

## Expectativas inflacionárias e inflação implícita: será que pesquisas de mercado fornecem medidas precisas?

**Flávio de Freitas Val**<sup>†</sup>

*Banco Central*

**Claudio Henrique da Silveira Barbedo**<sup>Ω</sup>

*IBMEC*

**Marcelo Verdini Maia**<sup>Υ</sup>

*IAG/PUC-RIO*

**RESUMO:** Nos últimos anos os títulos indexados em índices inflacionários têm experimentado um grande crescimento nos volumes negociados. Estes títulos tornaram-se um importante instrumento para a diversificação das carteiras dos investidores, para administração de passivos e principalmente para aferição de expectativas de autoridades monetárias. Neste ambiente, este trabalho contribui ao apresentar uma metodologia modificada de estimação do prêmio de risco de inflação e por aplicar diferentes metodologias no mercado brasileiro. Os resultados indicam que as medidas de inflação implícita com ou sem ajuste do prêmio de risco de inflação retornam os menores erros de previsão em relação ao IPCA ocorrido.

**Palavras-chave:** Estrutura a termo; expectativas de inflação; prêmio de risco de inflação.

*Recebido em 01/06/2010; revisado em 28/07/2010; aceito em 05/08/2010; disponível em 29/07/2011*

### **Correspondência autores\*:**

<sup>†</sup>Mestre em Métodos Matemáticos em Finanças pelo Instituto de Matemática Pura e Aplicada - IMPA

**Vinculação:** Analista do Banco Central.

**Endereço** Rua Paissandu, 239, apto 402, Rio de Janeiro – RJ – Brasil  
CEP 22210-080.

**E-mail:** [flavio.val@bcb.gov.br](mailto:flavio.val@bcb.gov.br)

**Telefone:** (21) 2189-5356

<sup>Ω</sup> Doutor em Finanças pela Coppead/UFRJ

**Vinculação:** Professor do IBMEC e Analista do Banco Central.

**Endereço:** Endereço Completo: Rua Aquidabã, 431, b1 apto 301 Méier, Rio de Janeiro – RJ – Brasil - CEP 20720294.

**E-mail:** [cbarbedo@ibmecrj.br](mailto:cbarbedo@ibmecrj.br)

**Telefone:** (21) 2189-5565

<sup>Υ</sup>Ph.D. Finanças pela The Wharton School

of Business da University of Pennsylvania  
**Vinculação:** PUC-RIO e Analista do Banco Central.

**Endereço:** Rua Marquês de São Vicente, 225 – Gávea, Rio de Janeiro – RJ - Brasil  
CEP 22451-900.

**E-mail:** [marcelovmaia@iag.puc-rio.br](mailto:marcelovmaia@iag.puc-rio.br)

**Telefone:** (21) 2138-9352

**Nota do Editor:** *Esse artigo foi aceito por Antonio Lopo Martinez.*



Esta obra está licenciada sob a Licença Creative Commons – Atribuição-Uso não-comercial-Compartilhamento pela mesma licença 3.0 Unported License.

## 1. INTRODUÇÃO

Um método alternativo de extração de expectativas de inflação surgiu a partir da emissão de ativos financeiros indexados aos índices de preços da economia (*inflation-indexed bonds*). Estes ativos distinguem-se das obrigações tradicionais devido ao fato de garantirem uma remuneração atrelada à inflação, acrescida de juros definidos no momento da compra. A emissão simultânea desses títulos com outros que garantem um determinado rendimento nominal, para a mesma maturidade, permite a extração de uma medida de inflação embutida nos preços destes instrumentos, comumente denominada de inflação implícita. Embora esta medida de inflação seja bem fundamentada teoricamente, sua implementação é ainda um tópico de intenso debate, devido à existência de prêmios de risco existentes em títulos pré-fixados, por exemplo, o prêmio de risco por inflação.

Este trabalho tem dois objetivos. Primeiro, implementar diferentes metodologias para estimar as expectativas inflacionárias e uma metodologia modificada para estimar o prêmio de risco de inflação. Segundo, comparar os resultados encontrados com o referencial atualmente utilizado pelo mercado para inferir expectativas de inflação.

Especificamente, estimamos as expectativas inflacionárias pelo método *Cash Flow Matching* e comparamos com as do método de Svensson (1994) e com as expectativas coletadas em pesquisa. Os resultados indicam que este referencial, a pesquisa de expectativas de mercado do Gerin<sup>1</sup>, mostra-se menos confiável e mais sujeito a erros do que as metodologias apresentadas.

Uma característica importante deste trabalho é que consideramos explicitamente a existência de um prêmio de risco de inflação. Para tal fim, modificamos o método de extração do prêmio de Durham (2007) para estimar este prêmio e extrair uma medida de inflação implícita (BEIR) menos distorcida da qual a literatura geralmente faz uso. Assim, apresentamos resultados descontados do prêmio de risco de inflação. Os resultados ratificam a utilidade do monitoramento das expectativas via mercado de títulos.

A estimação de expectativas de inflação embutidas em preços de títulos é uma informação extremamente importante para investidores, instituições financeiras e órgãos reguladores. Primeiro, porque os agentes econômicos formam suas expectativas com base nestas estimativas que, conseqüentemente, influenciam a própria inflação futura. Segundo, porque no mercado de títulos indexados é possível visualizar previsões para diversos prazos de vencimento, atualizadas

tempestivamente e em todos os dias úteis. Por último, apesar da cada vez mais ampla a disponibilidade dessa informação em pesquisas de mercado, na maioria das vezes as informações sofrem o problema de refletir a opinião, mas não representar, as apostas das instituições. Desta forma, as posições dos participantes em títulos indexados em índices de inflação podem garantir de maneira mais precisa a real expectativa no curso futuro da economia.

No mercado internacional, uma série de trabalhos busca extrair expectativas de inflação através de títulos do governo. Woodward (1990) estima taxas de juros reais e expectativas inflacionárias utilizando os preços de títulos soberanos britânicos prefixados e indexados para 14 maturidades entre 1998 e 2024. O autor pressupõe que o prêmio de risco inflacionário é igual a zero.

Deacon e Derry (1994) discutem vários métodos pelos quais os preços de títulos indexados podem ser comparados com os dos títulos prefixados. Segundo os autores, o melhor método desenvolve a construção de curvas de taxas de juros a vista para os títulos indexados e para os prefixados utilizando funções de cubic spline, sendo a expectativa inflacionária calculada pelo diferencial entre ambas. Os autores citam o prêmio de risco como importante para se apurar as expectativas.

Breedon (1995) apresenta a eficácia das expectativas do método de Svensson (1992) para prever os processos inflacionários. Os resultados mostraram que a curva de inflação tem poder preditivo, mas superestima consistentemente a inflação futura. Breedon e Chadha (1997) também encontram resultados similares e apontam como explicação o prêmio de risco inflacionário e/ou erros de expectativa.

Shen e Corning (2001) não encontram boas medidas de expectativas inflacionárias do mercado devido ao prêmio de risco elevado e variável no tempo. Os autores apontam que, este diferencial entre as taxas pode se tornar uma melhor medida de expectativa caso as condições de liquidez nos mercados de ambos os títulos se aproximem no futuro. Alonso, Blanco e Ríó (2001) estimam a break-even inflation rate – BEIR, ou inflação implícita, utilizando os títulos indexados do governo francês e sugerem que os títulos indexados provêm informações valiosas para as autoridades monetárias. Scholtes (2002) sugere que a performance de previsão da BEIR é melhor do que pesquisas de mercado sobre as expectativas inflacionárias. Christensen e Reid (2004) constatarem que no caso do mercado canadense, a BEIR foi mais alta, na média, e mais variável

que as pesquisas de mercado de expectativas inflacionárias no período compreendido entre 1992 e 2003. Os autores identificam a pesquisa de mercado como a referência relevante de expectativas de inflação e a BEIR como a medida viesada devido a presença de prêmios de risco. O trabalho destaca ainda que muitos dos estudos da literatura identificam as pesquisas como *benchmark* de comparação, como Scholtes (2002), entretanto, reconhece que isto não é um consenso, devido ao pouco incentivo que o mercado tem em revelar suas informações.

Nos últimos anos os títulos indexados brasileiros têm experimentado um grande crescimento nos volumes negociados e se tornaram instrumentos que potencializam a diversificação das carteiras dos investidores e que auxiliam na melhor administração dos passivos de fundos e de grandes corporações. Este trabalho preenche uma lacuna no mercado brasileiro, ao apresentar, pela primeira vez, o mercado de negociação e formas de extração destas informações. Os resultados indicam que tanto o erro quadrático médio como o viés médio das expectativas inflacionárias estimadas pelas metodologias apresentadas, para o IPCA, retornaram valores menores que os coletados pela pesquisa de mercado.

Além disto, cabe ressaltar a importância crescente da utilização dos títulos indexados na tentativa de se estimar as expectativas inflacionárias dos agentes do mercado financeiro. Em discurso de 2004, Bernanke<sup>ii</sup> enfatizou que as expectativas inflacionárias dos participantes do mercado financeiro são de particular interesse para os bancos centrais por diversas razões. A primeira, como a estabilidade de preços é um dos principais objetivos da política monetária, o Fed aloca substanciais recursos na previsão da inflação. À medida que os mercados financeiros servem para agregar informações do setor privado sobre a provável trajetória futura da inflação, dados de preços e taxas de ativos podem ser utilizados para validar e talvez melhorar as previsões do Fed. Além disto, as expectativas inflacionárias são de interesse dos *policymakers*, independente da inflação em si. Considerável literatura sugere que uma política monetária bem-sucedida deve estabilizar, ou ancorar, expectativas inflacionárias de forma a prevenir que se tornem fontes de instabilidade por si mesmas. Finalmente, Bernanke salienta que o conhecimento das expectativas inflacionárias nos mercados financeiros permite o cálculo das taxas de juros reais, o que é um importante indicador das condições da economia e de implementação da política monetária.

O trabalho está dividido da seguinte maneira: na Seção 2, iremos explicitar o mercado de títulos indexados no Brasil, descrevendo a metodologia de precificação desses títulos. Na Seção 3, iremos expor metodologias para a estimação de expectativas inflacionárias e uma metodologia para extrair o prêmio de risco. A Seção 4 apresenta os resultados e a última seção conclui o trabalho, ressaltando as distorções e prêmios inerentes às metodologias utilizadas e os resultados já alcançados e possíveis ajustes e melhorias na estimação da BEIR estimada junto aos instrumentos do mercado financeiro brasileiro.

## **2. MERCADO DE TÍTULOS BRASILEIRO**

No mercado brasileiro, os títulos públicos indexados, negociados atualmente com base em taxas ou índices econômicos, são as Notas do Tesouro Nacional – NTN. Atualmente são negociados dois títulos governamentais indexados em índices econômicos, as NTN-B e as NTN-C, vinculadas, respectivamente, no Índice de Preços ao Consumidor Amplo - IPCA e no Índice Geral de Preços do Mercado - IGP-M. O IPCA é a diretriz do sistema de metas de inflação adotado no segundo semestre de 1999.

O valor nominal de uma NTN-B é atualizado pela variação do IPCA do mês anterior,<sup>iii</sup> desde a data-base de emissão do título, pagando juros semestralmente. O primeiro cupom de juros a ser pago contempla a taxa integral para seis meses, independente da data de liquidação da compra. A taxa de juros é definida no momento da emissão do título, em percentagem ao ano e é aplicada sobre o valor nominal atualizado do título. Na prática, todas as NTN-B emitidas possuem pagamento semestral de cupom de juros de 6% ao ano.

O volume negociado e o estoque das NTN-B cresceram significativamente a partir do ano de 2006. Um dos fatores que parece ter sido essencial para este crescimento foi o estímulo gerado pela desoneração tributária concedida aos investidores estrangeiros na compra de títulos públicos federais.<sup>iv</sup> Em dezembro de 2008 seu valor financeiro no estoque da Dívida Pública Mobiliária Federal interna - DPMFi em poder do público atingiu R\$ 299 bi, representando 23,6% deste estoque. A Figura 1, a seguir, apresenta o valor financeiro anual negociado e o estoque das NTN-B na dívida pública mobiliária federal interna (DPMFi).

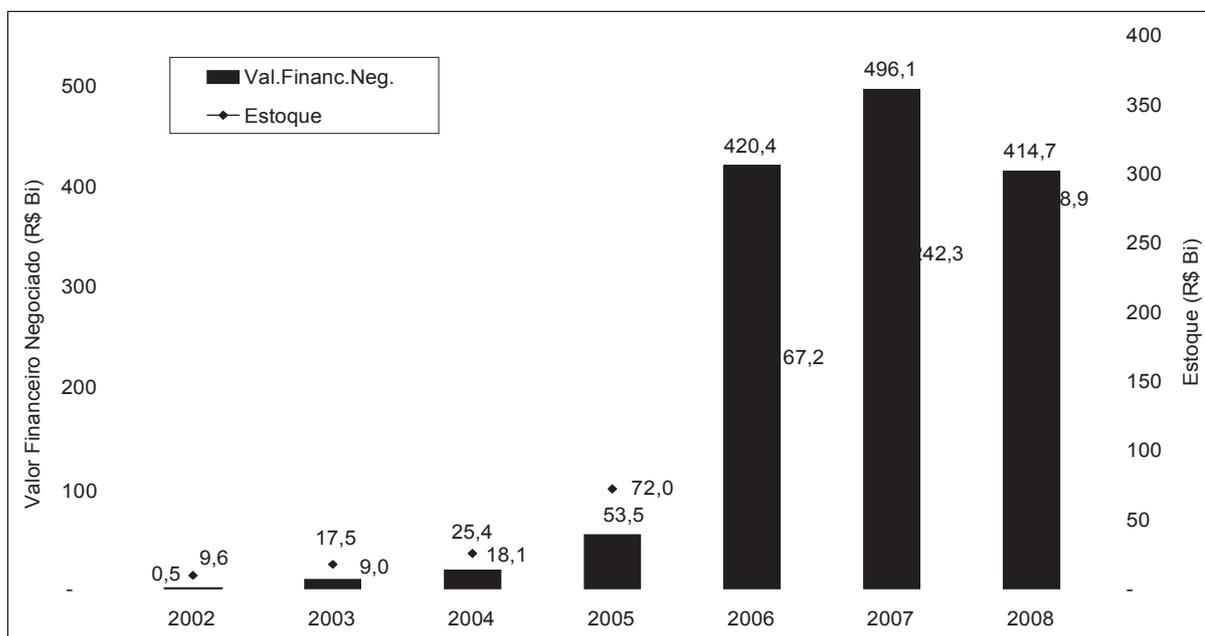


Figura 1- Valor Financeiro Anual Negociado e Estoque das NTN-B na DPMFi

Fonte: STN e Bacen

O valor financeiro negociado das NTN-B saltou de R\$53,5 bilhões referentes ao ano de 2005 para R\$420,4 bilhões em 2006, enquanto o estoque destes títulos, que totalizava R\$72 bilhões ao final de 2005 se elevou para um valor de R\$167,2 ao final do ano de 2006.

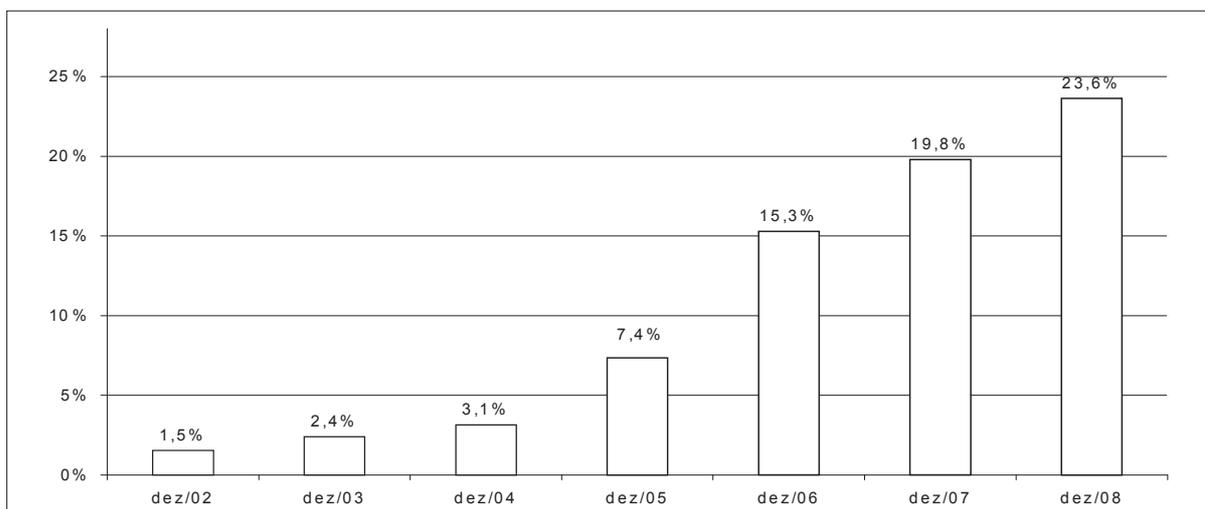


Figura 2 - Participação Relativa das NTN-B no Estoque da DPMFi

Fonte: STN

O aumento do estoque destes papéis refletiu em uma crescente participação das NTN-B no estoque da dívida pública federal. Se ao final de 2004 as NTN-B representavam apenas 3,1% do estoque financeiro da DPMFi em poder do público, ao final dos anos de 2005 e 2006 já participavam com 7,4% e 15,3%, respectivamente, conforme a Figura 2. Em dezembro de 2008 as NTN-B já representam 23,6% do estoque financeiro da DPMFi em poder do público, equivalente a um valor financeiro de R\$ 299 bilhões.

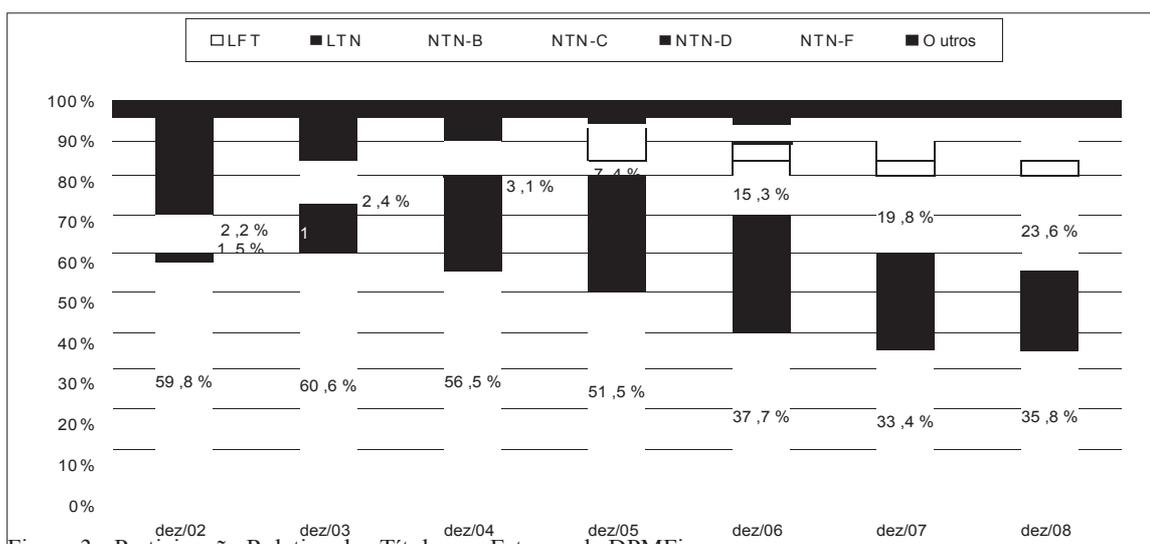


Figura 3 - Participação Relativa dos Títulos no Estoque da DPMFi  
Fonte: STN

A Figura 3 mostra o surpreendente aumento de participação relativa das NTN-B no estoque da DPMFi ao final de cada ano, em detrimento principalmente da participação dos títulos indexados na taxa Selic.

Ainda assim, quando examinamos o giro<sup>v</sup> dos principais títulos que compõe a DPMFi, percebemos, pela Figura 4, que as NTN-B possuem um bom espaço para o desenvolvimento de seu mercado secundário e de sua liquidez, se comparado, por exemplo, com as LFT, LTN e mesmo as NTN-F. Entre os fatores que viabilizaram este aumento de liquidez e da participação relativa das NTN-B na DPMFi, ocorridos principalmente nos últimos 3 anos, podemos citar: (i) as melhores condições macroeconômicas do Brasil; (ii) a estratégia de alongamento da dívida pública federal;<sup>vi</sup> (iii) a maior participação de investidores estrangeiros e nacionais no mercado de título público; e (iv) as novas emissões de NTN-B que ocorreram no período, saltando de oito diferentes vencimentos disponíveis em dezembro de 2004 para treze ao final de 2006.<sup>vii</sup>

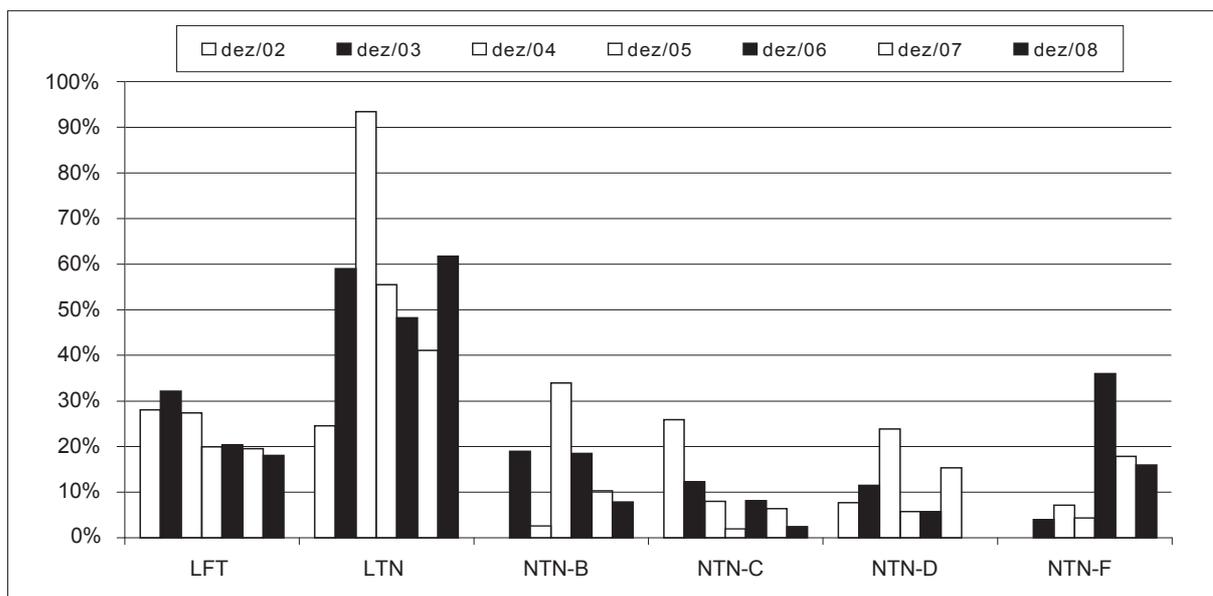


Figura 4 - Giro dos Principais Títulos da DPMFi  
Fonte: STN e Bacen.

A expansão do mercado e da liquidez das NTN-B, ocorridos nos últimos anos, pode ser considerado fator fundamental para o desenvolvimento e o sucesso de técnicas de estimação de expectativas inflacionárias, viabilizando a construção de estruturas a termo de juros reais e de inflação implícita nos preços dos títulos públicos e gerando, dessa forma, uma fonte a mais de informações acerca de expectativas de mercado.

### 3. METODOLOGIAS DE EXTRAÇÃO DA INFLAÇÃO IMPLÍCITA

A inflação implícita ou break-even inflation rate (BEIR) é definida como o spread entre o retorno de um título convencional prefixado e o retorno médio de um título indexado em inflação, com taxas de juros fixas e, para um mesmo vencimento. Apesar de simples, a BEIR não é uma medida perfeita da expectativa inflacionária formada pelo mercado. Enquanto o comprador do título indexado não se preocupa com o nível inflacionário, o investidor de um título prefixado demandará uma taxa de retorno que o compense pela expectativa de perda de seu poder de compra. Assim, na prática, este spread captura tanto a expectativa inflacionária como diversos outros riscos e distorções. Entre os riscos, o principal é o denominado prêmio de risco da inflação, decorrente das variações nos índices de preços assumido pelo investidor que adquire o título prefixado. Já entre as distorções, temos a indexação imperfeita dos títulos em alguns mercados, diferenciação na tributação e a segmentação de mercado.

No Brasil, Matsumura e Moreira (2006) estimam expectativas inflacionárias considerando a razão entre o swap INPC x DI e o swap DI x PRE. Os autores consideraram o prêmio de risco constante. Pinheiro, Vicente e Almeida (2007) também consideram que o prêmio de risco da diferença entre as taxas é constante e conseqüentemente pode ser desconsiderado do cálculo. Em um mundo onde os investidores são indiferentes ao risco, somente retornos reais importam. Desta forma, títulos com maiores rendimentos seriam os mais procurados, o que provocaria um ajuste nos preços de maneira que prefixados e títulos atrelados à inflação terminassem com a mesma taxa de rendimento real. Neste mundo, a diferença entre os títulos é uma medida precisa de expectativa de inflação. A suposição de que o prêmio por risco de inflação pode ser desconsiderado significa supor que a inflação implícita é uma medida extraída em um mundo neutro ao risco. No caso brasileiro adotamos duas formas de estimação das expectativas inflacionárias contidas nos títulos federais indexados em índices de inflação. Como apenas a estimação por Svensson utiliza um modelo para curva de juros, somente neste caso, foi possível derivar o prêmio de risco da inflação. Em todas as duas metodologias utilizamos as NTN-B, justamente por estes títulos terem o mesmo indexador do Sistema de Metas de Inflação administrado pelo Banco Central.

Nos métodos, utiliza-se as taxas de juros de mercado<sup>viii</sup> do último dia útil dos meses compreendidos entre setembro de 2003 e março de 2009. No período analisado, notamos um expressivo aumento na emissão de novos títulos prefixados e no alongamento dos prazos de vencimento ao longo do ano de 2006. Como veremos posteriormente, essas características são umas das possíveis causas que explicam as variações ocorridas na estimação das expectativas inflacionárias neste trabalho. A Tabela apresentada no Anexo A detalha as novas emissões e o referido alongamento nos títulos utilizados nas estimações, ao final de cada ano, explicitando a quantidade de vencimentos negociados no mercado secundário, os vencimentos mais longos e os dias úteis até os vencimentos destes títulos mais longos. Posteriormente, utilizamos o método de extração do prêmio de Durham (2007) para estimar o prêmio de inflação e extrair uma medida de inflação implícita (BEIR) menos distorcida.

### 3.1 ESTIMAÇÃO POR *CASH FLOW MATCHING*

Neste método estimamos as expectativas inflacionárias utilizando-se o proposto por Sack (2000), denominado *inflation compensation measure*, e por Christensen, Dion e Reid (2004),

chamado de *Adjusted BEIR*<sup>ix</sup>. O cálculo envolve escolher um vencimento do título indexado e buscar o título prefixado com vencimento mais próximo para se fazer o diferencial de taxas de juros. Minimiza-se os efeitos dos saltos que ocorrem nas estimativas, devido à não simultaneidade de negociação, através de contratos futuros de DI-1 dia. Diante da inter-relação entre este mercado e o de LTN, onde se montam estratégias defensivas e ativas com posições mantidas em ambos os mercados, a curva de contratos futuros é uma referência nas negociações dos títulos prefixados, sendo estes negociados em pontos (prêmio ou deságio) em relação à curva de futuros de DI. Esta é uma boa metodologia na falta de uma estimação eficaz da curva de títulos governamentais prefixados.

A metodologia desenvolvida cria LTN sintéticas, de mesma maturidade e fluxo de caixa das NTN-B.

### 3.2 ESTIMAÇÃO PELO MODELO PARAMÉTRICO DE SVENSSON

O segundo método de estimação das expectativas inflacionárias estima curvas contínuas de expectativas inflacionárias, permitindo o cálculo de expectativas para diferentes horizontes de tempo. No modelo de estimação das curvas de juros nominais e reais, foi utilizado o modelo proposto por Svensson (1994). Esta dinâmica foi escolhida pelos resultados para o mercado brasileiro descritos em Almeida et al (2007).

### 3.3 CÁLCULO DO PRÊMIO DE RISCO DE INFLAÇÃO

Inicialmente, seguindo Durham (2007), supomos que a taxa de juros nominal instantânea a termo no horizonte  $t$ , dada por  $f_t^N$ , é determinada a partir da expectativa de taxa a termo real,  $S_t^R$ , a expectativa da taxa de inflação futura,  $\pi_t^e$ , o prêmio real da taxa a termo,  $p_t^R$ , e o prêmio do risco de inflação,  $p_t^\pi$ :

$$f_t^N = (S_t^R + \pi_t^e) + (p_t^R + p_t^\pi) \quad (1)$$

Em termos nominais, a taxa de juros nominal instantânea a termo no horizonte  $t$  também pode ser dada pela soma da taxa de curto prazo esperada nominal,  $S_t^N$  e o prêmio nominal,  $p_t^N$ . Desta forma, temos que:

$$S_t^N = (S_t^R + \pi_t^e) \quad (2)$$

$$p_t^N = (p_t^R + p_t^\pi) \quad (3)$$

A apresentação através destas equações mostra que é possível extrair  $S_t^N$  e  $p_t^N$  estimando uma estrutura a termo, como Vasicek (1977), da curva de títulos nominais do governo. Porém, para obter o prêmio de risco, precisamos ainda de uma curva de taxa de juros real. Similar a taxa de juros nominal instantânea a termo, temos que:

$$f_t^R = S_t^R + p_t^R \quad (4)$$

Finalmente, com o prêmio de risco pode ser dado então por:

$$p_t^\pi = p_t^N - p_t^R \quad (5)$$

Seguindo Durham (2007), Kim e Wright (2005) e Langetieg (1980), supomos que os fatores-objeto que influenciam o preço nominal dos títulos de taxa de juros seguem um processo Ornstein-Uhlenbeck multivariado. Isto significa, na Equação 4, por exemplo, que o prêmio de risco é dado pela diferença entre a taxa de juros nominal instantânea a termo do período  $n$ , e a taxa de curto prazo do período  $n$ .<sup>x</sup> As estimativas das variáveis do modelo Vasicek foram implementadas aplicando uma metodologia de estimação por modelo de estado de espaço de Duan e Simonato (1999) à metodologia de Durham (2007).

#### 4. RESULTADOS

O resultado busca avaliar o poder preditivo destas estimativas inflacionárias, comparando os resultados obtidos com pesquisas de mercado e com o próprio IPCA ocorrido. A grande surpresa verificada nos resultados deste trabalho é demonstrar que as estimativas da expectativa de inflação se mostram mais próximas que as da Gerin para os anos de 2006, 2007 e 2008. Este resultado pode ser explicado pelo fato do prêmio por risco de inflação ser relativamente baixo, compatível com Durham (2006) e Christensen, Lopez e Rudebusch (2008) ou ainda, pela possibilidade de as pesquisas de mercado embutir prêmios que não condizem com os valores dos títulos negociados, considerando-se que essas pesquisas não representam apostas financeiras.

A avaliação do poder preditivo das estimativas inflacionárias extraídas dos títulos públicos foi realizada através de dois procedimentos. No primeiro, diferenciamos as estimativas e a inflação ocorrida, seguindo o proposto por Breedon (1995). No segundo procedimento, comparamos diretamente, sem qualquer diferenciação ou outro tratamento, as estimativas inflacionárias 12 meses à frente com a inflação ocorrida no mesmo período.

#### 4.1 VARIAÇÃO DAS EXPECTATIVAS INFLACIONÁRIAS

Seguindo a comparação apresentada em Lowenkron e Garcia (2007), comparamos os prêmios de risco com o resultado da diferença entre o *break even inflation* e a inflação esperada, estimada através das previsões da pesquisa do Gerin. A Tabela 1 apresenta a raiz do erro quadrático médio e a correlação entre as medidas.

**Tabela 1 - Raiz do erro quadrático médio (REQM) e correlação dos prêmios de risco de inflação estimados e o resultado da diferença entre o *break even inflation* e a inflação esperada.**

Prêmio de Risco de Inflação	REQM	Correlação
Modelo de 1 Fator	0,1649%	0,69
Modelo de 3 Fatores	0,2298%	0,41

Fonte: Os autores (2011)

A Tabela mostra que o modelo de 1 fator produz o menor erro médio, bem como a maior correlação com a referência adotada. No trabalho, Lowenkron e Garcia (2007) regressionam a variável dependente prêmio de risco com uma série de variáveis independentes financeiras. O mesmo experimento foi conduzido com as séries geradas pelos modelos de 1 e de 3 fatores. Os resultados são apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2 – Regressões dos modelos de 1 e 3 fatores. Ns significa que a variável não é significativa a 5%.**

Variável	Modelo de 1 Fator	Modelo de 3 Fatores
AR(1)	0,77	0,72
Câmbio	0,33%	2,10%
Selic c/ defasagem de 6 meses	-0,07%	-0,28%
IPCA 15	0,15%	NS
R2 ajustado	<b>0,87</b>	<b>0,65</b>

Fonte: Os autores (2011)

Os resultados indicam que o prêmio é maior, maior a desvalorização do real e menor a Selic defasada em 6 meses. A defasagem de seis meses da Selic decorre da demora do efeito da ação de política monetária. O IPCA-15, que explica somente o modelo de 1 fator, é a proxy utilizada nesta pesquisa para a surpresa inflacionária, com base no trabalho acima descrito. Maior este nível de surpresa de inflação, maior o prêmio de risco.

Após a estimativa do prêmio, utilizamos o poder preditivo das variações da expectativa inflacionária para examinar quão bem as estimativas inflacionárias derivadas pelos métodos de *Cash Flow Matching* e por Svensson prevêm futuras variações na inflação, descontados ou não do prêmio de risco de inflação. Esta variação da expectativa inflacionária (ou inflação ocorrida)

será definida como a diferença entre o atual nível e a expectativa inflacionária (ou inflação ocorrida) e a expectativa inflacionária média (ou inflação média) nos próximos  $n$  meses, ou seja:

$$\Delta\pi_t = \pi_t - \sum_{i=1}^{t+n} \frac{\pi_i}{n} \quad (6)$$

onde:  $\Delta\pi_t$  é a variação na expectativa inflacionária (ou na inflação ocorrida);  $\pi_t$  é a expectativa inflacionária (ou inflação ocorrida) no instante  $t$ ;  $n$  é o período para cálculo da expectativa média (ou inflação média).

A variação das expectativas e da inflação ocorrida para os próximos doze meses nos possibilita comparar as inflações implícitas com a expectativa do Gerin, coletada em pesquisa junto ao mercado. Desta forma, na equação (6), definimos o  $n$  como 12. A Figura 5 apresenta os resultados.

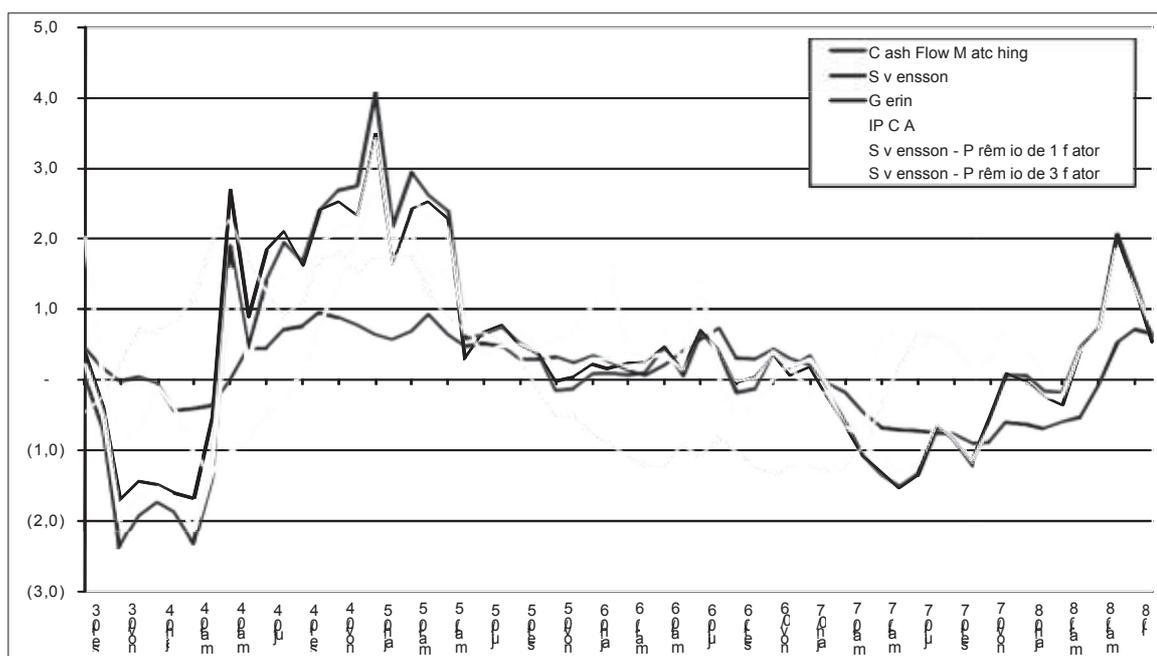


Figura 5 - Variação das Expectativas Inflacionárias e do IPCA Ocorrido - 12 meses a frente

Fonte: Os autores (2011)

De forma geral, variações na inflação implícita, seja estimada por *Svensson* ou por *Cash Flow Matching*, tendem a superestimar as efetivas variações do índice inflacionário. Este resultado está de acordo com os obtidos por Breedon (1995) para o mercado inglês e confirma a possível existência de prêmios que possam distorcer as estimativas implícitas nos títulos públicos.

Um ponto importante é o movimento de gradativa convergência das expectativas de mercado (*Cash Flow Matching* e Svensson) e das expectativas coletadas em pesquisa (Gerin) ao longo do período analisado, atingindo dinâmicas extremamente parecidas a partir de meados de 2005 e que se manteve até o início de 2008<sup>xi</sup>. Isto é um forte indicador de que a maior liquidez e participação dos títulos indexados no perfil da dívida pública, ocorridos principalmente ao longo de 2006, aumentaram a relevância das informações contidas nos títulos públicos e trouxeram melhorias nas estimativas das expectativas implícitas nestes títulos.

#### 4.2 EXPECTATIVAS INFLACIONÁRIAS 12 MESES À FRENTE

Em relação às expectativas inflacionárias para os próximos 12 meses, ao compararmos as expectativas estimadas por inflação implícita com as expectativas Gerin observamos que essas últimas retornam os menores erros de previsão em relação ao IPCA ocorrido 12 meses à frente até o ano de 2005, conforme resultados nas Tabelas 3 e 4. O teste não paramétrico de igualdade de médias, Kruskal Wallis, foi aplicado e rejeitou a hipótese nula em todos os anos para as metodologias de *Cash Flow Matching*, Svensson e para o Gerin.<sup>xii</sup> Para os anos de 2006 a 2008, a metodologia de Svensson, com ou sem ajuste do prêmio de risco de inflação, apresentou os melhores resultados.

**Tabela 3 - Raiz do erro quadrático médio das expectativas em relação ao IPCA ocorrido - 12 meses à frente**

Expectativas / Períodos	jan. 2004 a jul. 2008	2004	2005	2006	2007	jan. 2008 a jul. 2008
Cash Flow Matching	1,66	2,17	1,84	0,92	1,82	0,99
Svensson	1,71	2,26	2,00	<b>0,88</b>	1,79	<b>0,94</b>
Svensson – Prêmio de 1 fator	1,78	2,13	2,36	1,26	<b>1,59</b>	0,95
Svensson – Prêmio de 3 fator	1,67	<b>1,39</b>	2,15	1,48	<b>1,59</b>	1,62
Gerin	<b>1,37</b>	<b>1,39</b>	<b>1,02</b>	0,90	2,04	1,11

Fonte: Os autores (2011)

**Tabela 4 - Média do viés das expectativas em relação ao IPCA ocorrido - 12 meses à frente (em p.p.)**

Expectativas / Períodos	jan. 2004 a jul. 2008	2004	2005	2006	2007	jan. 2008 a jul. 2008
Cash Flow Matching	0,51	1,65	1,68	0,60	(1,64)	(0,93)
Svensson	0,52	1,55	1,78	<b>0,58</b>	(1,58)	<b>(0,79)</b>
Svensson – Prêmio de 1 fator	0,76	1,47	2,26	1,02	<b>(1,38)</b>	0,26
Svensson – Prêmio de 3 fator	0,15	0,06	2,11	0,97	(1,47)	(1,46)
Gerin	<b>(0,36)</b>	<b>(0,97)</b>	<b>0,86</b>	0,64	(1,90)	(1,48)

Fonte: Os autores (2011)

Outro fato interessante, quando analisamos os erros de previsão em cada ano, é a expressiva redução nas expectativas estimadas diretamente no preço dos títulos públicos. Tanto o

erro quadrático médio como o viés médio das expectativas inflacionárias estimadas por *Cash Flow Matching* e por Svensson em relação ao IPCA retornaram valores menores que os coletados pela expectativa Gerin para os anos de 2006, 2007 e 2008. Entre os fatores que podem ter contribuído para esta melhora podemos citar a maior liquidez no mercado de títulos públicos indexados e a emissão de novos títulos com diferentes vencimentos que ocorreram ao longo dos últimos anos. A Figura 6 apresenta estes resultados.

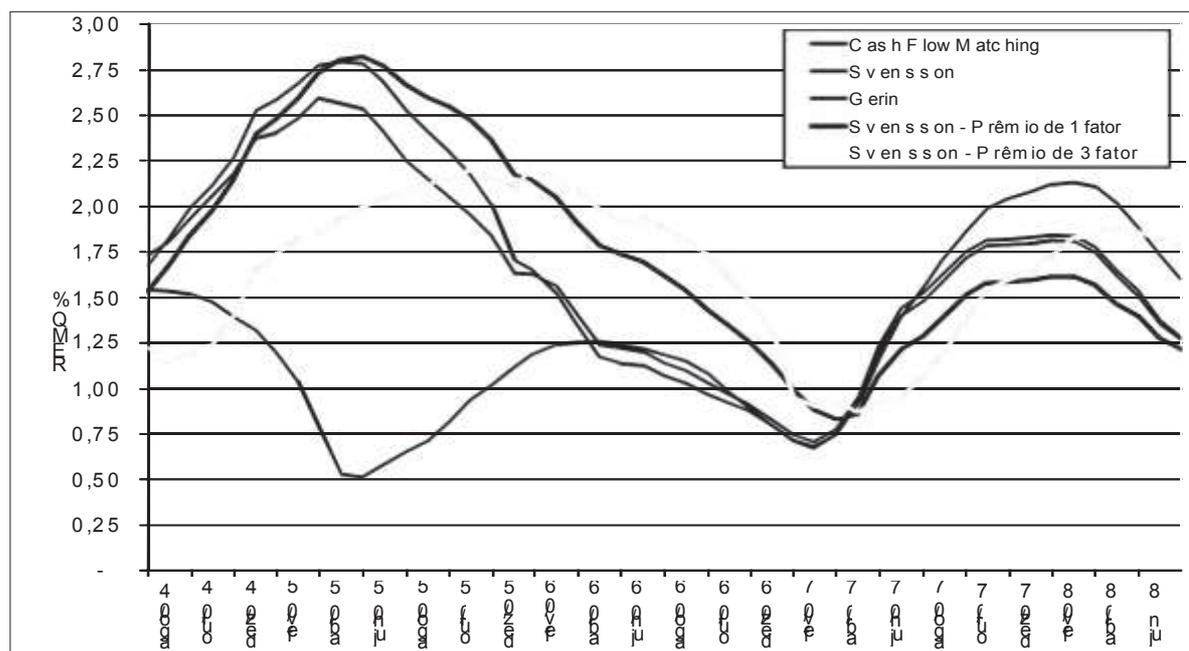


Figura 6 - Raiz do Erro Quadrático Médio das Expectativas em relação ao IPCA Ocorrido - 12 meses a frente (janela móvel de 12 meses)

Fonte: Os autores (2011)

Ao analisarmos a dinâmica dos erros quadráticos e dos vieses das expectativas em relação ao IPCA ocorrido 12 meses à frente, na Figura 7, percebemos novamente a convergência das expectativas de mercado com a coletada na pesquisa Gerin. Ou seja, os resultados encontrados confirmam a superioridade das expectativas inflacionárias extraídas da nossa proposta metodológica em relação à opinião média do mercado. Os métodos propostos reduzem a diferença entre a inflação esperada e a inflação realizada. Isto pode indicar que o prêmio por risco de inflação é muito baixo no Brasil, ou que as pesquisas de mercado embutem prêmios maiores do que os próprios títulos negociados<sup>xiii</sup>.

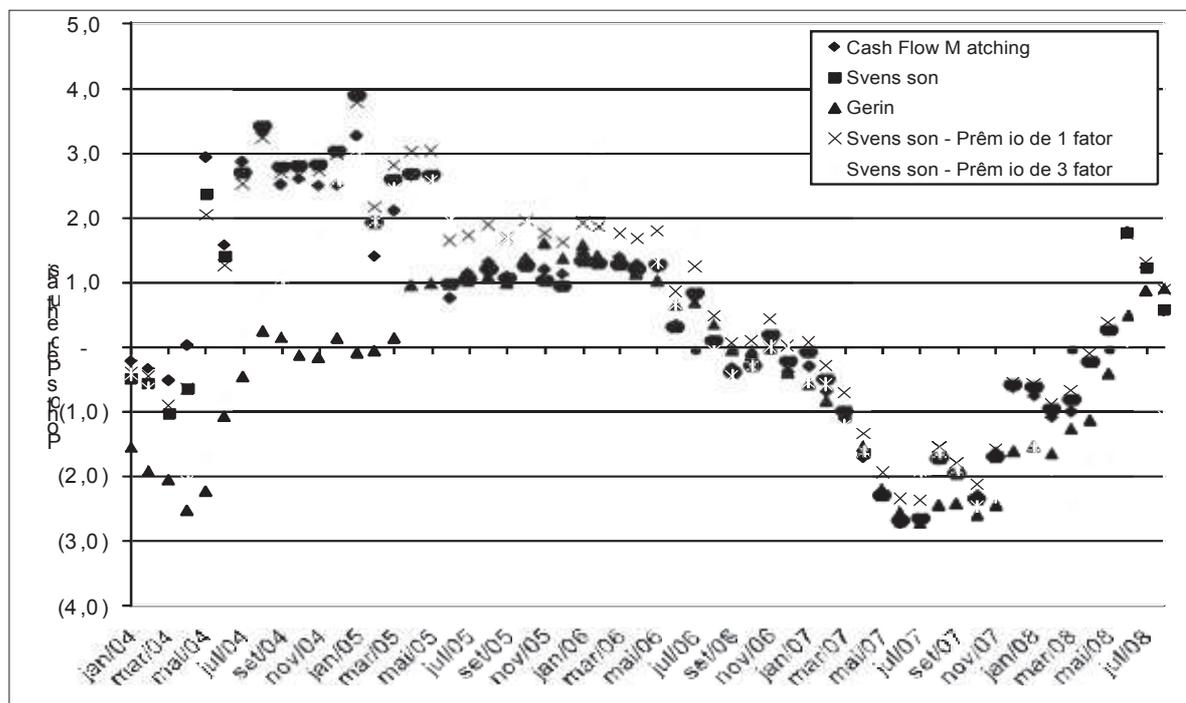


Figura 7 - Viés das Expectativas em relação ao IPCA Ocorrido - 12 meses à frente

Fonte: Os autores (2011)

## 5. CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi apresentar metodologias para a estimação de expectativas inflacionárias e para prêmio de risco de inflação no Brasil para compará-las com o referencial utilizado pelo mercado para inferir expectativas de inflação. A estimação das expectativas inflacionárias a partir dos preços em que os títulos públicos estão sendo negociados no mercado pode se tornar mais uma preciosa fonte de informação para a autoridade monetária.

Os resultados demonstram que as estimativas da expectativa de inflação se mostram mais próximas que as da Gerin para os anos de 2006, 2007 e 2008. Este fato é explicado devido ao prêmio por risco de inflação ser relativamente baixo no Brasil e pelo fato de as pesquisas de mercado embutirem prêmios maiores do que os próprios títulos negociados.

As estimativas aqui geradas podem ser úteis na análise da ancoragem das expectativas inflacionárias, ou seja, o quão crível esteja sendo executada a política monetária e também para avaliar o poder preditivo destas informações acerca dos futuros níveis inflacionários. Os resultados demonstram a utilidade do monitoramento das expectativas via mercado de títulos, ainda que seja considerada a dificuldade da medição do prêmio de risco por inflação.

Além disso, estes resultados apresentam uma grande importância para os agentes do mercado. As estimativas de inflação incorporadas nos títulos públicos permitem que os participantes estimem cenários alternativos para estruturas a termo de taxas de juros nominais e reais, impactando de diferentes formas os diversos setores da economia real e influenciando diretamente a precificação de ativos reais e financeiros. Portanto, além de serem uma das principais referências a respeito da evolução das expectativas de inflação no país, essas estimativas tem um peso importante nas decisões dos investidores. Além disso, o comportamento da inflação implícita nas NTN-Bs permite que os participantes do mercado se utilizem dessas informações para aperfeiçoar o gerenciamento de suas carteiras e para calibrar modelos de precificação de ativos a partir da decomposição de riscos associados aos títulos e à condução da política monetária.

Devemos ressaltar que os resultados aqui apresentados devem ser analisados com cuidado, principalmente se considerarmos que somente a partir de 2006 os títulos públicos indexados passaram a ter uma expressiva representação na dívida pública, com conseqüentes aumentos na liquidez e em seus volumes negociados.

#### **REFERÊNCIAS:**

ALMEIDA, C., R. GOMES, A. LEITE e J. VICENTE (2007). Does Curvature Enhance Forecasting? Working paper, Banco Central do Brasil, 155.

ALONSO, F., R. BLANCO and A. DEL RÍO (2001). Estimating inflation expectations using French government inflation-indexed bonds, Banco de España, Working Paper Series No. 0111.

BERNANKE, B. S. (2004). What policymakers can learn from asset prices, Remarks by Governor Ben S. Bernanke before The Investment Analysts Society of Chicago, Chicago, Illinois, April 15, 2004.

BREEDON, F. J. (1995). Bond prices and market expectations of inflation, Bank of England, Quarterly Bulletin, May, pp. 160-165.

BREEDON, F. J., and J. S. CHADHA (1997). The information content of the inflation term structure, Bank of England, Working Paper Series No. 75.

CHRISTENSEN, I., F. DION and C. REID (2004). Real returns, inflation expectations and the break-even inflation rate, Bank of Canada, Working Paper Series No. 2004-43.

CHRISTENSEN, J., J. LOPEZ and G. RUDEBUSCH, (2008). Inflation expectations and risk premiums in an arbitrage-free model of nominal and real bond yields, Working Paper Series 2008-34, Federal Reserve Bank of San Francisco.

- DEACON, M., and A. DERRY (1994). Deriving estimates of inflation expectations from the prices of UK Government bonds, Bank of England, Working Paper Series No. 23.
- DURHAM, J. (2006). "An estimate of the inflation risk premium using a three-factor affine term structure model," Finance and Economics Discussion Series 2006-42, Board of Governors of the Federal Reserve System (U.S.).
- DUAN, J. C. e SIMONATO, J. G. (1999). Estimating exponential affine term structure models by kalman filter, *Review of Quantitative Finance and Accounting* 13, 111-135.
- LOWENKRON, A.; GARCIA, M.G.P. (2007). Monetary policy credibility and inflation risk premium: a model with application to Brazilian data, abril, working paper PUC-RIO.
- MATSUMURA, M. e MOREIRA, A. (2006). Effect of macro shocks over the Brazilian yield curve with no arbitrage models. Texto para Discussão 1210, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).
- MUSIELA, M. e RUTKOWSKI, M. (2005). *Martingale Methods In Financial Modelling*, Springer Verlag NY.
- PINHEIRO F., VICENTE V. e ALMEIDA C.(2007). Um Modelo de Fatores Latentes com Variáveis Macroeconômicas para a Curva de Cupom Cambial. *Revista Brasileira de Finanças*, Vol. 5, No 1 (2007).
- SACK, B. (2000). Deriving inflation expectations from nominal and inflation-indexed Treasury yields, Board of Governors of the Federal Reserve System, Finance and Economics Discussion Series No. 2000-33.
- SACK, B. and R. ELSASSER. 2004. Treasury Inflation-Indexed Debt: A Review of the U.S. Experience. *FRBNY Economic Policy Review* 10(1): 47–63.
- SCHOLTES, C. (2002). On market-based measures of inflation expectations, Bank of England, *Quarterly Bulletin*, Spring, pp. 67-77.
- SHEN, P., and J. CORNING (2001). Can TIPS help identify long-term inflation expectations?, Federal Reserve Bank of Kansas City, *Economic Review*, fourth quarter, pp. 61-87.
- SVENSSON L. (1994). Estimating and Interpreting Forward Interest Rates: Sweden 1992-1994, NBER Working Papers 4871, National Bureau of Economic Research, Inc.
- WOODWARD, T. G. (1990). The real thing: a dynamic profile of the term structure of real interest rates and inflation expectations in the United Kingdom, 1982-89, *Journal of Business*, 63 (3), pp. 373-398.

## ANEXO A

Tabela - Informações acerca dos Vencimentos de Títulos Públicos Selecionados

Títulos / Data	30/dez/03	30/dez/04	29/dez/05	28/dez/06	28/dez/07	30/dez/08
<b>LTN</b>						
Número de vencimentos	6	6	9	8	8	7
Data do último vencimento	1/7/2005	1/7/2006	1/7/2008	1/1/2009	1/1/2010	1/1/2011
Dias úteis do último vencimento	378	391	653	525	525	525
<b>NTN-F</b>						
Número de vencimentos	1	1	3	4	8	7
Data do último vencimento	1/1/2008	1/1/2008	1/1/2012	1/1/2014	1/1/2017	1/1/2017
Dias úteis do último vencimento	1.003	783	1.566	1.829	2.350	2.090
<b>Prefixados (LTN e NTN-F)</b>						
Número de vencimentos	7	7	12	12	16	14
<b>NTN-B</b>						
Número de vencimentos	7	8	10	13	14	14
Data do último vencimento	15/11/2033	15/5/2045	15/5/2045	15/5/2045	15/5/2045	15/5/2045
Dias úteis do último vencimento	7.504	10.532	10.272	10.012	9.751	9.491

Fonte: Os autores (2011)

## Notas:

<sup>i</sup> Gerência Executiva de Relacionamento com Investidores do Banco Central do Brasil. A pesquisa de expectativas de mercado foi iniciada em maio de 1999, como parte da transição para o regime de metas inflacionárias. Seu objetivo é monitorar a evolução do consenso de mercado para as principais variáveis macroeconômicas, de forma a gerar subsídios para o processo decisório da política monetária.

<sup>ii</sup> What Policymakers Can Learn from Asset Prices, April 15, 2004, para The Investment Analysts Society of Chicago, Chicago, Illinois.

<sup>iii</sup> No Reino Unido tem-se um *lag* de 8 meses e nos Estados Unidos de 4 meses. Vale ressaltar que quanto maior o *lag* de indexação do título maior é o risco do comprador do título não estar completamente protegido da inflação, pois perderá ou ganhará a diferença entre a taxa de inflação entre o *lag* e a compra do papel e a taxa entre os últimos meses do *lag* e o pagamento do principal.

<sup>iv</sup> Com a publicação, em 15 de fevereiro de 2006, da MP 281, convertida na Lei 11.312 de 27/6/2006, que desonera os rendimentos auferidos pelos investidores estrangeiros em títulos públicos federais.

<sup>v</sup> O giro foi calculado como o quociente do volume financeiro negociado em dezembro pelo estoque financeiro do título em 31 de dezembro.

<sup>vi</sup> Devido à característica das NTN-B serem títulos indexados no IPCA e conseqüentemente conservar o poder de compra de seus investidores, estes títulos são preferencialmente utilizados por investidores que possuem horizontes de investimento de longo prazo, tais como fundos de pensão e seguradoras.

<sup>vii</sup> Maiores detalhes na Tabela do Anexo A.

<sup>viii</sup> Como dados de entrada nas estimações foram utilizadas as taxas de referência estimadas diariamente pela Andima no mercado secundário de títulos públicos federais.

<sup>ix</sup> Ambos os autores tratam o diferencial de *duration* entre os títulos prefixados e indexados para a estimação da BEIR. Enquanto Sack utilizou uma carteira de STRIPS de títulos prefixados com liquidez e duração similares aos dos títulos indexados, Christensen, Dion e Reid criaram títulos prefixados sintéticos com mesmos fluxos de caixa dos títulos indexados, a partir da estimação de uma curva de juros prefixada.

<sup>x</sup> A taxa de juros nominal instantânea a termo do período  $n$ , segundo Musiela e Rutkowski (2005) é dada pela derivada do preço do título em relação a maturidade.

<sup>xi</sup> Como as diferenças das expectativas e da inflação ocorrida utilizam as estimativas para os próximos 12 meses, a convergência de expectativas ocorreu de fato, em nível, a partir de meados de 2006 e se manteve até o início de 2009.

<sup>xii</sup> Os p-valores foram de 0,037; 0,021; 0,041; 0,032 e 0,044, para os anos de 2004 a 2008, respectivamente.

---

<sup>xiii</sup> De fato, é comum encontrarmos na literatura que estuda as previsões dos analistas um forte viés de alta em suas previsões. Neste sentido, nosso resultado sugere um alinhamento com os resultados encontrados em trabalhos anteriores.