



dívida pública e risco-país: um estudo acerca dos componentes não observados dessa relação (parte II)

1. *dinâmica do risco-país e componentes não-observáveis*

Em continuidade à análise desenvolvida na edição anterior deste boletim Informações FIPE, o presente artigo busca mensurar a presença de componentes indiretamente observados na dinâmica do risco-país Brasil. Conforme exposto anteriormente, fatores como o “estado de ânimo” ou “sentimento de mercado” podem influenciar a percepção de risco dos agentes econômicos, algumas vezes sem respaldo nos fundamentos da economia. Tais elementos explicam a percepção de que momentos de maior otimismo são acompanhados de risco-país baixo, ou seja, menor probabilidade de *default*; já em épocas de maior turbulência prevalece o conservadorismo das avaliações, e a medida de risco-país tende a ser mais alta.

2. *metodologia*

O método dos modelos de Espaço de Estado (*State Space Model*) com aplicação do recurso de Filtro de Kalman e da Suavização foi escolhido para o desenvolvimento desse estudo por apresentar algumas vantagens em relação aos métodos tradicionalmente utilizados. A idéia básica dessa abordagem assume que o comportamento de um sistema de trajetórias no tempo, nesse caso a medida de risco-país, é determinado por um conjunto de vetores não-observáveis (chamado de vetores ou componentes de estado) e por variáveis observadas (como: Saldo em Contas Correntes e Dívida/PIB), sendo essa relação especificada pelo modelo de Espaço de Estado. Baseado na estrutura desse modelo é possível inferir o comportamento dos fatores e, por conseguinte, fazer previsões por meio de técnicas recursivas de Suavização e/ou Filtro de Kalman.¹

Uma das vantagens da metodologia, segundo Durbin e Koopman (2001), é que os diferentes componentes

que explicam a série, como tendência, sazonalidade, ciclo, em conjunto com os efeitos das variáveis explicativas e de intervenção, são modelados separadamente antes de serem incluídos na estrutura de Espaço de Estado. Isso abre ao pesquisador a possibilidade de identificar e modelar qualquer situação particular que requer algum tratamento especial.

2.1. *banco de dados*

Os dados utilizados no estudo empírico foram extraídos do site do Ipeadata.² A Tabela 1 relaciona todas as séries utilizadas no decorrer desse estudo.

2.2. *modelo: medida de risco-país na forma de espaço de Estado*

A primeira etapa do exercício empírico compreende a modelagem da série de risco-país na forma de Espaço de Estado, de forma a definir a estrutura do modelo sobre o qual serão aplicados os recursos de estimação da segunda etapa – Filtro de Kalman e/ou Suavização. Para a primeira etapa de seleção do modelo foi utilizado o software STAMP; já as estimações da segunda etapa foram realizadas em MATLAB. Vale ressaltar que a medida de risco-país considerada é a série de *spread* do título público soberano – Bônus Global República 40 - emitido pelo governo brasileiro, sendo esse *spread* calculado como pontos-base em relação ao título do Tesouro dos EUA de mesma maturidade. Por se tratar de uma emissão governamental e amplamente negociada nas bolsas de valores internacionais, a diferença de retorno entre o Bônus Global 40 e o título americano de mesma maturidade, este último assumido pelo mercado como livre de risco, expõem o prêmio exigido pelos investidores para cobrir os eventuais riscos de deslocarem seus recursos em di-

tabela 1 – banco de dados utilizado no exercício empírico

Variáveis	Fonte fornecida pelo IPEADATA	Descrição
Dívida Pública Total	Dívida - total - setor público - líquida - R\$(milhões) - BCB Boletim	Quadro: Dívida líquida do setor público. Obs.: Compreende governo federal e Banco Central, governos estaduais, governos municipais e empresas estatais (federais, estaduais e municipais).
Medida de Risco-País	Bônus global República (40) - spread - (p.p.) - Valor Econômico	Em pontos-base sobre título do Tesouro dos EUA. Série obtida através da média da série diária.
Produto Interno Bruto (PIB)	PIB - preços de mercado - índice encadeado - dessaz. (média 1995 = 100) - IBGE/Trim.	Fontes: Para 1991-1994: Sistema de Contas Nacionais Trimestrais Referência 2000 (dados oriundos do banco Sidra). Para 1980-1990: Indicadores do IBGE: Produto Interno Bruto.
Reservas Internacionais	Reservas internacionais - US\$(milhões) - BCB Boletim	Quadro: Reservas internacionais no Banco Central do Brasil.
Resultado Primário	Resultado primário gov. federal - total - R\$(milhões) - Min. Fazenda	Quadro: Resultado primário do governo central.
Resultado Nominal	Resultado nominal (abaixo da linha) - R\$(milhões) - Min. Fazenda	Quadro: Resultado primário do governo central. (Pelo critério (abaixo da linha) com desvalorização cambial.
Saldo de Contas-Correntes	Transações correntes - saldo - US\$(milhões) - BCB Boletim	Quadro: Balanço de pagamentos. Obs.: Metodologia do Manual do Balanço de Pagamentos do FMI (5ª ed., 1993). Também denominada conta corrente.
Série de Dívida / PIB	Dívida - total - setor público - líquida - (% PIB) - BCB Boletim/F. Públ. - BM12_DTSPY12	Quadro: Dívida líquida do setor público.
Serviço da Dívida	Serviços e rendas - despesas - US\$(milhões) - BCB Boletim	Quadro: Balanço de pagamentos. Obs.: Metodologia do Manual do Balanço de Pagamentos do FMI (5ª ed., 1993).
Taxa de Câmbio	Taxa de câmbio - R\$ / US\$ - comercial - compra - média - R\$ - BCB Boletim	Quadro: Taxas de câmbio do real. Obs.: Cotações para contabilidade. Os valores dos dois últimos meses são obtidos na Gazeta Mercantil.
Taxa de Inflação	Inflação - IPCA - (% a.m.) - IBGE	Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA).
Taxa de Juros	Taxa de juros - Over / Selic - (% a.m.) - BCB Boletim/M.Finan.	Quadro: Taxas de juros. Para 1974-1979: fonte Andima. Dados mais recentes atualizados pela Sinopse da Andima.

Fonte: site do IPEADATA – www.ipeadata.gov.br.

reção à aquisição do título brasileiro. Ou seja, quanto maior o prêmio exigido por tais agentes, maior será o *spread* pago por tais títulos em relação ao americano, e, por esse motivo, pior a avaliação de risco por parte desses investidores.

A modelagem da série e, por conseguinte, a sua estimação, acompanham a metodologia descrita em Durbin e Koopman (2001). Para a definição do modelo determina-se, primeiramente, o conjunto de variáveis explicativas e diretamente observadas que podem estar relacionadas com a dinâmica do risco.³ Neste estudo as variáveis sugeridas foram: Taxa de Juros, Taxa de Câmbio, Taxa de Inflação, Medida de Risco-País, Resultado Primário do Governo, Serviço da Dívida do Governo e Saldo de Contas Correntes e Reservas Internacionais. Definidas tais variáveis, procede-se com a elaboração e seleção do modelo. Suponha que Y_t represente a trajetória da medida de risco-país e seja explicado pela seguinte relação:

$$Y_t = Z_t \alpha_t + \sum_{j=1}^k \beta_{jt} X_{jt} + \lambda_t W_t + \varepsilon_t$$

onde $j = 1, \dots, 9$ (número de variáveis explicativas)

Onde: α_t = Componente não observado diretamente;
 X_{1t} = Taxa de Juros; X_{2t} = Taxa de Câmbio; X_{3t} = Taxa de Inflação; X_{4t} = Medida de Risco-País;
 X_{5t} = Resultado Primário; X_{6t} = Serviço da Dívida;
 X_{7t} = Saldo de Contas Correntes; X_{8t} = Reservas Internacionais; X_{9t} = Razão Dívida/PIB; W_t = *Dummy* de Intervenção.

A estrutura desse modelo no ambiente de Espaço de Estado requer a segregação dessa relação em duas trajetórias: “trajetórias observadas” e “trajetórias não observadas diretamente”. Ou seja, a abordagem de *State Space Model* propõe estudar separadamente essas duas observações por meio da definição de duas equações: Equação Observada e Equação de Estado. A primeira equação apresenta a relação entre a variável a ser estudada, nesse caso a medida de risco-país (Y_t), os componentes não-observáveis (α_t), as variáveis explicativas (X_t) e as *dummies* de intervenção (W_t). A Equação de Estado, por sua vez, apresenta o formato

atribuído aos componentes não-observáveis (α_t), podendo assumir a forma de tendência estocástica, tendência com ou sem declividade (fixa ou estocástica), elemento de sazonalidade e/ou ciclo. Para esse modelo, optou-se por não incluir o elemento de ciclo no modelo, visto que o tamanho da amostra é pequeno para exibir esse comportamento. Logo, a Equação de Estado inclui os termos de tendência e declividade, sendo α_t chamado de Vetor de Estado, esse podendo ser escrito da seguinte forma:

$$\text{Vetor de Estado: } \alpha_{t+1} = (\mu_t \ v_t)$$

Nesse caso, o parâmetro v_t representa o componente de declividade não observado associado ao componente de tendência μ_t . A relação entre esses dois componentes é dada pelas duas equações:

$$\mu_{t+1} = \mu_t + v_t + \xi_t$$

$$v_{t+1} = v_t + \zeta_t$$

Onde ξ_t é o resíduo da equação de tendência e ζ_t o resíduo da equação de declividade, o que torna ambos os componentes estocásticos.

O modelo completo que relaciona a Equação Observada e a Equação de Estado é dado por:

$$\text{Equação Observada: } Y_t = Z_t \alpha_t + \sum_{j=1}^k \beta_{jt} X_{jt} + \lambda_t W_t + \varepsilon_t \quad \varepsilon_t \sim N(0, \sigma_\varepsilon)$$

$$\text{Equação de Estado: } \alpha_{t+1} = T_t \alpha_t + \eta_t, \quad \eta_t \sim N(0, \sigma_\eta)$$

Onde:

Y_t – representa a medida de risco-país;

α_t – chamado de Vetor de Estado, relaciona os efeitos dos componentes de tendência e declividade não observados diretamente na série Y_t ;

Z_t – traz os coeficientes que relacionam o vetor de estado à série Y_t (esse coeficiente pode ser fixo ou variar no tempo);

T_t – chamada de Matriz de Transição, expõe a dinâmica do vetor de estado no tempo. Este pode ser fixo ou variar no tempo.

Os termos σ_{ϵ} e σ_{η} são chamados de parâmetros do modelo e são estimados via maximização de uma função de Verossimilhança de acordo com o valor assumido para o vetor de estado inicial – $\alpha_1 \sim N(\alpha_1, P_1)$.

O processo de escolha do melhor modelo implica estimar e analisar a significância dos coeficientes de todas as variáveis incluídas na modelagem – variáveis explicativas, *dummies* de intervenção, componentes de tendência e de declividade. Em adição, alguns ajustes devem ser considerados no modelo, como a inclusão de intervenções sob a forma de *dummies* e/ou a inclusão da variável dependente defasada como variável explicativa, de forma a corrigir a correlação dos resíduos e a normalidade dos mesmos. Isso implica analisar os resultados dos testes de normalidade (Q-Jung Box, teste alternativo de Doornik-Hansen), dos gráficos de correlograma dos resíduos estimados e dos critérios de informação (BIC e AIC).⁴ Todas essas análises requerem a estimação dos parâmetros do modelo, que, num primeiro momento, são desconhecidos, sendo necessário estimá-los a partir de uma suposição exógena para os valores iniciais. A alternativa empregada para essa estimação é a maximização de uma função de Verossimilhança sob a forma:

$$\text{Log}L_d = \log p(y) = -\frac{n}{2} \log(2\pi) - \frac{1}{2} \sum_{t=2}^n \left(\log F_t + \frac{v_t^2}{F_t} \right)$$

Onde

$v_t = y_t - \alpha_t$; $p(y) = \prod_{t=1}^n p(y_t | Y_{t-1})$: densidade conjunta de y_1, \dots, y_n ;

$p(y_t | Y_{t-1}) = N(\alpha_t, F_t)$ e Y_{t-1} : o conjunto de observações passadas (y_1, \dots, y_{t-1}).

F_t : a variância condicional de y_t .

Os parâmetros obtidos são inseridos nas equações Observadas e de Estado, por meio das quais são calculados os Vetores de Estados e as matrizes Z e T . Essa iteração é realizada recursivamente até a

obtenção da convergência dos parâmetros que estão sendo estimados.⁵ Após várias estimações, o modelo selecionado para o risco-país Brasil teve a seguinte especificação:

Variáveis Explicativas: Dívida/PIB, Saldo em Contas Correntes, Risco(-1); (Consideradas significantes);

Dummies de Intervenção: Junho/2002 e Setembro/2002 – tendência Outubro/2001 e fevereiro/2004

Componentes não-observáveis: Tendência estocástica e sem declividade.

Matrizes de Transição (T e Z): Invariantes no tempo.

Por conseguinte, procedeu-se com a estimação do modelo, por meio do recurso de Suavização, com o objetivo de obter a estimação dos componentes não observados que influenciam a dinâmica da série. Essa etapa do trabalho foi realizada por meio de programação em ambiente MATLAB. Desse procedimento resulta que o Vetor de Estado – α – (Componente Não Observado) é estimado, ou seja, essa metodologia atribui valores ao vetor α da equação. De forma a facilitar a análise dos componentes estimados, o resultado é apresentado na forma de um índice, calculado por meio da divisão de cada observação estimada pela média de toda a série – $\frac{\alpha_t^e}{\text{média}}$ –; ou seja, esse índice apenas modifica a escala da trajetória sem alterar a sua dinâmica, o que permite analisar em que momentos os componentes não observados atuaram em patamares acima ou abaixo da média (valor do índice igual a 1) de todo o período em estudo.

3. resultados – sentimento de mercado

A série estimada de Componentes Não Observados exibe os momentos nos quais a dinâmica da medida de risco-país não é plenamente explicada pelas variáveis explicativas inseridas no modelo, em especial a variável Dívida/PB, que busca refletir a capacidade de pagamento da economia. No entanto, as avaliações de risco não se circunscrevem apenas a “variáveis fundamento” objetivamente conhecidas e diretamente mensuráveis. Sabidamente, um fator importante que afeta o risco-país é aquilo que podemos chamar de

“estado de ânimo” ou “sentimento de mercado”, que, todavia, não é diretamente mensurável e, por isso, não é passível de ser objetivamente considerado na metodologia tradicional, ou seja, embora presente de fato na economia, o mesmo permanece como algo subjetivo e não quantificado, incorporado ao resíduo das estimações tradicionais. Assim sendo, o componente estimado reflete, pelo menos em parte, esse fator chamado de “sentimento de mercado”.

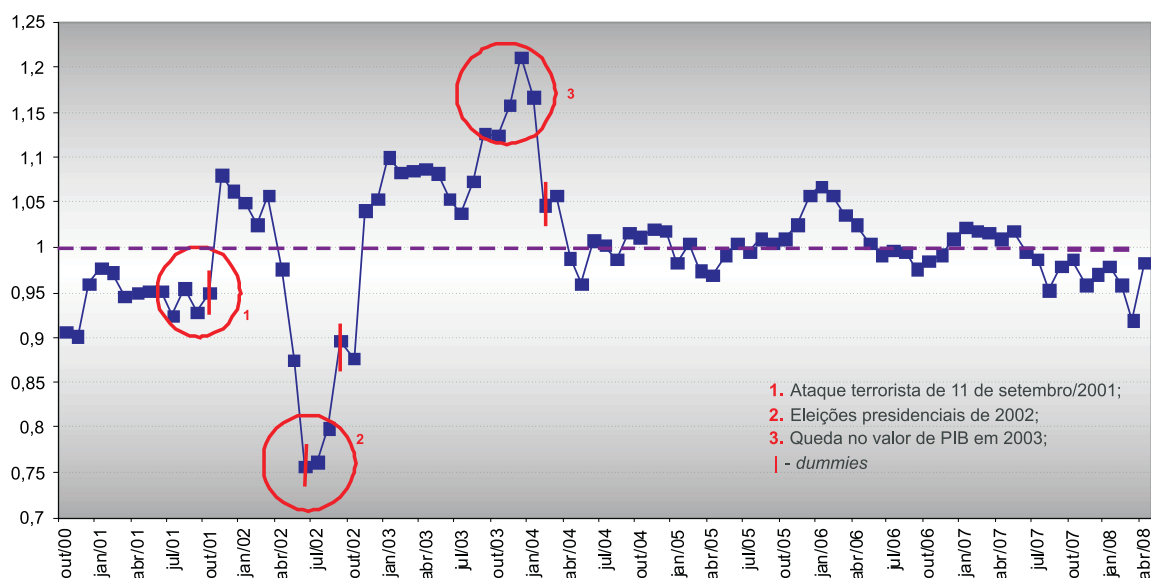
A análise do Gráfico 1 com o índice calculado a partir dessa estimativa ilustra com relevante significância a atuação desse sentimento nos diferentes momentos do tempo. Os valores próximos a 1 (um) podem ser interpretados como representando o nível médio do ânimo dos mercados durante o intervalo de tempo do estudo; os valores acima dessa média os momentos de relativo maior otimismo e, da mesma forma, os valores abaixo de 1 como os momentos de relativo maior pessimismo da economia. Seguindo esse raciocínio, o gráfico mostra que para o período anterior ao ataque terrorista nos Estados Unidos (setembro/2001) o sentimento do mercado era relativamente pessimista dado que o índice permanece próximo de 0,95, moderadamente abaixo de 1. Nessa interpretação, esse relativo “pessimismo” poderia estar ainda refletindo os efeitos da crise da Ásia (1997-1999) sobre países emergentes como o Brasil. No mês posterior a

setembro, a economia é tomada por um sentimento mais otimista do mercado que eleva o mesmo índice para próximo de 1,1, movimento esse em linha com a retomada da confiança dos agentes após o episódio do ataque terrorista nos Estados Unidos e a sucessiva redução nas avaliações de risco.

Após esse momento, a economia brasileira volta a presenciar a atuação de sentimento pessimista decorrente da incerteza quanto ao resultado das eleições presidenciais de 2002. Aqui, novamente, a série do índice volta a ficar abaixo de 1, atingindo o número próximo de 0,75, ou seja, lado pessimista do gráfico.

No período seguinte, o restabelecimento da confiança dos agentes com as diretrizes do governo Lula eleva o índice de ânimo do mercado para cerca de 1,1, nível próximo ao visualizado no período anterior às eleições de 2002, ou, de outro modo, no lado otimista do gráfico, indicando a maior atuação desse fator positivo sobre a percepção de risco dos agentes. Movimento semelhante também pode ser visto nos primeiros meses de 2004, quando a retomada de crescimento do PIB brasileiro parece induzir percepções otimistas e o índice atinge o valor acima de 1,2, maior valor alcançado na história da série estudada, ou seja, momento onde o componente de ânimo do mercado, nesse caso o otimismo, parece atuar de maneira mais determinante sobre as avaliações de risco.

gráfico 1 – índice da série de componente não observado estimado para o modelo de risco-país



No período posterior a abril/2004, o índice de ânimo de mercado oscila em torno da média até meados de julho/2007, quando a mesma medida volta a permanecer ligeiramente abaixo de 1, lado pessimista do gráfico. O período coincide com uma fase relativamente tranquila da economia, com ausência de grandes choques e turbulências tanto no cenário interno como externo. Esse comportamento pode indicar uma relativa estabilidade da influência do sentimento do mercado sobre as avaliações de risco dos agentes. Em fins de 2007, fatores como a crise imobiliária americana começam a impactar de forma negativa o ânimo dos mercados, levando o índice para patamares abaixo, porém próximos, de 1, sinalizando o início da atuação de fatores pessimistas sobre a dinâmica do risco.

4. considerações finais

A interpretação do Gráfico 1 como a representação da trajetória do índice de “sentimento de mercado” no tempo é plenamente viável e relevante nesse estudo. Tal medida, mensurada por meio da estimação do modelo de risco-país Brasil na forma de Modelo de Espaço de Estado, e exibida aqui sob a forma de índice – i.e., do Componente Não Observado –, pode ser entendida como mais uma variável explicativa na modelagem do risco-país.

Fica evidente que o comportamento desse componente assume uma forma mais volátil durante o período mais instável da série – setembro/2000 a abril/2004 – em resposta, principalmente, a três intervenções ocorridas nesse período: ataque terrorista de 11 de Setembro/2001, eleições presidenciais no Brasil em 2002 e estagnação do PIB em 2003.

Assim, o estudo traz importantes contribuições ao tentar demonstrar em quais momentos o comportamento da série de risco-país encontra respaldo nas variáveis de fundamentos econômicos ou responde de forma mais acentuada a fatores não facilmente mensuráveis. Uma maior atuação desses componentes pode indicar um excesso de otimismo ou pessimismo entre os agentes da economia, distanciando o movimento dessas variáveis dos seus reais fundamentos. Nesses casos,

a atuação da política pública deve ocorrer de forma cautelosa para controlar a expectativa do mercado, dado que as avaliações dos agentes carregam elevado componente de “sentimento de mercado”. Ao contrário, em momentos nos quais a percepção de risco tem pouco espaço para atuação de tais fatores, o governo pode atuar de maneira mais decisiva na melhoria dos fundamentos macroeconômicos do país.

Portanto, essa informação torna-se relevante para a tomada de decisões, tanto na esfera pública ou privada, visto que auxilia no entendimento do cenário econômico que se instala no momento, bem como indica o grau de vulnerabilidade do país a fatores externos ao controle do governo.

referências

DURBIN, J.; KOOPMAN, S. J. *Times series analysis by state space methods*. First Edition. Oxford University Press, 2001.

GOMES, K.R. *Dívida pública e risco-país: um estudo acerca dos componentes não observados dessa relação*. 2008. Dissertação (Mestrado), IPE-USP/ Departamento de Economia. São Paulo.

- 1 Para maiores detalhes sobre essa metodologia, consultar Durbin e Koopman (2001).
- 2 IPEADATA – Banco de Dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) - Trata-se de um órgão do governo brasileiro responsável por diversos estudos e indicadores no campo da economia.
- 3 Para uma explicação mais detalhada sobre o desenvolvimento desse modelo, consultar Gomes (2008).
- 4 Para entender melhor o significado desses testes, ver Durbin e Koopman (2001).
- 5 Para maiores detalhes sobre essa metodologia, consultar Durbin e Koopman (2001).

(*) Mestre em Economia pelo IPE – FEA – USP .
(E-mail: keitigomes@hotmail.com).