas. **Fiscal Policy and the Term Structure of Interest Rates**. NBER Working Paper no. 11574, Aug. 2005.

DETRAGIACHE, Enrica. **Rational Liquidity Crises in the Sovereign Debt Market: In Search of a Theory**. IMF Staff Papers, Palgrave Macmillan, v. 43(3), p. 545-570, Sep. 1996.

DOAN, Thomas A. **RATS Handbook for Switching Models and Structural Breaks**. Evanston: Estima, 2011.

ELMENDORF, D.; MANKIW, N. Government Debt. In: TAYLOR, J.; WOODFORD, M. (Ed.). **Handbook of Macroeconomics**. v. 1C, p. 1615-1669, North-Holland, 1999.

ENGEN, E. M.; HUBBARD, R. G. **Federal Government Debt and Interest Rates**. NBER Working Paper no. 1068, Cambridge, Massachusetts: National Bureau of Economic Research, 2004.

FAZZARI, Steven; MORLEY, James; PANOVSKA, Irina. **State-Dependent Effects of Fiscal Policy**. Discussion Papers 2012-27A, School of Economics, The University of New South Wales, 2013.

FELDSTEIN, Martin. **Budget Deficits, Tax Rules, and Real Interest Rates**. NBER Working Paper no. 1970, Cambridge, Massachusetts: National Bureau of Economic Research, 1986b.

\_\_\_\_\_. **Budget Deficits and Debt: Issues and Options**. Proceedings - Economic Policy Symposium - Jackson Hole, Federal Reserve Bank of Kansas City, p. 403-412, 1995.

FRIEDMAN, Benjamin M. **Day of Reckoning**. New York: Random House, 1988.

GALE, W.; ORSZAG, P. **The Economic Effects of Long-Term Fiscal Discipline**. Urban-Brookings Tax Policy Center Discussion Paper, 2002.

GIAVAZZI, F.; PAGANO, M. **Can Severe Fiscal Contractions Be Expansionary?** Tales of Two Small European Countries. NBER Macroeconomics Annual, MIT Press, Cambridge, p. 95-122, 1990.

GREENLAW, David; HAMILTON, James D.; HOOPER, Peter; MISHKIN, Frederic S. **Crunch Time: Fiscal Crises and the Role of Monetary Policy**. NBER Working Papers no. 19297, National Bureau of Economic Research, Inc., 2013.

GRUBER, Joseph W.; KAMIN, Steven B. **Fiscal Positions and Government Bond Yields in OECD Countries**. Journal of Money, Credit and Banking, v. 44, p. 1563-1587, 2012.

HAMILTON, James D. **A New Approach to the Economic Analysis of Nonstationary Time Series and the Business Cycle.** *Econometrica*, v. 57(2), p. 357-384, 1989.

HAUGH, David; OLLIVAUD, Patrice; TURNER, David. **What Drives Sovereign Risk Premiums?** An Analysis of Recent Evidence from the Euro Area. Economics Department Working Paper no. 718, 59, Paris: Organization for Economic Cooperation and Development, 2009.

ITAÚ CORRETORA. **Brazil fixed income strategy.** Feb. 2007.

JARAMILLO, Laura; WEBER, Anke. **Bond Yields in Emerging Economies: It Matters What State You Are In.** IMF Working Papers 12/198, International Monetary Fund, 2012.

JORDÀ, Òscar **Estimation and Inference of Impulse Responses by Local Projections.** *American Economic Review*, v. 95(1), p. 161-182, 2005.

KINOSHITA, Noriaki. **Government Debt and Long-Term Interest Rate.** IMF Working Paper 06/63, International Monetary Fund, 2006.

KOOP, Gary; PESARAN, M. Hashem; POTTER, Simon M. **Impulse response analysis in nonlinear multivariate models.** *Journal of Econometrics*, v. 74(1), p. 119-147, 1996.

KRUGMAN, P. International Aspects of Financial Crises. In: FELDSTEIN, Martin (Ed.) **The Risk of Economic Crisis.** Chicago: University of Chicago Press, 1991.

KUMAR, Manmohan S.; WOO, Jaejoon. **Public Debt and Growth.** IMF Working Paper 10/174, International Monetary Fund, 2010.

LAUBACH, T. **The Effects of Budget Deficits on Interest Rates: A Review of Empirical Results.** *Public Debt*, Bank of Italy, p. 427-445, 2004.

\_\_\_\_\_. **New Evidence on the Interest Rate Effects of Budget Deficits and Debt.** *Journal of European Economic Association*, v. 7, p. 858-885, 2009.

LUPORINI, V. **Conceitos de Sustentabilidade Fiscal.** Texto para Discussão – TD 189, UFF/Economia, Maio 2006.

MARRIS, Stephen. **Deficits and the Dollar: The World Economy at Risk.** Washington, D.C.: Institute for International Economics, 1985.

MODIGLIANI, F. **Long-Run Implications of Alternative Fiscal Policies and the Burden of the National Debt.** *Economic Journal*, v. 71 (284), p. 730-755, 1961.

MOREIRA, A.; ROCHA, K. **O Impacto da Política Fiscal nos Spreads de Países Emergentes.** *Revista Brasileira de Finanças: RBFIn = RBFIn: Brazilian Finance Review*, v. 10, p. 31-48, 2012.

MUSGRAVE, Richard A. **The Theory of Public Finance.** New York: McGraw-Hill, 1959.

OECD. **Main Economic Indicators - complete database.** Main Economic Indicators (database), Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1787/data-00052-en>. Acesso em: 20 jan. 2014.

POTTER, Simon M. **A Nonlinear Approach to US GNP**. Journal of Applied Econometrics, John Wiley & Sons, Ltd., v. 10(2), p. 109-125, April-Jun. 1995.

REINHART, C. M.; ROGOFF, K. S. **The Aftermath of Financial Crisis**. American Economic Review, v. 99(2), p. 466-472, 2009.

REINHART, C. M.; ROGOFF, K. S.; SAVASTANO, M. A. **Debt Intolerance**. NBER Working Paper no. 9908, 2003.

REINHART, V.; SACK, B. **The Economic Consequence of Disappearing Government Debt**, Brookings Papers on Economic Activity, v. 2, p. 163-209, 2000.

ROMER, D. Budgets Deficits and Fiscal Policy. In: **Advanced Macroeconomics**, 4<sup>th</sup> edition, McGraw-Hill, p. 584-639, April 2011.

SARGENT, Thomas J.; WALLACE, Neil. **Some Unpleasant Monetarist Arithmetic**. Federal Reserve Bank of Minneapolis, Quarterly Review, v. 5, no. 3, p. 1-17, 1981.

SCHMIDT, Julia. **Country Risk Premia, Endogenous Collateral Constraints and Non-linearities: A Threshold VAR approach**, 2013. Disponível em: [http://julia-schmidt.org/Nonlinearities\\_Schmidt.pdf](http://julia-schmidt.org/Nonlinearities_Schmidt.pdf). Acesso em: 14 mar. 2014.

SILVA, A. C.; GARRIDO, F. E. P.; CARVALHO, L. O. Evolução recente do mercado de títulos da Dívida Pública Federal. In: SILVA, A. C.; CARVALHO, L. O.; MEDEIROS, O.L. (Org.). **Dívida Pública: A Experiência Brasileira**. Brasília, Secretaria do Tesouro Nacional, Banco Mundial, 2009.

THOMAS, L. B.; WU, D. **Long-term interest rates and expected future budget deficits: evidence from the term structure**. Applied Economics Letters, v. 16(4), p. 365-368, 2009.

TONG, Howell. On a Threshold Model. In: CHEN, C. H. (Ed.). **Pattern Recognition and Signal Processing**. Armsterdã: Sijthoff & Noordhoff, 1978.

TSAY, Ruey S. **Testing and Modeling Threshold Autoregressive Processes**. Journal of the American Statistical Association, v. 84, no. 405, p. 231-240, 1989.

\_\_\_\_\_. **Testing and Modeling Multivariate Threshold Models**. Journal of the American Statistical Association, v. 93, no. 443, p. 1188-1202, 1998.

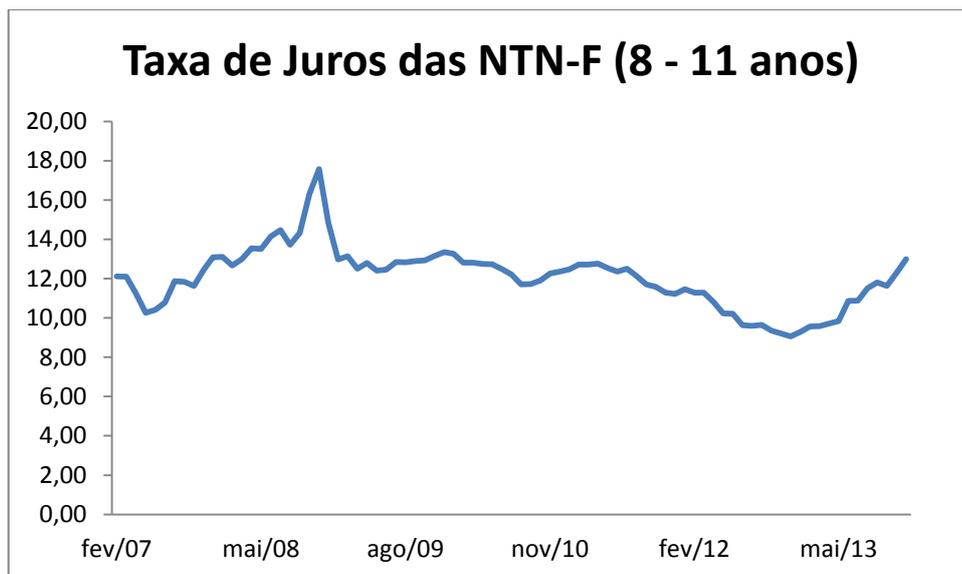
WEISE, Charles L. **The Asymmetric Effects of Monetary Policy: A Nonlinear Vector Autoregression Approach**. Journal of Money, Credit and Banking, v. 31(1), p. 85-108, 1999.

WICHMANN, Roberta M. **Ensaio Econométrico Sobre Política Fiscal no Brasil**. Tese (Doutorado em Ciências Econômicas) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

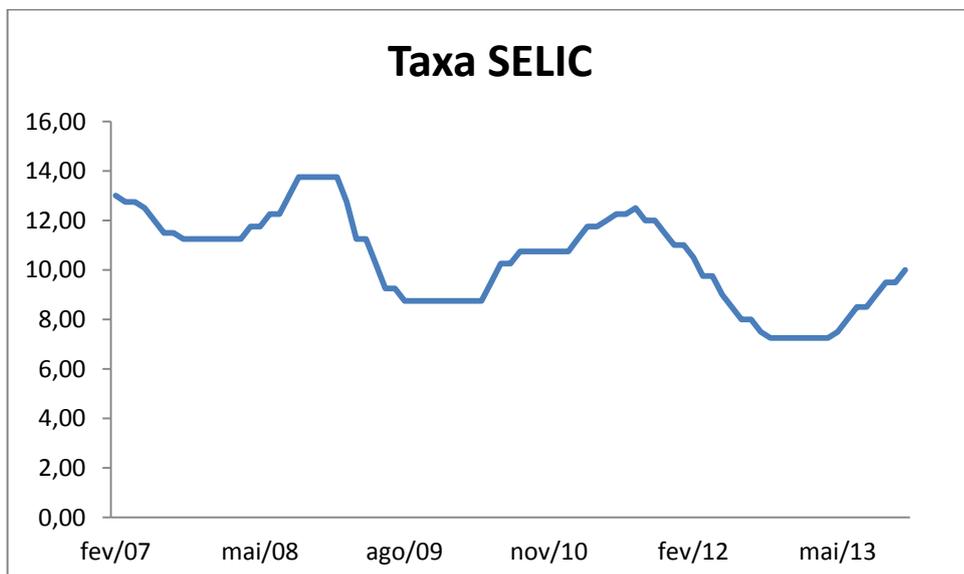
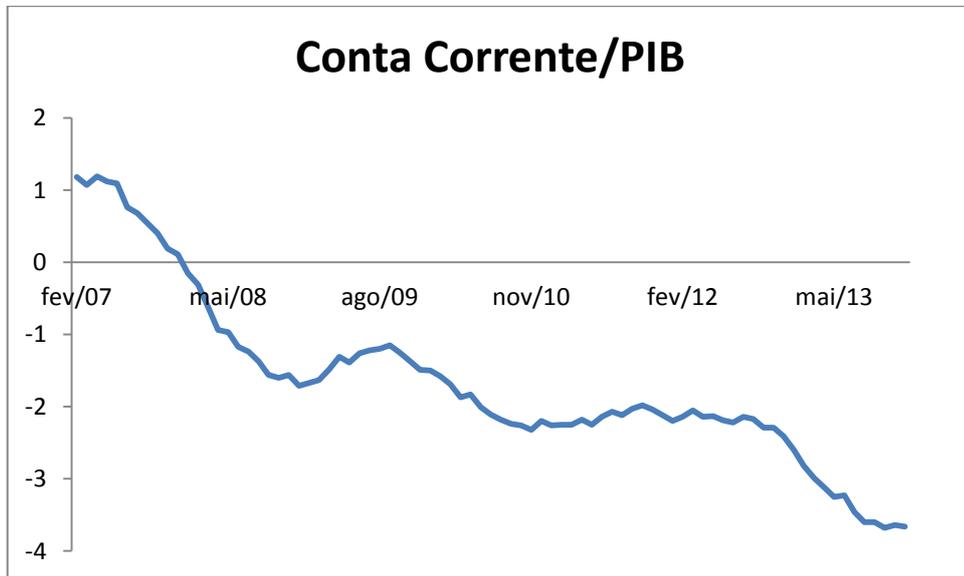
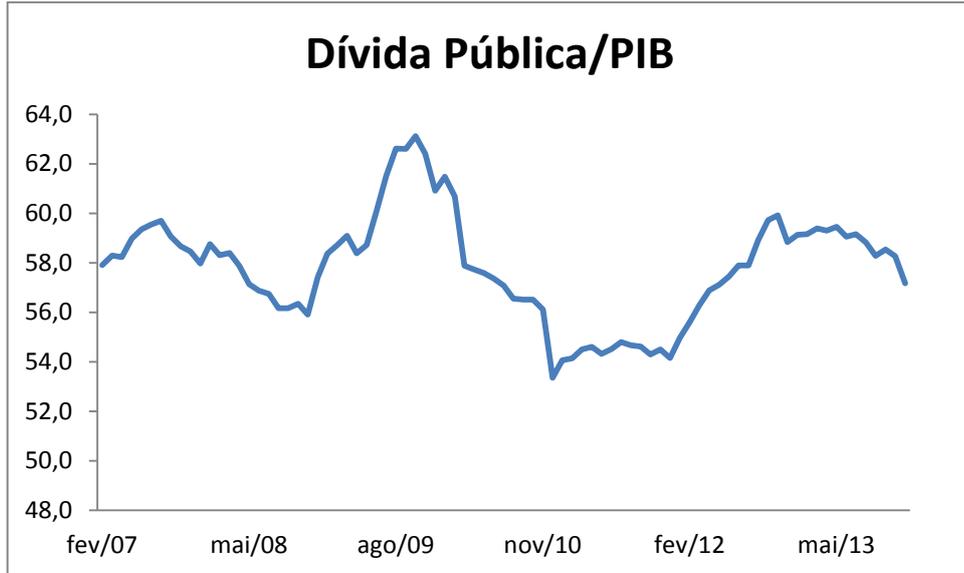
WICKSELL, Knut. A New Principle of Just Taxation, 1896. In: MUSGRAVE, Richard A.; PEACOCK, Alan T. (Ed.). **Classics in the Theory of Public Finance**. London: MacMillan Press, 1958.

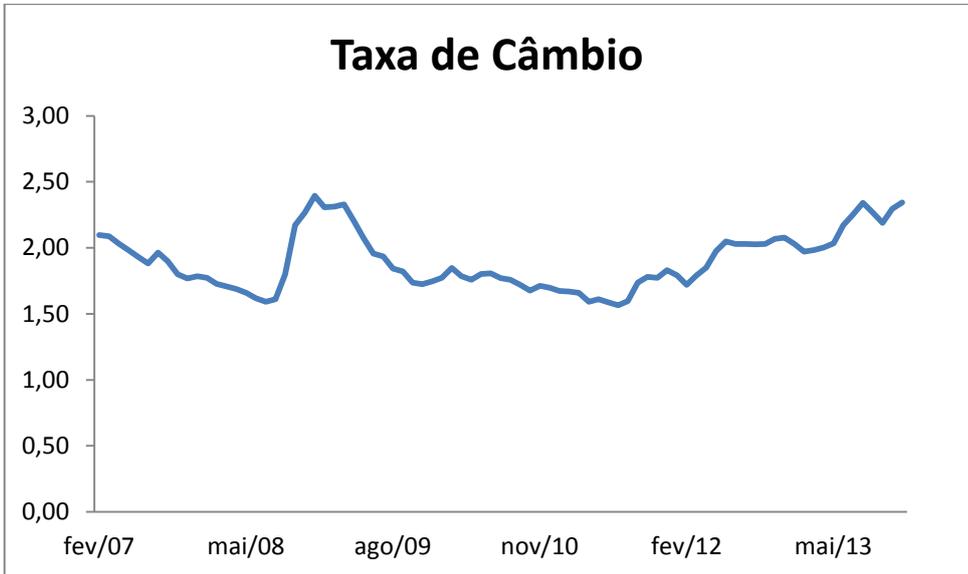
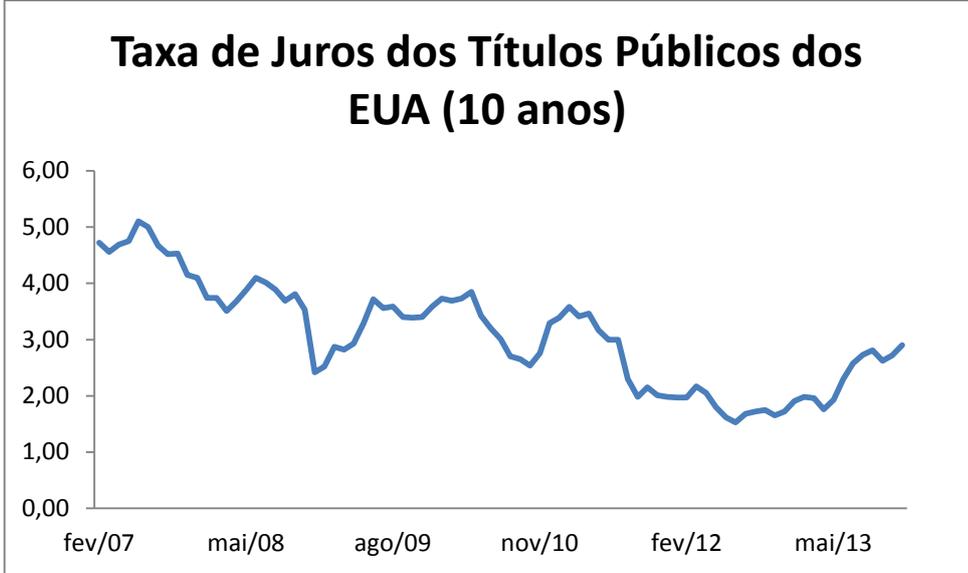
## APÊNDICE A – DADOS DA ANÁLISE EMPÍRICA

VARIÁVEL	PERÍODO	FONTE
Dívida Bruta do Governo Geral em relação ao PIB	02/2007 – 12/2013	Tesouro Nacional
Taxa de Juros das NTN-F (8- 11 anos*)	02/2007 – 12/2013	Tesouro Nacional
Saldo da Conta Corrente em relação ao PIB	02/2007 – 12/2013	Banco Central do Brasil
Taxa de Câmbio	02/2007 – 12/2013	Banco Central do Brasil
Taxa SELIC	02/2007 – 12/2013	Banco Central do Brasil
Taxa de Juros dos Títulos Públicos dos EUA (10 anos)	02/2007 – 12/2013	OCDE



\* Nos períodos em que não houve emissão de NTN-F de 10 anos, foram utilizados os dados mais próximos.





## APÊNDICE B – SEQUÊNCIA DE COMANDOS RATS

### \*ABERTURA DOS DADOS\*

```
calendar(m) 2007:2
allocate 2013:12
open data csvDadosBrasil3.xls
data(format=xls,org=columns)
table
```

```
compute T = 83
display "Número de observações: T =" T
```

### \*VARIÁVEIS EM DIFERENÇA\*

```
DIFF JLP / D_JLP
DIFF DPIB / D_DPIB
DIFF CCPIB / D_CCPIB
DIFF JLPEUA / D_JLPEUA
DIFF CAMBIO / D_CAMBIO
```

### \*CARREGAMENTO DOS PROCEDIMENTOS\*

```
source(noecho) "VARLagSelect.src"
source(noecho) "gridseries.src"
source(noecho) "MONTEVAR.src"
```

### \*SELEÇÃO DE DEFASAGEM\*

```
@VARLagSelect(lags=12,crit=aic)
# D_CCPIB D_CAMBIO D_DPIB D_JLP SELIC D_JLPEUA
@VARLagSelect(lags=12,crit=bic)
# D_CCPIB D_CAMBIO D_DPIB D_JLP SELIC D_JLPEUA
@VARLagSelect(lags=12,crit=hq)
# D_CCPIB D_CAMBIO D_DPIB D_JLP SELIC D_JLPEUA
```

### \*VAR LINEAR\*

```
SYSTEM(MODEL=VAR1)
VARIABLES D_CCPIB D_CAMBIO D_DPIB D_JLP SELIC D_JLPEUA
LAGS 1 TO 2
DET
END(SYSTEM)
ESTIMATE
```

```
impulse(model=VAR1,steps=24,window="VAR1")
@montevar(model=VAR1,header="VAR1",stepd=12)
```

### \*TESTE DE LINEARIDADE DE TSAY\*

```
display ""
display "TESTE MULTIVARIADO DE TSAY"
```

```
compute p = 2
display "Número de defasagens do VAR: p =" p
compute k = 6
display "Número de variáveis do VAR: k =" k
compute nobs = T - p
display "Número de observações válidas: n =" nobs
compute m01 = fix(3*sqrt(nobs))
display "m01 =" m01
compute m02 = fix(5*sqrt(nobs))
display "m02 =" m02
```

```
display ""
```

```
dofor m0 = m01 m02
do d=1,6
set thresh = DPIB{d}
```

```

rls(noprint,order=thresh,condition=m0) D_CCPIB / rr_CCPIB
# constant D_CCPIB{1 to p} D_CAMBIO{1 to p} D_DPIB{1 to p} D_JLP{1 to p} SELIC{1 to p} D_JLPEUA{1 to p}
rls(noprint,order=thresh,condition=m0) D_CAMBIO / rr_CAMBIO
# constant D_CCPIB{1 to p} D_CAMBIO{1 to p} D_DPIB{1 to p} D_JLP{1 to p} SELIC{1 to p} D_JLPEUA{1 to p}
rls(noprint,order=thresh,condition=m0) D_DPIB / rr_DPIB
# constant D_CCPIB{1 to p} D_CAMBIO{1 to p} D_DPIB{1 to p} D_JLP{1 to p} SELIC{1 to p} D_JLPEUA{1 to p}
rls(noprint,order=thresh,condition=m0) D_JLP / rr_JLP
# constant D_CCPIB{1 to p} D_CAMBIO{1 to p} D_DPIB{1 to p} D_JLP{1 to p} SELIC{1 to p} D_JLPEUA{1 to p}
rls(noprint,order=thresh,condition=m0) SELIC / rr_SELIC
# constant D_CCPIB{1 to p} D_CAMBIO{1 to p} D_DPIB{1 to p} D_JLP{1 to p} SELIC{1 to p} D_JLPEUA{1 to p}
rls(noprint,order=thresh,condition=m0) D_JLPEUA / rr_JLPEUA
# constant D_CCPIB{1 to p} D_CAMBIO{1 to p} D_DPIB{1 to p} D_JLP{1 to p} SELIC{1 to p} D_JLPEUA{1 to p}

order(ranks=rr) thresh %regstart() %regend()

linreg(noprint,smpl=rr>m0) rr_CCPIB / wr_CCPIB
# constant D_CCPIB{1 to p} D_CAMBIO{1 to p} D_DPIB{1 to p} D_JLP{1 to p} SELIC{1 to p} D_JLPEUA{1 to p}
linreg(noprint,smpl=rr>m0) rr_CAMBIO / wr_CAMBIO
# constant D_CCPIB{1 to p} D_CAMBIO{1 to p} D_DPIB{1 to p} D_JLP{1 to p} SELIC{1 to p} D_JLPEUA{1 to p}
linreg(noprint,smpl=rr>m0) rr_DPIB / wr_DPIB
# constant D_CCPIB{1 to p} D_CAMBIO{1 to p} D_DPIB{1 to p} D_JLP{1 to p} SELIC{1 to p} D_JLPEUA{1 to p}
linreg(noprint,smpl=rr>m0) rr_JLP / wr_JLP
# constant D_CCPIB{1 to p} D_CAMBIO{1 to p} D_DPIB{1 to p} D_JLP{1 to p} SELIC{1 to p} D_JLPEUA{1 to p}
linreg(noprint,smpl=rr>m0) rr_SELIC / wr_SELIC
# constant D_CCPIB{1 to p} D_CAMBIO{1 to p} D_DPIB{1 to p} D_JLP{1 to p} SELIC{1 to p} D_JLPEUA{1 to p}
linreg(noprint,smpl=rr>m0) rr_JLPEUA / wr_JLPEUA
# constant D_CCPIB{1 to p} D_CAMBIO{1 to p} D_DPIB{1 to p} D_JLP{1 to p} SELIC{1 to p} D_JLPEUA{1 to p}

ratio(mcorr=%nreg,degrees=k*%nreg,noprint)
# rr_CCPIB rr_CAMBIO rr_DPIB rr_JLP rr_SELIC rr_JLPEUA
# wr_CCPIB wr_CAMBIO wr_DPIB wr_JLP wr_SELIC wr_JLPEUA
display "d =" d "m0 =" m0 "C(d) =" * .## %cdstat @32 "p-valor" #.##### %signif
end do d
end dofor m0

*DETERMINAÇÃO DO VALOR LIMIAR*

compute d = 2 ;* Valor do parâmetro de defasagem do threshold (d)
set thresh = DPIB{d}
@gridseries(from=54.8,to=59.5,n=1000,pts=ngrid) rgrid
set aic 1 ngrid = 0.0
compute bestaic=%na

do i=1,ngrid
compute rtest=rgrid(i)
sweep(group=thresh<rtest,variance=heterogenous)
# D_CCPIB D_CAMBIO D_DPIB D_JLP SELIC D_JLPEUA
# constant D_CCPIB{1 to p} D_CAMBIO{1 to p} D_DPIB{1 to p} D_JLP{1 to p} SELIC{1 to p} D_JLPEUA{1 to p}
compute aic(i)=-2.0*%logl+2.0*%nregsystem
if i=1.or.aic(i)<bestaic
compute bestaic=aic(i),bestbreak=rtest
end do i

scatter(footer="Valores AIC vs Pontos de Quebra")
# rgrid aic / 4

display ""
display "DEFINIÇÃO DO VALOR LIMIAR (THRESHOLD)"
display "A melhor quebra (ou seja, o limiar) é" bestbreak ", com AIC igual a " * .## bestaic
display "Considerando que o parâmetro de defasagem do threshold (d) é igual a" d ", que o"
display "número de defasagens do VAR (p) é igual a" p " e que o número de variáveis {k} é"
display "igual a " k "."

*TVAR*

comp nvar =6
comp horizon =25
comp nkrep =500
comp upper =1

```

```

comp [vector] shocksizes=| |1.0,2.0| |
comp [vector] shocksigns=| |1.0,-1.0| |

compute sstart = 2007:2
compute send   = 2013:12

dec vector[series] res(nvar) vres(nvar)
dec vector v(nvar) resmat(nvar)
dec vect[int]   depvars(nvar)
dec rect[int]   laglengths(nvar,nvar)
dec vect[equation] eqn(nvar)
dec vect[series] resup(nvar) resdn(nvar)
dec rect[frml]  fitud(nvar,2)
dec vect[frml]  tvarf(nvar) empty(nvar) tfrml(nvar) rfrml(nvar)
dec vect[series] bootu(nvar) data(nvar)
dec series[vect] bootuv bootres

dec vect[string] shortlabels(nvar) longlabels(nvar)
declare vector[labels] lab(nvar)

compute depvars  =| |D_CCPIB,D_CAMBIO,D_DPIB,D_JLP,SELIC,D_JLPEUA| |
compute shortlabels=| |"CC/PIB","Câmbio","Dívida/PIB","Juros LP Br","SELIC","Juros LP EUA"| |
compute longlabels =| |"Conta Corrente/PIB","Câmbio","Dívida/PIB","Juros de Longo Prazo","SELIC","Juros de Longo Prazo EUA"| |
compute lab       =| |"CC/PIB","Câmbio","D/PIB","Juros LP","SELIC","Juros LP EUA"| |

compute d = 2

dec vector macoeffs
compute malength = 2 ; comp thresh = 59.15 ;* DPIB, ff

filter(type=lagging,span=malength) DPIB / DPIBthr

dim macoeffs(malength)
comp macoeffs = %const(1./malength)
equation(identity,coeffs=macoeffs) threqn DPIBthr
# DPIB{0 to malength-1}
frml(equation=threqn,identity) thrfrml

input laglengths
2 2 2 2 2 2
2 2 2 2 2 2
2 2 2 2 2 2
2 2 2 2 2 2
2 2 2 2 2 2
2 2 2 2 2 2

set d1 = thrfrml{d}>thresh
set d2 = 1.-d1

compute maxlag=d+(malength-1)
inquire(reglist) rstart<<sstart rend<<send
# DPIBthr{d}

do i=1,nvar
  compute [vect[integer]] rl=| |constant| |
  do j=1,nvar
    compute rl=%rladdlaglist(rl,depvars(j),%seq(1,laglengths(i,j)))
    compute maxlag=%imax(maxlag,laglengths(i,j))
  end do j
  equation eqn(i) depvars(i)
  # rl
end do i

compute rstart=sstart+maxlag,rend=send
do i=1,nvar
  linreg(equation=eqn(i)) * rstart rend
  frml empty(i) bootu(i) = 0.0
end do i

do i=1,nvar
  disp

```

```

disp
disp shortlabels(i)+" regression in upper regime"
linreg(smpl=d1,equation=eqn(i),frml=fitud(i,1)) * rstart rend resup(i)
disp
disp
disp shortlabels(i)+" regression in lower regime"
linreg(smpl=d2,equation=eqn(i),frml=fitud(i,2)) * rstart rend resdn(i)
set res(i) rstart rend = %if(d1,resup(i),resdn(i))
end do i

*GIRF*

vcv(matrix=vup)
# resup
compute sup=%decomp(vup)
compute siup=inv(sup)

vcv(matrix=vdn)
# resdn
compute sdn=%decomp(vdn)
compute sidn=inv(sdn)

vcv(matrix=vsigma)
# res
compute s=%decomp(vsigma)

dec series[vect] stdu
gset stdu rstart rend = %if(d1,siup*%xt(resup,t),sidn*%xt(resdn,t))

dec vect[series] data(nvar)
do i=1,nvar
  set data(i) = depvars(i){0}
end do i

do i=1,nvar
  frml tvarf(i) depvars(i) = %if(thrfrml{d}>thresh,$
    fitud(&i,1)+%dot(%xrow(sup,&i),bootres),$
    fitud(&i,2)+%dot(%xrow(sdn,&i),bootres))
end do i

group tvar tvarf(1) tvarf(2) tvarf(3) tvarf(4) tvarf(5) tvarf(6) thrfrml

panel(group=d1{0},id=values,identries=entries) d1 rstart rend
{
if upper==1.and.values(1)==1.or.upper==0.and.values(1)==0
  compute rdates=entries(1),nrep=%size(rdates)
else
  compute rdates=entries(2),nrep=%size(rdates)
}

declare real size sign
compute nexp=%size(shocksizes)*%size(shocksigns)
dec vect[rect[series]] girfs(nexp)
do i=1,nexp
  dim girfs(i)(nvar,nvar)
  clear(zeros) girfs(i)
end do i

compute wstart=rstart,wend=rstart+horizon-1

infobox(action=define,lower=1,upper=nrep,progress) "Bootstrapping Across Initial Values"
do jrep=1,nrep
  infobox(current=jrep)

  compute basedate=rdates(jrep)
  do i=1,nvar
    set depvars(i) wstart-maxlag wstart-1 = data(i)(t-wstart+basedate)
  end do i

  do krep=1,nkrep

```

```

boot rentries wstart wend rstart rend

gset bootuv wstart wend = %if(%ranflip(.5),+1,-1)*stdu(rentries(t))

gset bootres wstart wend = bootuv

forecast(model=tvar,from=wstart,to=wend,results=base)
compute ifill=0
do for sign = 1 -1
  do for size = 1 2
    compute ifill=ifill+1
    do jshock=1,nvar

      compute bootres(wstart)=bootuv(wstart)
      compute bootres(wstart)(jshock)=sign*size

      forecast(model=tvar,from=wstart,to=wend,results=withshock)
      do i=1,nvar
        set girfs(ifill)(i,jshock) wstart wend = girfs(ifill)(i,jshock)+withshock(i)-base(i)
      end do i
    end do jshock
  end do sign
end do size
end do krep
end do jrep
infobox(action=remove)

do k=1,nexp
  do i=1,nvar
    do j=1,nvar
      set girfs(k)(i,j) wstart wend = girfs(k)(i,j)/(nkrep*nrep)
    end do j
  end do i
end do k

do i=1,nvar
  set depvars(i) = data(i)
end do i

*GRÁFICOS GIRF*

dec vect[series] graphs(4)
compute klabels=| "+1 d.p.", "+2 d.p.", "-1 d.p.", "-2 d.p." |

spgraph(vfields=1,hfields=1,footer=§
"")
do j=1,nvar
  do i=1,4
    set graphs(i) 1 horizon = girfs(i)(4,1)(t+wstart-1)
  end do i
  graph(series=graphs,number=0,key=upright,klabels=klabels,§
header="Regime superior: Resposta dos Juros LP Br",subheader="Resposta dos Juros LP Br ao choque de um d.p. em "+shortlabels(1))
end do j
spgraph(done)

```