



# Intervalo Indicativo

**Metodologia**

19/10/2009



## Introdução

A disponibilização de estatísticas e ferramentas que facilitem a execução de negócios e a fluidez dos mercados secundários de títulos é pauta permanente nas atividades da ANBIMA. No que se refere à disseminação de referências de preços, desde 2000 a Associação é a principal provedora de preços indicativos de títulos públicos. O projeto foi demandado à Associação pelo Banco Central e pela Secretaria do Tesouro Nacional em documento que antecipava uma série de medidas dos órgãos do governo, com o objetivo de ampliar a liquidez dos mercados.

Ao longo desse período, o trabalho realizado pela ANBIMA ganhou relevância, viabilizando o alinhamento dos padrões contábeis brasileiros à recomendação e práticas internacionalmente adotadas de marcação a mercado das carteiras.

No sentido de tornar transparente a dispersão de informações recebidas pela Associação dos *price-makers*, foi incluído na publicação, a partir de 2003, o desvio padrão amostral das taxas recebidas para cada vencimento. A partir de 2005, a publicação passou a divulgar o **intervalo indicativo**, baseado nas taxas indicativas apuradas, somadas e diminuídas de uma unidade de desvio padrão amostral.

A alteração da metodologia de cálculo do intervalo indicativo para títulos públicos é mais uma iniciativa no âmbito do projeto de Consolidação, Disseminação e Monitoramento de Preços no mercado secundário de renda fixa. O diagnóstico de que assimetrias importantes no segmento deveriam ser dirimidas a partir de parâmetros de flutuações de taxas no mercado secundário de títulos públicos motivou essa modificação, com o objetivo de se constituírem efetivamente instrumentos de monitoramento de preços, incorporando-se à rotina de auto-regulação da Associação.

Assim, a metodologia adotada foi formulada com o objetivo de se tornar possível - a partir de modelagem robusta que considera o histórico dos fatores explicativos das curvas de juros - estimar limites mínimos e máximos de oscilação de preços intradia, antes da abertura dos mercados. O modelo descrito contempla também a tecnologia de construção

da Estrutura a Termo de Taxas de Juros (curva zero-cupom) para os principais indexadores utilizados para referenciar a dívida mobiliária federal (item 1), em sintonia com a utilizada por bancos centrais e instituições financeiras de economias desenvolvidas.

O modelo, descrito abaixo, foi formulado com a consultoria da Fundação Getulio Vargas e participação de especialistas do mercado, reunidos em grupo de trabalho organizado pela ANBIMA, tendo sido referendado pelo Comitê de Precificação de Ativos e pela Diretoria da Associação.

Cabe destacar que os resultados obtidos serão permanentemente monitorados pela Área Técnica e pelos fóruns da Associação, com o objetivo de que sejam diagnosticadas eventuais inconsistências, advindas do modelo ou de mudanças significativas das condições de mercado. Nos casos de aumento expressivo da volatilidade de preços intradia, a Área Técnica da Associação irá recalculer o intervalo indicativo divulgado na abertura dos negócios e disponibilizar novos parâmetros no fechamento do dia. A partir de 2009, serão criadas regras de monitoramento de preços pelo Comitê Operacional e de Ética da ANBIMA, no âmbito do projeto de auto-regulação do mercado de renda fixa.

### **1. Metodologia da Construção da ETTJ por classes de títulos - prefixados (LTN e NTN-F), atrelados ao IPC-A (NTN-B), atrelados ao IGP-M (NTN-C) e pós-fixados (LFT)**

A premissa básica para estimação das curvas de juros é a de que o preço de um título de renda fixa é igual ao fluxo de caixa futuro prometido pelo emissor, trazido a valor presente por uma função desconto<sup>1</sup>.

Assim,

$$\begin{aligned} P_{i,t} &= F_{i,1,t} b_t(T_{i,1}) + F_{i,2,t} b_t(T_{i,2}) + \dots + F_{i,K_i,t} b_t(T_{i,K_i}) + \varepsilon_{i,t} = \\ &= \sum_{j=1}^{K_i} F_{i,j,t} b_t(T_{i,j}) + \varepsilon_{i,t}, \quad \forall i,t. \end{aligned}$$

---

<sup>1</sup> Como estamos tratando de títulos de um mesmo emissor (o governo federal), o risco de crédito é o mesmo para todos os títulos e por isto ele já está incorporado nos juros.

(1.1)

Em que  $F_{i,t}$  é o j-ésimo pagamento (cupom e/ou amortização) do i-ésimo título na data t,

$T_{i,j}$  é o prazo, em anos (base 252), em que ocorre o pagamento j do i-ésimo título;

$K_i$  é o numero de pagamentos do título i;

$P_{i,t}$  é o preço do i-ésimo título na data t;

$\varepsilon_{i,t}$  é o erro cometido pelo modelo para o título i na data t; e

$b_t(T_{i,j})$  é a função desconto discreta da data t para a maturidade  $T_{i,j}$ .

Esta função desconto pode ser escrita como função da taxa de juros "zero-cupom" ou ETTJ para a data t -  $r_t(T_{i,j})$ . Neste caso,

$$b_t(T_{i,j}) = \frac{1}{(1 + r_t(T_{i,j}))^{T_{i,j}}}$$

(1.2)

A fim de diminuir a notação, não foi colocado o subscrito do tempo nas nomenclaturas matemáticas, ficando subentendido que estamos sempre avaliando o modelo em determinada data t.

A metodologia utilizada no calculo da ETTJ é baseada no modelo proposto por Svensson (1994), o qual é uma extensão do modelo de Nelson e Siegel (1971).

Em seu trabalho, Svensson (1994) define a taxa *forward* pela seguinte equação:

$$f_t(\tau) = \beta_{1t} + \beta_{2t}e^{-\lambda_1\tau} + \beta_{3t}\lambda_1\tau e^{-\lambda_1\tau} + \beta_{4t}\lambda_{2t}\tau e^{-\lambda_{2t}\tau} \quad (1.3)$$

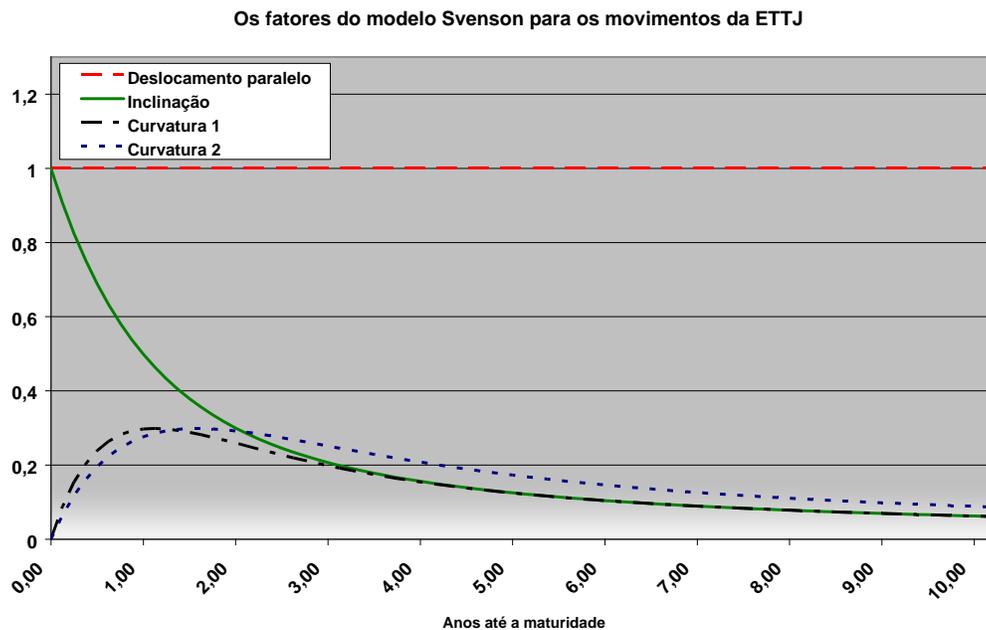
A taxa zero correspondente será, então:

$$r_t(\tau) = \beta_{1t} + \beta_{2t}\left(\frac{1-e^{-\lambda_1\tau}}{\lambda_1\tau}\right) + \beta_{3t}\left(\frac{1-e^{-\lambda_1\tau}}{\lambda_1\tau} - e^{-\lambda_1\tau}\right) + \beta_{4t}\left(\frac{1-e^{-\lambda_{2t}\tau}}{\lambda_{2t}\tau} - e^{-\lambda_{2t}\tau}\right)$$

(1.4)

Os parâmetros  $\beta_{1t}$  e  $\beta_{2t}$  podem ser interpretados como os fatores de nível e inclinação da ETTJ, enquanto  $\beta_{3t}$  e  $\beta_{4t}$  são as curvaturas. Um exemplo do que seriam estes fatores está mostrado na figura a seguir.

Gráfico 1: Movimentos da ETTJ sob o modelo SVLF para um dia específico (*Cross Section*).



Outra maneira de interpretar esses fatores é considerá-los como modelando os termos de longo, curto e médios prazos, pois quando  $\tau \rightarrow \infty$  o único fator que sobra é  $\beta_{1t}$ , o que faz com que este fator governe as taxas de longo prazo. A carga de  $\beta_{2t}$  que é igual a  $(1 - e^{-\lambda_t \tau}) / \lambda_t \tau$  começa em 1 e cai rapidamente para zero quando  $\tau$  aumenta, mostrando que este fator governa as taxas de curto prazo. Já a carga de  $\beta_{3t}$  e  $\beta_{4t}$  que é  $(1 - e^{-\lambda_t \tau}) \lambda_t \tau - e^{-\lambda_t \tau}$  começa em zero, é crescente no início e depois tende para zero quando  $\tau \rightarrow \infty$ , fazendo com que este fator governe as taxas de médio prazo.

Os parâmetros  $\lambda_t$  e  $\lambda_{2t}$  determinam onde a carga de  $\beta_{3t}$  e  $\beta_{4t}$ , respectivamente, atingem seu máximo. A inclusão de dois fatores de curvatura permite que a ETTJ gerada por este modelo possa se adequar melhor a formatos diferentes da curva de juros.

Assim, para determinar a ETTJ, resolve-se o seguinte problema de minimização para cada data de análise (t):

$$\text{Min} \sum_{i=1}^N W_i \left( P_i - \sum_{j=1}^{k_i} F_{i,j} b_t(T_{i,j}) \right)^2$$

(1.5)

Onde  $P_i$  é o preço de mercado<sup>2</sup> do i-ésimo título;

$W_i$  é o inverso da *duration* do i-ésimo título; e

N é o número de títulos usados na construção da ETTJ.

---

<sup>2</sup> Preço indicativo calculado a partir da coleta das taxas consideradas justas pelas instituições para o título, independente de ter havido negócios com esse papel.

Desta forma, os parâmetros betas da curva zero (equação 1.4) serão aqueles que minimizam o somatório dos erros (diferença entre o preço indicativo e o preço resultante do modelo) de todos os títulos ponderados pelo inverso da *duration*.

Os parâmetros lambda usados no modelo terão valores fixos. Com isso, a série temporal dos betas fará sentido, possibilitando a construção do túnel indicativo. Os valores dos lambdas adotados são aqueles para os quais a soma do erro em (1.5) é minimizado em uma janela de um ano.

A Área Técnica da ANBIMA monitorará os referidos erros e sua persistência, com o objetivo de identificar períodos em que os parâmetros  $\lambda$  deverão ser estimados novamente.

## **2. Metodologia do Túnel Indicativo**

A metodologia é similar ao cálculo de Value at Risk (VaR) histórico. Neste tipo de modelo, a hipótese básica é a de que os eventos passados são bons previsores dos eventos futuros. Assim, não há necessidade de se impor nenhuma distribuição específica sobre os parâmetros da curva, o que é retirado diretamente da distribuição empírica dos eventos ocorridos no passado.

O insumo básico desta metodologia são os betas do modelo Svensson Lambda Fixo, usado na obtenção da curva zero, para cada um dos dias da janela analisada. Dado que os lambdas são fixos, os betas definem unicamente toda a ETTJ. Assim, se fizermos um modelo para esses parâmetros, estaremos modelando toda a curva de juros.

Inicialmente, é considerada a série temporal dos betas para uma janela de um ano e meio (378 observações), com exceção ao caso da LFT (descrito no tópico 3). Com este histórico de betas, criam-se os cenários da seguinte forma:

$$\begin{bmatrix} \hat{\beta}_{1i} \\ \hat{\beta}_{2i} \\ \hat{\beta}_{3i} \\ \hat{\beta}_{4i} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{1t} \\ \beta_{2t} \\ \beta_{3t} \\ \beta_{4t} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \beta_{1t-i-1} & \beta_{1t-i} \\ \beta_{2t-i-1} & \beta_{2t-i} \\ \beta_{3t-i-1} & \beta_{3t-i} \\ \beta_{4t-i-1} & \beta_{4t-i} \end{bmatrix} \quad p/ \quad i = 1, \dots, 378$$

Sendo  $\hat{\beta}_{ji}$  é o i-ésimo cenário do j-ésimo beta; e

$\beta_{jt}$  é o j-ésimo beta no tempo t.

Ou seja, são criados assim i cenários de beta, a partir do último beta observado e das i variações históricas. Para cada cenário, a curva de juros é calculada de acordo com a equação (1.4).

Para cada título, soma-se à ETTJ estimada de cada cenário o seu Spread Estático. O Spread Estático é definido como sendo o deslocamento paralelo da curva de juros, tal que o preço do título calculado pela curva seja igual ao seu preço de mercado, isto é, ajusta-se a EETJ de forma que o erro no preço do título seja zero. Com essas curvas, calcula-se a TIR do título em cada cenário. Estas taxas são organizadas em ordem crescente, e coleta-se o percentil apropriado do intervalo de confiança do título. Desta forma, obtém-se as TIR máxima e mínima que definem o intervalo indicativo de abertura do título.

O intervalo de confiança utilizado na obtenção do intervalo indicativo é de 99%.

### 3. Situações Especiais

Os títulos atrelados ao IGP-M (NTN-C) e à Taxa Selic (LFT), por características intrínsecas à sua forma de remuneração e/ou às condições de restrita liquidez, exigem um tratamento especial na construção dos intervalos. Em ambos os casos, o registro de negócios residuais **dificulta a avaliação de preços dos ativos** e, por definição, induz à abertura de *spreads* mais largos. Assim, a metodologia básica apresentada pode subestimar o intervalo de flutuação dos ativos. No caso das LFT, pela peculiaridade de sua forma de remuneração, em que o risco de mercado é praticamente nulo, essa característica é ainda mais marcante.

Diante desse aspecto, foi incorporado um deslocamento adicional referente ao *spread* indicativo (definido como diferença entre taxa de compra e de venda) na metodologia de definição de intervalos para esses ativos. Para as NTN-C, metade dessa medida é acrescentada na taxa máxima e a outra metade é subtraída da taxa mínima, e para as LFT *a medida é integralmente acrescentada ou subtraída*, ampliando assim os limites em ambos os casos. Em função da estrutura de vencimentos de cada categoria, a metodologia de apuração desse *spread* difere nos dois casos:

**3.1 NTN-C** – a medida a ser adicionada é calculada a partir do histórico (média) das diferenças entre as taxas de compra e venda apuradas pela ANBIMA, junto às instituições de mercado, às 11h, e disponibilizadas por meio do Sistema de Difusão de Taxas (provedor ANBIMA 11H). Para cada vencimento, considera-se a média do *spread* de compra e venda para uma janela de três meses (63 dias).

**3.2 LFT** - a medida a ser adicionada é calculada a partir do histórico (média) das diferenças entre as taxas de compra e venda apuradas pela ANBIMA, junto às instituições de mercado, às 11h, e disponibilizadas por meio do Sistema de Difusão de Taxas (provedor ANBIMA 11H), para uma janela de um mês (21 dias).

A fragmentação da estrutura de vencimentos das LFT faz com que as referências de *spreads* sejam restritas a pequeno conjunto de vencimentos, apesar do grande número de maturidades ao longo da curva. Assim, estas são divididas em blocos de seis meses até o vencimento: no primeiro bloco são considerados ativos que vencem em até seis meses; no segundo, os que vencem entre seis meses e um ano, e assim por diante. Em seguida, é eleito o título mais líquido de cada bloco, e calculada a média do *spread* de compra e venda para uma janela de um mês. Esse *spread* é acrescentado no intervalo de todos os vencimentos que fazem parte do bloco.

O motivo da escolha do papel mais líquido por blocos é para que sejam diminuídos os riscos de baixo volume de informações para apuração da média móvel dos *spreads*.

Outra modificação feita na metodologia para o caso das LFT é a de que a janela de tempo usada no VaR histórico é de dois anos (504 observações), em vez das 378 observações utilizadas na metodologia dos demais papéis. Essa alteração tem como objetivo aumentar a probabilidade de ocorrência de casos extremos na previsão dos cenários para o dia seguinte.

#### **4. Violações**

A metodologia de cálculo dos intervalos indicativos de títulos públicos não está imune a ocorrências de mercado que gerem volatilidade exacerbada dos ativos financeiros, tornando os limites definidos *a priori* defasados com relação às novas condições de negociações. Nesses casos, duas formas de ocorrências estão previstas para substituição dos intervalos definidos em d-1:

**4.1 Violação detectada ao final do dia** - essa ocorrência toma por base o resultado das Taxas Indicativas calculadas diariamente pela ANBIMA e divulgadas na publicação Mercado Secundário de Títulos Públicos. Se o resultado dessa apuração se mantiver fora dos limites superiores/inferiores ao intervalo definido para determinada classe de ativo, o limite será recalculado (somente para essa classe de ativos), incluindo-se na série histórica dos parâmetros de apuração os resultados do dia em questão, observado que:

- a) Se a violação for no limite superior, este será substituído, sendo mantido o limite inferior.
- b) Se a violação for no limite inferior, este será substituído, sendo mantido o limite superior.
- c) Se a violação se der nos extremos em pontos distintos da curva, o intervalo indicativo será substituído nos dois extremos.

Os novos resultados estarão disponíveis ao final do dia e serão substituídos nas bases de dados da ANBIMA e nos Sistemas e ferramentas que utilizam a informação.

**4.2 Violação detectada ao longo do dia** - essa ocorrência toma por base as informações *online* dos três vencimentos mais líquidos do mercado futuro de DI. A escolha dos vencimentos a serem utilizados leva em consideração o somatório do número de negócios nos últimos cinco dias úteis do mês anterior, de maneira a selecionar os três vencimentos mais negociados neste período. De forma similar ao que é realizado para os ativos, são calculados limites de oscilação - intervalos indicativos - para estes vencimentos mais líquidos do DI Futuro. O intervalo para os ativos, divulgado no início do dia, será suspenso quando uma das taxas do DI ultrapassar estes limites.

Nos casos de violação dos intervalos a partir dessas premissas, considera-se que as incertezas são generalizadas aos mercados e o intervalo indicativo será desativado para o universo dos títulos, com sua comunicação feita por meio do Sistema de Difusão de Taxas da ANBIMA. Nesses casos, os intervalos serão recalculados após o encerramento dos mercados, para todas as classes de ativos, incluindo-se na série histórica dos parâmetros de apuração os resultados do dia em questão, observado que:

- a) Se a violação for no limite superior, este será substituído, sendo mantido o limite inferior.
- b) Se a violação for no limite inferior, este será substituído, sendo mantido o limite superior.

Os novos resultados estarão disponíveis ao final do dia e serão substituídos nas bases de dados da ANBIMA e nos Sistemas e ferramentas que utilizam a informação.

No caso de ocorrerem simultaneamente os casos **4.1** e **4.2** descritos acima, haverá suspensão dos intervalos conforme estabelecido em **4.2**. O recálculo ao final do dia seguirá as duas metodologias, não excludentes entre si.

Os novos resultados estarão disponíveis ao final do dia e serão substituídos nas bases de dados da ANBIMA e nos Sistemas e ferramentas que utilizam a informação.

## **5. Divulgação e Comunicação**

A divulgação do intervalo indicativo de abertura será realizada por meio da publicação Mercado Secundário de Títulos Públicos e do Sistema ANBIMA de Difusão de Taxas, e será armazenado no sistema COMPARE de títulos públicos. Os eventos de desativação e as atualizações dos intervalos serão discriminados nesses veículos de difusão.

## 6. Referências Bibliográficas

ALMEIDA C.; VICENTE, J. **The role of no-arbitrage on forecasting**: lessons from a parametric term structure model, 2008. Será publicada no Journal of Banking and Finance.

DIEBOLD F.; LI, C. Forecasting the term structure of government bonds yields. **Journal of Econometrics**, n. 130, p. 337-364, 2006.

DIEBOLD F.; RUDEBUSCH, G.; ARUOBA, B. The macroeconomy and the yield curve: a dynamic latent factor approach. **Journal of Econometrics**, n. 131, p. 309-338, 2006.

NELSON, C.; SIEGEL, A. Parsimonious modeling of yield curves. **Journal of Business**, v. 60, n. 4, p. 473-489, 1987.

SVENSSON, L. **Monetary policy with flexible exchange rates and forward interest rates as indicators**. Stockholm, Sweden: Institute for International Economic Studies, 1994.