



**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO**

**Assertividade nas projeções de inflação via  
Boletim Focus VS. Inflação Implícita.**

**Pedro Antonio Baggio B. Occhialini**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS - CCS**

**DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO**

**Graduação em Administração de Empresas**

Orientador: Rafael Igrejas.

Rio de Janeiro, junho de 2017.



**Pedro Antonio Baggio B. Occhialini**

**Assertividade nas projeções de inflação via Boletim Focus VS. Inflação  
Implícita.  
Trabalho de Conclusão de Curso**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao programa de graduação em Administração da PUC-Rio como requisito parcial para a obtenção do título de graduação em Administração.

Orientador: Rafael Igrejas.

Rio de Janeiro  
Junho de 2017.

## **Agradecimentos**

Preliminarmente, à minha mãe, Paula, sem ela nada disso teria início, meio, e agora, fim. Foi ela quem incentivou a minha inscrição no vestibular da PUC-Rio, deu força para a conclusão, e o mais importante de tudo, comprou todos os meus sonhos.

Agradeço de coração ao meu padrasto, irmão e avós que acompanharam de perto todo meu processo educacional e mostraram a importância de uma educação de excelência.

À minha namorada, Tati, por ter tido paciência e carinho o suficiente para não me abandonar nas jornadas de profunda imersão de trabalho mais faculdade.

Agradeço em especial aos meus sócios, Guilherme Foureaux e Thiago Teixeira, na MRJ Marejo Investimentos por acreditarem em mim e me convidarem para a sociedade antes mesmo da minha formação acadêmica.

Aos amigos, agradeço de coração a todos que me acompanham desde o colégio, aos que o mercado financeiro me deu de presente, principalmente os da XP Investimentos e da Vantor Investimentos. Destaco como agradecimento especial por toda ajuda durante a minha monografia, Francisco Gradel e a Julia Baião.

## Resumo

Nos últimos anos, o IPCA – Índice de Preços do Consumidor Amplo – veio ganhando notoriedade como o indicador oficial para mensurar a inflação no Brasil. Com a necessidade por parte dos agentes econômicos de melhor prever o IPCA, para programação financeira, estabilização do índice, proteção para eventuais descontroles da inflação, ou qualquer outra necessidade de conhecimento prévio do índice de preço, foram surgindo diferentes metodologias para apurar e prever a inflação para diferentes horizontes de tempo.

O trabalho em questão compara dois modelos de previsão de inflação. Um deles é a pesquisa de mercado, realizada pelo Banco Central e divulgada semanalmente através do Boletim Focus. Outra forma é através da inflação implícita, no qual é extraído a previsão de inflação embutida nos títulos públicos, através do diferencial de taxa de um título indexado a inflação e um título prefixado. Os resultados mostram que o menor erro quadrático médio (EQM) no período de 2007 até março de 2017 foi o modelo via inflação implícita.

Palavras-chave: Índice oficial de inflação; expectativa de inflação; Boletim Focus; Inflação implícita; Títulos indexados a inflação; IPCA.

## Abstract

In recent years, the IPCA (Brazilian price index) has gained ground as the official inflation indicator in Brazil. The need to better estimate and predict the IPCA for different time horizons has led to the development of several different methodologies. Economic agents use these results to hedge against inflation risk, to achieve the price index stability, amongst others. This paper explores the differences between two IPCA prediction models. One of the models presented is the research done by the Brazilian Central Bank, which is released weekly through the *Boletim Focus*. The other model studied is the implied inflation, which is done by analyzing Brazilian inflation-indexed bonds versus Brazilian fixed rate bonds. Results have showed that the smallest Mean Squared Error (MSE) in the period ranging from 2007 until March 2017 was obtained by using the implied inflation model.

Keywords: Official price index; Inflation Expectation; Market survey; Implied inflation; Inflation-indexed bonds.

## Sumário

1 O tema e o problema de estudo	1
1.1. Introdução ao tema e ao problema do estudo	1
1.2. Objetivo do estudo	3
2 Referencial teórico	4
2.1. Metas para a inflação	4
2.2. Títulos públicos indexados pela inflação.	5
3 Metodologia	8
3.1. IPCA via Boletim Focus	8
3.2. Inflação Implícita	8
3.2.1 Estimação por BEIR (Break-Even Inflation Rate)	9
3.2.2 Estimação pelo Modelo Paramétrico de Svensson	10
3.2.3 Estimação do prêmio de risco	11
3.3 Erro Quadrático Médio (EQM)	12
4 Resultados	14
4.1. Análise dos Resultados	14
4.2. Resultados	17
5 Conclusão	19
Anexo A	20
Anexo B	21
Referências Bibliográficas	24

## Lista de figuras

Figura 1 - A diferença entre as taxas acima representadas corresponde à inflação implícita. ....	15
Figura 2 - IPCA efetivo 12 meses à frente. ....	16
Figura 3 - IPCA Efetivo Vs. Boletim Focus .....	16
Figura 4 - IPCA Efetivo Vs. Inflação Implícita. ....	17

## Lista de tabelas

Tabela 1 - Erro Quadrático Médio (X100) .....	18
Tabela 2 - Série Histórica. ....	21

# 1 O tema e o problema de estudo

## 1.1.Introdução ao tema e ao problema do estudo

O economista da Escola Austríaca, Ludwig von Mises em 1924 definiu a inflação como um aumento no suprimento de dinheiro e a expansão monetária, que tem como causa, o aumento dos preços de forma geral. Segundo Mankiw (2014), inflação é a perda de poder aquisitivo referente a uma mesma cesta de produtos e serviços ao longo do tempo. Tal processo inflacionário, caso sem controle, se torna uma potencial crise na qual os cidadãos de uma economia perdem qualidade de vida.

No Brasil, os processos de hiperinflação são conhecidos de longa data. Estudos da Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (Fipe, 2011) mostram que a inflação média no período de 1980 até 1989 foi de 233,5%; já no período de 1990 até 1999 a inflação foi de 499,2%, ou seja, mais que dobrou referente ao período anterior. Historicamente, no Brasil, a hiperinflação só foi efetivamente controlada em 1994, com a criação do Plano Real.

Em 1999, o Banco Central do Brasil (BCB) implementou o regime de metas para a inflação (mais conhecido como *Inflation targeting*). Tal regime tem como característica principal, o anúncio prévio da inflação no período de um exercício, cabendo ao Banco Central capitanear a política monetária para que no final desse período a inflação esteja no centro da meta ou ao menos entre as bandas estabelecidas pelo Conselho Monetário Nacional (CMN), hoje de 1,5% acima da meta até 1,5% abaixo da mesma.

Dado tal objetivo do Banco Central, a ancoragem das expectativas de inflação se tornou uma grande ferramenta da condução de política monetária no Brasil, como descrito por Minella e Sobrinho (2009), o conhecimento prévio das expectativas pode auxiliá-lo em sua tomada de decisão.

No Brasil, desde a implementação do regime de metas para a inflação, o BC faz uma pesquisa denominada “Boletim Focus”. Segundo o site do Banco Central, o objetivo principal da pesquisa é mensurar a expectativa do mercado sobre diversos indicadores econômicos, a fim de nortear os agentes em suas decisões frente ao mercado.



O departamento do Banco Central que é responsável por tal pesquisa é a Gerência Executiva de Relacionamento com Investidores (GERIN). O GERIN questiona cerca de 100 economistas das principais instituições financeiras do país quais são as suas expectativas para uma série de indicadores macroeconômicos, como: inflação, taxa de câmbio, taxa de juros, dados fiscais, PIB, dentre outras variáveis.

O GERIN divulga o resultado da pesquisa semanalmente, às segundas-feiras, fornecendo aos agentes econômicos, empresários e o próprio Banco Central um termômetro sobre as expectativas de variáveis macroeconômicas ao longo de um período futuro de tempo.

Dentre a gama de indicadores macroeconômicos que são apurados para o Boletim Focus, o presente trabalho foca nas projeções do IPCA (Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo) que hoje no Brasil, além de ser o índice principal para mensurar a inflação do período, é o índice utilizado pelo Banco Central como referência para monitorar e estabilizar a inflação. O trabalho utiliza a mediana de previsão de inflação 12 meses a frente, no anexo A será apresentado a primeira pagina do Boletim como exemplo de onde encontrar tal projeção.

Além do Boletim Focus, outra forma de analisar e mensurar as expectativas de inflação é observando o comportamento da inflação implícita, sendo esta a expectativa de inflação embutida em ativos indexados aos índices de preços da economia, internacionalmente conhecida como *inflation-indexed bonds*.

Para extrair a inflação implícita dos títulos que são indexados pelo índice de preços, no presente estudo será adotado o modelo BEIR (*Break-even Inflation Rate*), no qual é definido pelo diferencial entre o retorno de um título prefixado e o retorno de um título indexado à inflação, fixando as taxas de juros e comparando títulos com o mesmo vencimento. Os autores, Val, Barbedo e Maia (2010), demonstram em seu trabalho a importância da extração do prêmio de risco para melhor leitura da inflação implícita. Os autores defendem a existência de prêmios embutidos nos títulos prefixados referente ao risco de inflação e eventuais riscos de liquidez em ambos os títulos. Para a extração do prêmio de risco, será usada uma abordagem proposta por Val, Barbedo e Maia (2010) que é um mix do modelo proposto por Durham (2007) e a teoria do Vasicek (1997).

Há uma vasta literatura na qual sugere outros modelos preditivos para a inflação, Figueiredo e Guillén (2013) fazem a projeção de inflação com uso do FAVAR (*Factor-Augmented Vector Autoregressive*) e obtém projeções de inflação próximas a inflação efetiva no Brasil, concluindo assim uma boa resposta. Outra abordagem para previsão de inflação é via curva de Phillips, o trabalho de Ferreira

e Palma (2015) adota na curva de Phillips a DMA (*Dynamic Model Averaging*) e dessa forma, obtém melhores resultados que as pesquisas do Boletim Focus. O trabalho de Lima e Céspedes (2003) compara as projeções do Boletim Focus com modelos lineares univariados (Arima), os autores concluíram que com base no modelo auto-regressivo integrado de média móvel eles conseguiram melhores resultados do que as previsões via Boletim Focus.

A justificativa para o presente trabalho surgiu de um interesse pessoal e profissional, após muito analisar o comportamento da inflação implícita e, acompanhar semanalmente as expectativas de mercado para a inflação através do Boletim Focus, tive a curiosidade de comparar entre esses dois modelos, qual deles possui melhor assertividade na inflação projetada, para assim, dessa forma, dar mais peso em minhas análises para o modelo que apresentar melhor resposta.

As próximas seções estão organizadas da seguinte maneira: o segundo tópico apresenta um resumo sucinto da literatura já disponível sobre o tema aqui apresentado. Em seguida, a metodologia adotada pelo trabalho para que os resultados propostos sejam alcançados. Na seção Resultados será apresentado o que foi encontrado pelos dois modelos de projeção de inflação e a comparação com a inflação efetiva no período, podendo assim, dessa forma, mensurar qual dos dois métodos possui melhor assertividade. Por fim, as conclusões sobre o trabalho realizado, comparações entre as metodologias e propostas para futuros trabalhos.

## **1.2. Objetivo do estudo**

Este estudo tem como objetivo avaliar a assertividade na previsão da inflação, 12 meses à frente do Boletim Focus e compará-la com a inflação implícita nas NTN-Bs. Preliminarmente, faz-se necessário entender se os resultados apurados no Boletim Focus possuem resposta próxima com a inflação efetiva e, em seguida, realizar a mesma análise com a inflação implícita. Caso ambas possuam respostas satisfatórias, vale compará-las e concluir qual dos modelos prevê de melhor a inflação futura.

O estudo pode trazer informações relevantes para o mercado financeiro e para a própria academia, uma vez que a transmissão das expectativas exerce o papel mais relevante na ancoragem da inflação efetiva, segundo Minella e Sobrinho (2009) e prever com melhor acurácia possível os indicadores futuros é de grande interesse dos agentes econômicos.

## 2 Referencial teórico

### 2.1. Metas para a inflação

Segundo Bernanke, Laubach, Mishkin e Posen (1999), o regime de metas para a inflação é um modelo de política monetária caracterizada pelo anúncio público prévio da meta oficial de inflação em formato quantitativo, para um ou mais horizontes de tempo e pelo reconhecimento explícito por parte do Banco Central que uma inflação baixa e estável é o principal objetivo de uma política monetária de longo prazo.

Segundo Bevilaqua (2007), a Nova Zelândia em 1989 foi o primeiro país a adotar esse modelo de política monetária, seguida pelo Canadá, Reino Unido, Alemanha e hoje, aproximadamente 80 países adotam esse regime. Sarwat Jahan (2012) sugere o sucesso desse modelo a uma resposta pragmática ao fracasso dos outros regimes de política monetária, mostrando-se, até hoje, como o mais eficaz.

O Presidente do FED de ST. Louis, James Bullard (2016), defendeu que a expectativa de inflação é um importante determinante da inflação propriamente dita. Consolida seu argumento explicando que a expectativa está embutida nos canais de transmissão das famílias e das firmas, uma vez que os agentes desses canais agregam a expectativa de inflação em suas decisões econômicas como negociações salariais ou precificação de produtos e serviços pelas firmas. Todas essas decisões quando trazem a expectativa de inflação a valor presente, por sua vez, alimentam o índice de preços atual, o que faz um ajuste imediato na inflação corrente.

Uma vez que o Banco Central tem como preocupação a estabilidade de preços, entende-se que ele deve manter-se preocupado com a expectativa de inflação, de tal modo que, dessa forma, ele consiga tomar atitudes corretas e efetivas para conduzir a inflação corrente para o centro da meta.

A literatura especializada aborda de forma extensa os diferentes modelos preditivos para a inflação. Ang, Bekaert e Wei (2006) abordaram, sob a ótica de previsão de inflação americana, os modelos mais conhecidos: modelo via série

temporal como o modelo auto-regressivo ARIMA (*Autoregressive integrated moving average*), previsão via curva de Philips, previsões via inflação implícita e pesquisas (como as do Boletim Focus).

No trabalho os autores definem o modelo auto-regressivo como um excelente previsor de inflação futura. Definem também as previsões via pesquisa como um modelo positivo, uma vez que combinam uma série de outros modelos por parte dos agentes e deduzem que os modelos de curva a termo dos títulos indexados à inflação carregam também uma boa resposta preditiva para a inflação futura, entretanto, inferior ao modelo auto-regressivo e o de pesquisa.

Os pesquisadores do Banco Central Europeu, Grothe e Meyler (2015) fizeram um estudo em que, através da inflação implícita na curva de juros via títulos públicos indexados à inflação e pesquisa de mercado, conseguiram uma excelente resposta sobre a inflação futura europeia.

## **2.2. Títulos públicos indexados pela inflação.**

Segundo Krämer (2015), os títulos indexados à inflação tiveram o início de sua negociação no século XVIII no Reino Unido, na tentativa de combater a inflação de produtos, como carne, ovo, roupas entre outros produtos essenciais. Porém, não houve grande demanda para tal, sendo marcado pela baixa liquidez. Entretanto, em meados dos anos 80, já em outro contexto econômico, a Grã-Bretanha fez uma nova emissão dos tais títulos públicos indexados à inflação (ILBs – *Inflation-linked bonds*) e, nesse momento, teve uma grande adesão por parte dos investidores. Outros países como Canadá, Suécia e Austrália, logo aderiram os títulos. Os Estados Unidos vieram a emitir os títulos um pouco depois dos países acima, no final dos anos 90 com os chamados TIPS (*Treasury Inflation-Protected Securities*). Hoje, esses títulos indexados tem um fluxo grande de liquidez em boa parte do mundo.

No Brasil, o Tesouro Nacional emite dois títulos indexados à inflação: a NTN-C, que vincula o retorno ao IGP-M; e a NTN-B no qual indexa o retorno ao IPCA. O cálculo do retorno desses títulos é feito trazendo o valor nominal do título em questão e atualizando-o pelo seu devido indexador desde a data de emissão até o dia útil anterior ao do cálculo. Os títulos supracitados pagam cupom semestral de 6% ao ano e isso deve ser computado no preço do ativo. Em relação à taxa prefixada, apresentada em percentual ao ano e devendo ser aplicada sobre o valor nominal do título e atualizada pelo indexador, essa é definida inicialmente na

emissão do título e depois renegociada no mercado secundário, podendo ser negociada com ágio ou deságio sobre o título.

O presente trabalho foca na utilização da NTN-B como instrumento de leitura da inflação implícita, uma vez que ela tem seu carregamento no IPCA, indicador oficial da inflação no país.

Muitos trabalhos defendem a inflação implícita como meio de mensurar a expectativa de inflação, alegando que os títulos indexados ao índice de preço, carregam um nível considerável de assertividade, dentre eles, Woodward (2009), estima os juros reais e a expectativa de inflação utilizando *bonds* britânicos pré e pós fixados, conseguindo atingir um resultado próximo ao efetivo nos períodos pesquisados. Garcia e van Rixtel (2007) (membros do Banco Central Europeu) também defendem os modelos preditivos de inflação através de títulos indexados à inflação. Economistas e pesquisadores como Breedon (1995), Campbell (1997), Grishenko et al. (2007) entre outros, também defendem tal abordagem.

No discurso de Bernanke (2004), como presidente do Federal Reserve, ele defende que a utilização dos títulos públicos indexados à inflação é um excelente previsor de inflação futura. O autor aponta que há muitos indícios sobre o comportamento da inflação futura no mercado, entretanto, a inflação implícita nos títulos do governo indexados parece ser a forma mais direta de prever a inflação futura e os juros reais.

Bullard (2016), afirma que pondera mais a inflação implícita do que pesquisas feitas pelo FED para medir a expectativa de inflação (como o Boletim Focus). Bullard (2016) acredita que a transição de expectativa acontece primeiro nos títulos do que nas pesquisas, uma vez que os títulos são negociados diariamente e, com isso, o ajuste de preço é mais sensível às variações de mercado. Garcia e Rixtel (2007) confirmam que a extração da implícita através de títulos públicos indexados à inflação é a fonte mais oportuna de informações sobre as expectativas de inflação, uma vez que estão disponíveis em tempo real em cada dia de negociação.

No cenário de previsão brasileiro, alguns trabalhos obtiveram bastante destaque na academia, como Vicente e Guillen (2010), Mauriani e Laurini (2016) e o trabalho do Barbedo, Val e Maia (2010). Vicente e Guillen (2010), realizaram um estudo no qual é questionado se os títulos indexados ao índice de preços apresentam informações relevantes sobre a inflação futura. O estudo obteve êxito para o horizonte de previsão de inflação mais curta como 3,6 e 8 meses, entretanto, para o período de 12 meses não houve um resultado conclusivo.

O trabalho realizado por Mauriani e Laurini (2016), executa a previsão através do modelo de Nelson-Siegel com condição de não-arbitragem. O estudo trouxe resultados relevantes para a previsão de inflação de 12 meses à frente, apresentando boa resposta na análise. Por fim, o estudo dos membros do Banco Central Barbedo, Val e Maia (2010), apresentaram a tese de que, depois de 2006 as NTN-Bs se tornaram títulos líquidos, o que fez com que houvesse uma redução no prêmio de risco, equalizando melhor os preços entre os títulos indexados a uma taxa prefixada, com os títulos indexados à inflação mais a taxa pré (NTN-B). Os três pesquisadores do Banco Central do Brasil, concluíram que o modelo de inflação implícita retirada dos títulos de NTN-B, possuem sim um valor relevante em seu modelo preditivo da inflação nacional.

### 3 Metodologia

O trabalho tem como objetivo avaliar a previsão de inflação via pesquisa do Boletim Focus e a previsão através da implícita via título público indexado ao IPCA e, posteriormente, comparar os dois métodos com a inflação realizada. Dessa forma, será possível avaliar qual dos dois métodos possui maior assertividade na previsão do IPCA para 12 meses.

A metodologia será dividida em três partes: a primeira parte é a extração dos dados referentes a projeção de inflação no Boletim Focus; a segunda parte consiste em apurar a inflação implícita através da abordagem de estimação da BEIR (*Break-Even Inflation Rate*), tal metodologia foi usada por Garcia e van Rixtel (2007), Woodward (2009), Vicente e Guillen (2010) e Barbedo, Val e Maia (2010); Completando a análise da BEIR, será realizada a extração do prêmio de risco dos títulos para obter o IPCA projetado com o mínimo de resíduos possível, para isso, adotando o método de Durham (2007). Tal modelagem foi proposta por Val, Barbedo e Maia (2010). Em seguida, será feita a comparação entre o resultado da projeção via inflação implícita e o resultado da projeção extraído do Boletim Focus, comparada com a inflação corrente no período. Essa comparação será feita pelo cálculo do Erro Quadrático Médio (EQM), proposto por Aagesen (2013).

#### 3.1. IPCA via Boletim Focus

Os dados referentes à pesquisa do Boletim Focus são disponibilizados gratuitamente pelo site do Banco Central do Brasil. Como o estudo pretende analisar a previsão de inflação 12 meses a frente, utiliza-se para a análise a mediana referente à todos os contribuintes da pesquisa, projetada para 12 meses, com o intuito de prever a inflação efetiva de um exercício.

#### 3.2. Inflação Implícita

O processo de extração da inflação implícita foi dividido em duas partes, o primeiro é o cálculo da inflação implícita propriamente dita, via o método BEIR, fazendo uso da estrutura a termo da taxa de juros, proposto por Svensson (1994); em seguida, será calculado o prêmio de risco baseado no artigo dos

pesquisadores do Banco Central Val, Barbedo e Maia (2010), pelo modelo de Durham (2007), obtendo o IPCA projetado livre de risco. A série histórica da inflação implícita que será utilizado para a realização da análise já está livre do prêmio de risco, calculada pelo modelo proposto.

### 3.2.1 Estimação por BEIR (*Break-Even Inflation Rate*)

O BEIR é definido pela diferencial de taxa entre um título prefixado e o retorno médio de um título indexado à inflação de mesmo vencimento ou com interpolação de vencimentos para que os mesmos se alinhem em data de maturidade. Esse modelo parte do princípio de que ao passo que os títulos prefixados são negociados diariamente e suas taxas são alteradas, os títulos indexados ao índice de preços também tem a sua taxa prefixada ajustada, mantendo a projeção do IPCA coerente com a expectativa do mercado.

Para este estudo foi adotada como taxa prefixada o DI futuro de um dia da BM&F, pois além de ser um título prefixado, está entre as 5 taxas de juros mais negociadas do mundo, segundo dados do Bloomberg (2017). Para o título indexado à inflação, o estudo adota a NTN-B<sup>1</sup>, pois é um título público que é indexado ao IPCA, índice no qual o Banco Central Brasileiro denomina como principal indicador para mensurar a inflação do país.

Como descrito por Casiuch (2009), a taxa de juros ex-ante é apresentada como a taxa de juros nominal descontada da inflação esperada no período.

$$(1 + R) = \frac{(1+I)}{(1+\pi^e)}$$

Podendo ser escrita da seguinte maneira:

$$\pi^e = I - R$$

Onde "  $R$  " é a taxa de juros real, "  $I$  " é a taxa de juros nominal e " $\pi^e$ " é a expectativa média de inflação no período. Exemplificando a equação, temos:

$$\text{Inflação esperada} = (\text{Juros taxa prefixada}) - (\text{Juros pré da NTN-B})$$

---

<sup>1</sup> Para o estudo foi utilizado os juros de mercado do ultimo dia útil de cada mês entre 2007 até março de 2017.



Em termos práticos, usamos como exemplo um DI futuro à taxa de 11% ao ano para o vencimento em exatos 12 meses e uma NTN-B a uma taxa de 6% ao ano para o mesmo vencimento do DI acima citado; temos pelo método do BEIR a seguinte projeção de inflação:

$$\pi^e = 11\% - 6\%$$

$$\pi^e = 5\% \text{ a.a.}$$

Logo, a inflação média esperada no período de 12 meses é de 5%a.a.

Segundo os autores Val, Barbedo e Maia (2010), o uso do BEIR não apresenta uma projeção perfeita, pois esse método por si tem como premissa um ambiente com ausência de prêmios de risco. Como os próprios autores discutem, o comprador de um título indexado à inflação, isenta-se de se preocupar com a inflação futura, uma vez que seus rendimentos são corrigidos pela inflação do período. Diferente dos portadores de um título prefixado, no qual aplicam em uma taxa de retorno preestabelecido e carregam seu rendimento até o vencimento do ativo, não contendo nenhuma proteção contra a inflação caso haja um aumento inesperado. Com isso, o mercado de forma conservadora acresce a taxa do título o prêmio de risco de inflação.

Como alternativa para amenizar a distorção levantada pelos autores acima, o presente trabalho adota a metodologia indicada pelos mesmos para a exclusão dos prêmios de risco.

### 3.2.2 Estimação pelo Modelo Paramétrico de Svensson

As taxas de juros até o vencimento pretendido são estimadas pelo modelo paramétrico de Svensson (1994), dessa forma, é possível estimar curvas contínuas de expectativas inflacionárias. Essa metodologia se mostrou eficaz nos trabalhos de Almeida et al (2007) e do Val, Barbedo e Maia (2010).

No modelo proposto por Svensson (1994), a taxa de juros na data  $t$  para o prazo  $\tau$ , em anos (base dias úteis), é dada pela seguinte equação:

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

Os fatores da estrutura possuem a interpretação de nível ( $\beta_{1t}$ ), inclinação ( $\beta_{2t}$ ) e curvaturas ( $\beta_{3t}$  e  $\beta_{4t}$ ). Os parâmetros  $\lambda_{1t}$  e  $\lambda_{2t}$  caracterizam o decaimento, determinando onde as cargas de  $\beta_{3t}$  e  $\beta_{4t}$  atingem seu máximo.

Tomando os limites da equação acima, temos:

$$\lim_{\tau \rightarrow 0} r_t(\tau) = \beta_{1t} + \beta_{2t}$$

$$\lim_{\tau \rightarrow \infty} r_t(\tau) = \beta_{1t}$$

Desta forma,  $\beta_{1t}$  e  $\beta_{2t}$  são, respectivamente, os componentes de longo e de curto prazo da estrutura a termo da taxa de juros. Já  $\beta_{3t}$  e  $\beta_{4t}$  são os

componentes de médio prazo, pois a carga que multiplica ambos,  $\frac{1 - e^{-\lambda_t \tau}}{\lambda_t \tau} - e^{-\lambda_t \tau}$ , começa em zero, é crescente no início e depois tende para zero quando  $\tau \rightarrow \infty$ .

### 3.2.3 Estimação do prêmio de risco

Val, Barbedo e Maia (2010) fazem uso de duas abordagens para definir melhor o prêmio de risco, usam a base de Durham (2007) para estimar o prêmio de risco embutido no título e depois adotam a teoria do Vasicek (1997) para a construção de uma estrutura a termo do prêmio de risco para extrair-lo em diversos horizontes de tempo.

O cálculo baseado no artigo do Val, Barbedo e Maia (2010) tem início com a seguinte função:

$$F_t^n = (S_T^R + \pi_T^e) + (p_T^R + p_T^\pi)$$

Supondo que a taxa de juros nominal instantânea a termo no horizonte T é dada por  $F_t^n$ , é determinada pela expectativa da taxa a termo real,  $S_T^R$ , a expectativa de taxa de inflação futura é dada por,  $\pi_T^e$ , o prêmio real da taxa a termo é dado por,  $p_T^R$ , e o prêmio de risco de inflação é representado por,  $p_T^\pi$ .

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 e o prêmio de risco nominal,  $S_t^n$  e  $p_t^n$ , respectivamente. Assim temos:

$$S_t^n = (S_t^R + \pi_t^e)$$

$$p_t^n = (p_t^R + p_t^\pi)$$

Com tal função projetada, os autores seguiram a abordagem de Vasicek(1997) para estimar a estrutura a termo da curva de títulos nominais. Para obter o prêmio é preciso da curva de taxa de juros reais apresentado como,  $f_t^r$ , e o prêmio de risco,  $p_t^\pi$ .

$$f_t^r = (S_t^R + p_t^R)$$

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

Assim, o prêmio de risco é dado pela diferença entre a taxa de juros nominal instantânea a termo em um período N, que é dada pela derivada do preço do título em relação ao vencimento do título; e a taxa de curto prazo do período N.

### 3.3 Erro Quadrático Médio (EQM)

Os modelos propostos anteriormente para a previsão de inflação serão processados e confrontados contra a inflação corrente através do Erro Quadrático Médio (EQM). O EQM no trabalho apresenta grande importância para medir a assertividade dos modelos, pois através do EQM, é possível identificar como os resultados das projeções se afastam do benchmark, que no caso, é a inflação efetiva no período analisado. Quanto menor o erro, mais próximo à projeção é da inflação efetiva. Dessa forma, conseguiremos calcular qual dos dois modelos sugeridos (previsão do Boletim Focus e inflação implícita) possui maior assertividade.

O uso do modelo foi baseado em trabalhos como Hatisuka (2011) e Aagesen (2013). EQM consiste em:

$$EQM_{ano}^s = \frac{\sum_{t=1}^T (\pi_{t,ano}^s - \pi_{ano}^{IPCA})^2}{T}$$

Onde, o ano corresponde ao ano referente à projeção de inflação,  $\pi_{t,ano}^s$  corresponde ao valor projetado pela pesquisa Focus ou pela inflação implícita, para o ano avaliado na data T e,  $\pi_{ano}^{IPCA}$  é o IPCA efetivo para o ano avaliado.

## **4 Resultados**

### **4.1. Análise dos Resultados**

Os dados referentes à mediana da projeção da inflação 12 meses à frente do Boletim Focus, foram coletados no site do Banco Central do Brasil, já a série histórica de taxas negociadas da NTN-B e DI futuro para um dia foram extraídos do terminal Bloomberg, A série histórica referente ao IPCA efetivo foi coletada no site do IBGE.

A série histórica da NTN-B que foi usada para extrair a inflação implícita é de 2007 até Março de 2017. Segundo Val, Barbedo e Maia (2010) e Vicente e Guillen (2010), períodos até 2006 foram marcados por baixa liquidez nos títulos públicos indexados à inflação, causando muitas distorções na inflação implícita, muito por conta dos altos prêmios de risco de liquidez embutidos nos títulos; logo, o trabalho adotou com série histórica que projetam a partir de 2007 até o mês no qual a pesquisa teve início, março.

A curva das taxas de juros dos títulos indexados à inflação e das taxas prefixadas, NTN-B e DI de um dia da BM&F respectivamente, são apresentados no gráfico abaixo. A série histórica está presente no Anexo A.

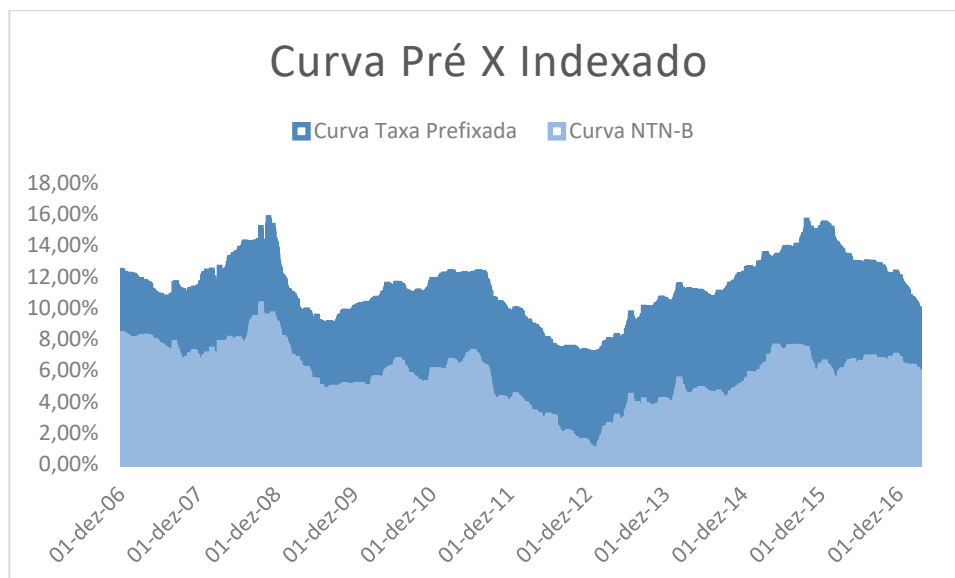


Figura 1 - A diferença entre as taxas acima representadas corresponde à inflação implícita.

O próximo passo da análise consiste na comparação dos modelos propostos para prever a inflação. Serão apresentados três gráficos, o primeiro deles apresenta o IPCA efetivo acumulado em 12 meses descrito em uma série de janeiro de 2007 até março de 2017, o gráfico seguinte representa a inflação efetiva comparada à inflação projetada pelo Boletim Focus, e por último, um gráfico que compara a inflação efetiva com a inflação implícita nas NTN-Bs, todos os gráficos contemplam o mesmo prazo em suas séries. Por fim, a inflação efetiva exercerá uma função de variável de controle para cada um dos modelos estudados e dessa forma, será questionado qual dos modelos apresentam menor erro quadrático em sua projeção, conseguindo dessa forma, responder qual dos modelos apresenta melhor assertividade na previsão de inflação.

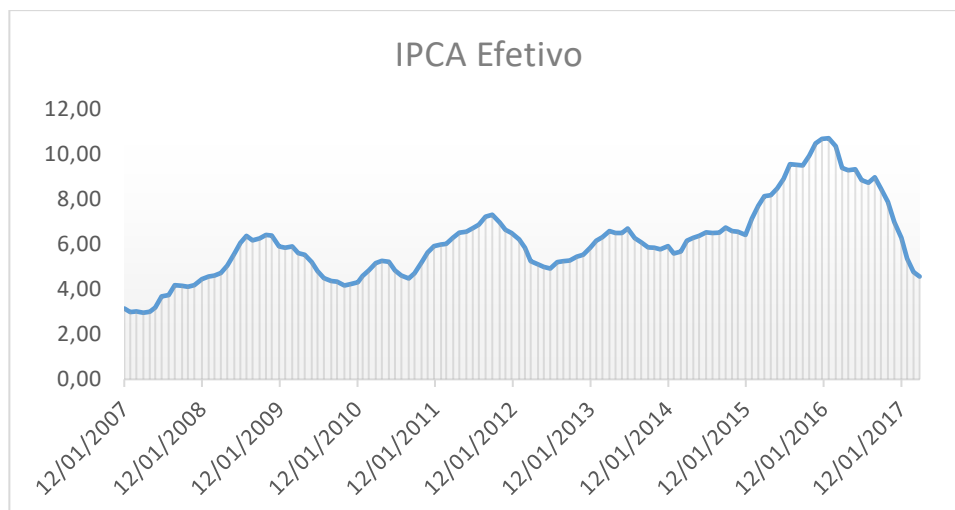


Figura 2 - IPCA efetivo 12 meses à frente.

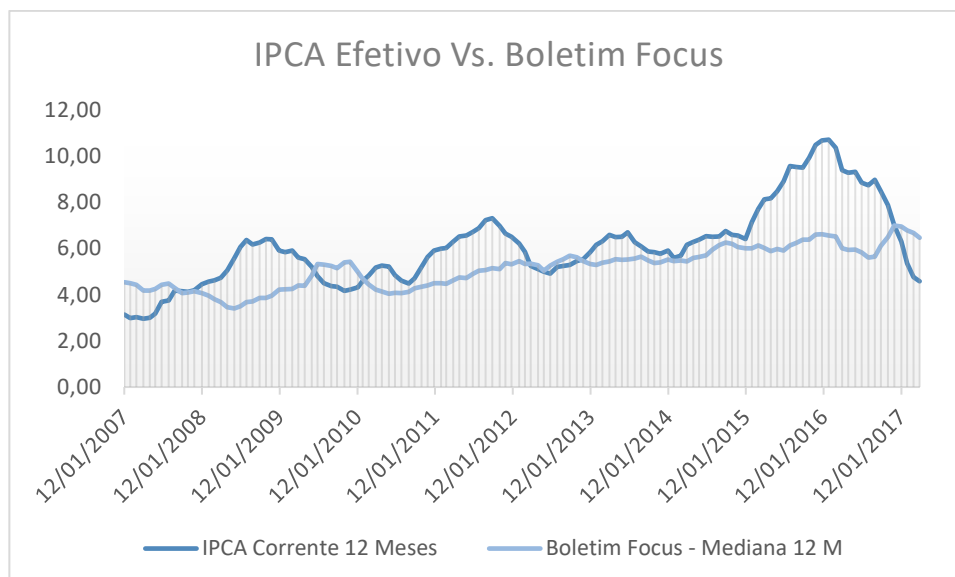


Figura 3 - IPCA Efetivo Vs. Boletim Focus

Na Figura 3 é possível analisar que as projeções de IPCA do Focus tendem a seguir a mesma tendência da inflação efetiva, exceto em anos que houveram turbulências econômicas ou políticas, como 2008/2009, 2011/2012 e 2015/2016. Vale lembrar que essas projeções são referentes a 12 meses atrás.

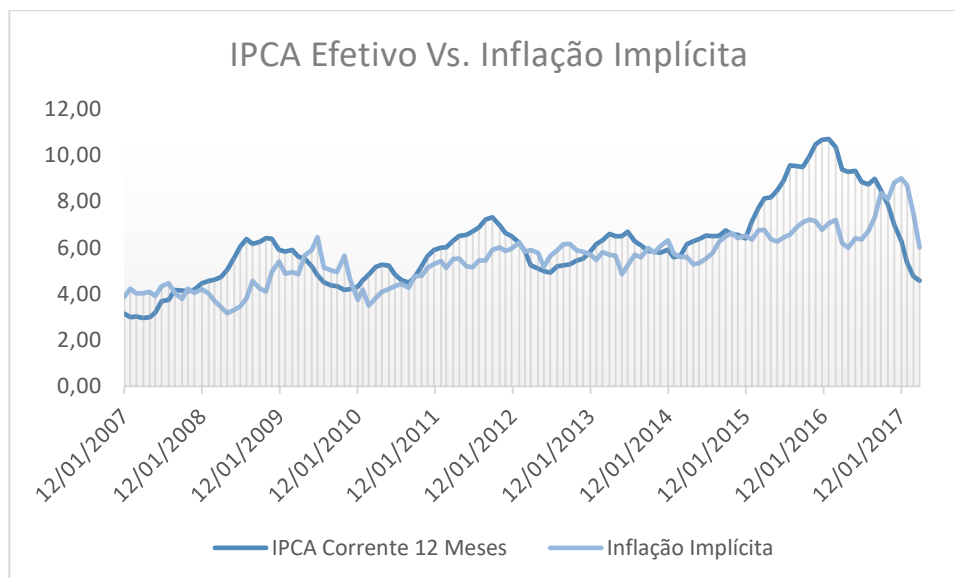


Figura 4 - IPCA Efetivo Vs. Inflação Implícita.

No gráfico acima é possível observar uma tendência da inflação implícita mais próxima com a inflação acumulada do que a previsão via Focus (no gráfico anterior), entretanto, as maiores distorções continuam em anos de crise econômica ou política.

#### 4.2. Resultados

Após a análise feita, é possível observar que a curva de inflação no Brasil tem impacto direto na curva de juros prefixado, como também observado por Agesen (2013). Isso se explica pelo fato de que no Brasil, tradicionalmente a inflação é estabilizada por meio de aumento na taxa básica de juros, tal decisão tomada pelo Comitê de Política Monetária (COPOM) para controlar e estabilizar a inflação. Como observado em um vasto arcabouço literário, as expectativas de inflação exercem um poder muito grande sobre a inflação corrente. Minella e Sobrinho (2009) afirmam que o canal das expectativas no horizonte de até um ano corresponde por cerca de três quartos da inflação corrente.

O presente trabalho teve como inspiração o poder das expectativas sobre a inflação corrente, o objetivo, no entanto, é analisar qual dos dois modelos preditivos de inflação possuem melhor assertividade. Sob a validação do EQM foi rodado o Erro Quadrático Médio para cada ano e em seguida para a série histórica inteira que o trabalho adota (2007 até março de 2017).



Tabela 1 - Erro Quadrático Médio (X100)

ANO	<b>EQM dos Modelos (X 100)</b>	
	Boletim Focus - Mediana 12 M	Inflação Implícita
2007	0,792183912	0,5479434
2008	4,188900755	3,256784462
2009	1,163829557	0,795237143
2010	0,762473038	0,607675292
2011	3,049227663	1,335212432
2012	0,133601221	0,317187792
2013	0,634813522	0,662700755
2014	0,295207244	0,343848198
2015	8,756142363	6,068115114
2016	8,652058291	6,38653961
2017	3,084835331	6,877564209
Série Completa	2,841538629	2,137337369

De acordo com a validação estatística, a inflação implícita possui menor erro quadrático do que a pesquisa de mercado, podendo-se afirmar que a inflação implícita tem melhor assertividade na previsão de inflação do que o Boletim Focus.

## 5 Conclusão

O trabalho teve como objetivo avaliar a assertividade na previsão de inflação do Boletim Focus e compará-lo com a inflação implícita, dessa forma, avaliando qual dos dois modelos apresentaram melhor resposta na previsão de inflação.

Através do Erro Quadrático Médio, foi possível confirmar que a inflação implícita obtém menor erro, definindo assim, a inflação implícita o modelo que melhor projetou a inflação comparada com a projeção do Boletim Focus. O resultado é compreensível uma vez que o investidor não só projeta a inflação, mas faz um desembolso financeiro em cima da sua expectativa, no caso da pesquisa de mercado, o respondente não apresenta nenhum vínculo prejudicial caso a previsão esteja errada.

O presente trabalho prova pelo meio estatístico proposto que a previsão via inflação implícita apresenta melhores resultados do que a previsão via pesquisa de mercado. Além do EQM, existem outros modelos estatísticos de validação, como regressão, análise de correlação entre outros. Todavia, devido com a grande semelhança do trabalho em questão com o estudo feito por Aagesen (2013) e como o autor fez uso da validação por meio do EQM, concluiu-se que esse método apresentaria boa validação para o presente estudo.

O modelo de projeção da inflação implícita foi baseado em um modelo proposto por Val, Barbedo e Maia (2010). Ressalto a existência de diversas outras formas de calcular a implícita, principalmente a extração dos prêmios de risco. Além de diversos modelos para o cálculo da inflação implícita, existem outras formas econométricas e estatísticas que apresentam grande eficiência na previsão de inflação.

Uma proposta para trabalhos futuros seria inserir variáveis de distorções políticas no prêmio de risco, ou até mesmo, modelos que mesclam inputs de variáveis de mercado com modelos econométricos. Em suma, o tema é muito amplo e o trabalho em questão cobre uma parcela muito pequena das projeções de mercado em razão da inflação efetiva, acredito que quanto melhor os modelos e mais próximo forem as projeções e a inflação realizada, melhor será para a economia de forma geral, mercado financeiro, *policymakers* e até mesmo para a população.

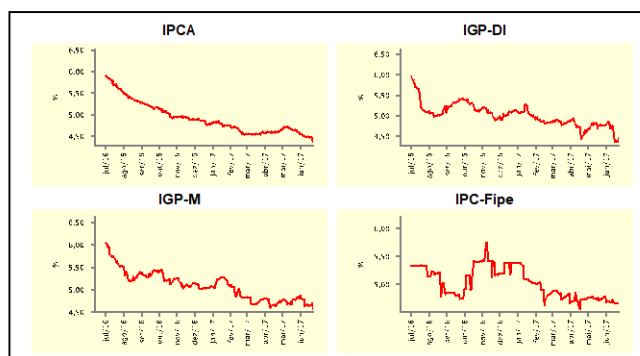
## Anexo A

## Focus - Relatório de Mercado

23 de junho de 2017

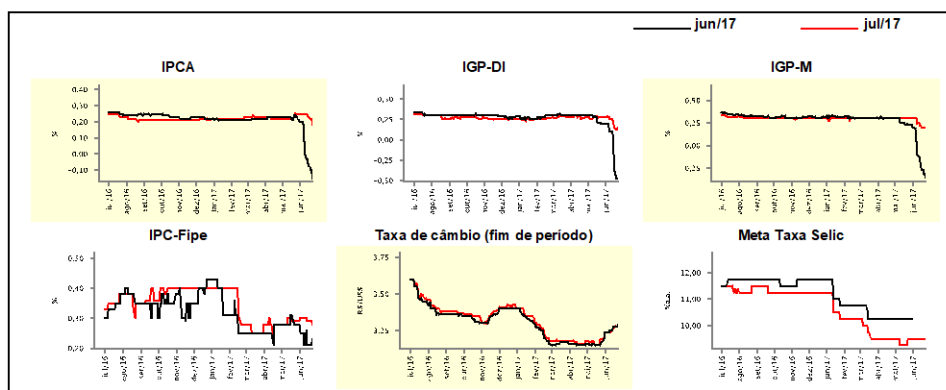
Expectativas de Mercado				
Inflação nos próximos 12 meses suavizada				
Mediana - agregado	Há 4 semanas	Há 1 semana	Hoje	Comportamento semanal*
IPCA (%)	4,62	4,48	4,37	▲ (7)
IGP-DI (%)	4,77	4,36	4,46	▲ (1)
IGP-M (%)	4,81	4,65	4,57	▲ (1)
IPC-Fipe (%)	4,76	4,67	4,67	▲ (1)

\* comportamento dos indicadores desde o último Relatório de Mercado; os valores entre parênteses expressam o número de semanas em que vem ocorrendo o último comportamento  
( ▲ aumento, ▼ diminuição ou = estabilidade)



Expectativas de Mercado								
Mediana - agregado	jun/17				jul/17			
	Há 4 semanas	Há 1 semana	Hoje	Comportamento semanal*	Há 4 semanas	Há 1 semana	Hoje	Comportamento semanal*
IPCA (%)	0,23	-0,07	-0,15	▼ (4)	0,25	0,23	0,18	▼ (2)
IGP-DI (%)	0,20	-0,36	-0,47	▼ (1)	0,28	0,15	0,15	= (1)
IGP-M (%)	0,23	-0,27	-0,36	▼ (4)	0,30	0,20	0,20	= (1)
IPC-Fipe (%)	0,28	0,21	0,23	▲ (1)	0,29	0,29	0,28	▼ (2)
Taxa de câmbio - fim de período (R\$/US\$)	3,17	3,28	3,29	▲ (5)	3,19	3,27	3,29	▲ (2)
Meta Taxa Selic (Saa.)	10,25	-	-	-	9,50	9,50	9,50	= (4)

\* comportamento dos indicadores desde o último Relatório de Mercado; os valores entre parênteses expressam o número de semanas em que vem ocorrendo o último comportamento  
( ▲ aumento, ▼ diminuição ou = estabilidade)



## Anexo B

**Tabela 2 - Série Histórica.**

Série Histórica			
<b>Mês Referência</b>	<b>IPCA Corrente 12 Meses (%)</b>	<b>Boletim Focus - Mediana 12 M (%)</b>	<b>Inflação Implícita (%)</b>
01/01/2007	2,99	4,49	4,22
01/02/2007	3,02	4,42	4,02
01/03/2007	2,96	4,18	4,04
01/04/2007	3,00	4,18	4,09
01/05/2007	3,18	4,25	3,90
01/06/2007	3,69	4,42	4,33
01/07/2007	3,74	4,48	4,47
01/08/2007	4,18	4,29	4,04
01/09/2007	4,15	4,06	3,78
01/10/2007	4,12	4,09	4,23
01/11/2007	4,19	4,15	4,04
01/12/2007	4,46	4,06	4,19
01/01/2008	4,56	3,95	4,01
01/02/2008	4,61	3,80	3,70
01/03/2008	4,73	3,67	3,44
01/04/2008	5,04	3,45	3,17
01/05/2008	5,58	3,40	3,31
01/06/2008	6,06	3,50	3,46
01/07/2008	6,37	3,67	3,79
01/08/2008	6,17	3,71	4,56
01/09/2008	6,25	3,86	4,23
01/10/2008	6,41	3,85	4,10
01/11/2008	6,39	3,96	4,95
01/12/2008	5,90	4,22	5,40
01/01/2009	5,84	4,23	4,88
01/02/2009	5,90	4,25	4,95
01/03/2009	5,61	4,39	4,84
01/04/2009	5,53	4,38	5,67
01/05/2009	5,20	4,83	5,91
01/06/2009	4,80	5,32	6,45
01/07/2009	4,50	5,30	5,14
01/08/2009	4,36	5,24	5,02
01/09/2009	4,34	5,14	4,94
01/10/2009	4,17	5,39	5,65

01/11/2009	4,22	5,42	4,62
01/12/2009	4,31	4,98	3,74
01/01/2010	4,59	4,69	4,18
01/02/2010	4,83	4,44	3,49
01/03/2010	5,17	4,21	3,82
01/04/2010	5,26	4,14	4,09
01/05/2010	5,22	4,04	4,22
01/06/2010	4,84	4,08	4,34
01/07/2010	4,60	4,07	4,43
01/08/2010	4,49	4,12	4,27
01/09/2010	4,70	4,27	4,76
01/10/2010	5,20	4,34	4,79
01/11/2010	5,64	4,40	5,14
01/12/2010	5,91	4,50	5,29
01/01/2011	5,99	4,50	5,41
01/02/2011	6,01	4,46	5,13
01/03/2011	6,30	4,62	5,51
01/04/2011	6,51	4,74	5,52
01/05/2011	6,55	4,71	5,20
01/06/2011	6,71	4,89	5,16
01/07/2011	6,87	5,04	5,44
01/08/2011	7,23	5,06	5,44
01/09/2011	7,31	5,15	5,90
01/10/2011	6,97	5,10	6,01
01/11/2011	6,64	5,36	5,86
01/12/2011	6,50	5,31	5,96
01/01/2012	6,22	5,45	6,22
01/02/2012	5,85	5,33	5,81
01/03/2012	5,24	5,34	5,90
01/04/2012	5,10	5,27	5,78
01/05/2012	4,99	5,04	5,17
01/06/2012	4,92	5,26	5,64
01/07/2012	5,20	5,42	5,89
01/08/2012	5,24	5,53	6,15
01/09/2012	5,28	5,68	6,16
01/10/2012	5,45	5,62	5,89
01/11/2012	5,53	5,45	5,81
01/12/2012	5,84	5,33	5,71
01/01/2013	6,15	5,29	5,47
01/02/2013	6,31	5,38	5,80
01/03/2013	6,59	5,44	5,69
01/04/2013	6,49	5,53	5,66
01/05/2013	6,50	5,50	4,85
01/06/2013	6,70	5,52	5,24
01/07/2013	6,27	5,56	5,69
01/08/2013	6,09	5,65	5,58

01/09/2013	5,86	5,48	5,99
01/10/2013	5,84	5,36	5,80
01/11/2013	5,77	5,40	6,06
01/12/2013	5,91	5,52	6,31
01/01/2014	5,59	5,45	5,74
01/02/2014	5,68	5,48	5,59
01/03/2014	6,15	5,43	5,60
01/04/2014	6,28	5,59	5,27
01/05/2014	6,38	5,63	5,33
01/06/2014	6,52	5,70	5,53
01/07/2014	6,50	5,95	5,77
01/08/2014	6,51	6,14	6,26
01/09/2014	6,75	6,25	6,49
01/10/2014	6,59	6,20	6,64
01/11/2014	6,56	6,06	6,42
01/12/2014	6,41	6,00	6,53
01/01/2015	7,14	6,00	6,35
01/02/2015	7,70	6,13	6,75
01/03/2015	8,13	6,02	6,78
01/04/2015	8,17	5,88	6,38
01/05/2015	8,47	5,97	6,26
01/06/2015	8,89	5,90	6,44
01/07/2015	9,56	6,13	6,57
01/08/2015	9,53	6,24	6,87
01/09/2015	9,49	6,38	7,09
01/10/2015	9,93	6,38	7,22
01/11/2015	10,48	6,60	7,15
01/12/2015	10,67	6,61	6,77
01/01/2016	10,71	6,56	7,05
01/02/2016	10,36	6,52	7,21
01/03/2016	9,39	6,00	6,19
01/04/2016	9,28	5,94	5,99
01/05/2016	9,32	5,95	6,40
01/06/2016	8,84	5,82	6,35
01/07/2016	8,74	5,60	6,72
01/08/2016	8,97	5,65	7,32
01/09/2016	8,48	6,12	8,36
01/10/2016	7,87	6,49	8,11
01/11/2016	6,99	6,99	8,82
01/12/2016	6,29	6,94	9,00
01/01/2017	5,35	6,78	8,71
01/02/2017	4,76	6,67	7,46
01/03/2017	4,57	6,46	6,02

## Referências Bibliográficas

Aagesen, Marcelo. **IPCA – Títulos Públicos e Expectativa de Inflação de Mercado**. São Paulo: [s.n.], 2013.

Ang, Andrew, Bekaert, GeertWei, Min. **Do Macro Variables, Asset Markets, or Surveys Forecast Inflation Better?**. [s.l.: s.n.], 2006.

Bank of Canada. **Real Return Bonds, Inflation Expectations, and the Break-Even Inflation Rate**. Ottawa: [s.n.], 2004.

Casiuch, Oliver. **O Break Even de Inflação no Mercado de Renda Fixa Brasileiro**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2009.

Bernanke, B. (2004). What policymakers can learn from asset prices, Speech Before the Investment Analyst Society of Chicago, April 15, available at <http://www.federalreserve.gov/boarddocs/speeches/2004/20040415/default.htm>

Garcia, Juan AngelRixtel, Adrian van. **INFLATION-LINKED BONDS FROM A CENTRAL BANK PERSPECTIVE**. [s.l.: s.n.], 2007.

Inflation Expectations Are Important to Central Bankers, Too. Federal Reserve ST. Louis. Disponível em: <<https://www.stlouisfed.org/publications/regional-economist/april-2016/inflation-expectations-are-important-to-central-bankers-too>>. Acesso em: 2 mai. 2017.

Campbell, J. and R. Shiller (1991). Yield spreads and interest rate movements: A bird's eye view, Review of Economic Studies, 58, pp. 495-514.

Inflation Targeting: Holding the Line. Finance & Development | F&D. Disponível em: <<http://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/basics/target.htm>>. Acesso em: 2 mai. 2017.

Mariani, Lucas e Laurini, Marcio. **Modelo Nelson-Siegel com condições de não arbitragem para previsão de inflação a partir do mercado de títulos brasileiro**. Ribeirão Preto: [s.n.], 2016.

Arruda, Elano Ferreira; Ferreira, Roberto Tatiwa; Castelar, Ivan, 2011, **Modelos Lineares e Não Lineares da Curva de Phillips para Previsão da Taxa de Inflação no Brasil**, *Revista Brasileira de Economia*, 2011, v. 65, iss. 3, pp. 237-52

Fama, Eugene F., 1975, **Short-term interest rates as predictors of inflation**, *American Economic Review* 65, pp. 269-82

Miller, Gerald. **Handbook of debt management**. 1. ed. New York: M. Dekker, 1996.

Val, Flávio, Barbedo, Claudio HenriqueMaia, Marcelo. **Expectativas Inflacionárias e Inflação Implícita no Mercado Brasileiro**. Brasília: [s.n.], 2010.

Vicente, JoséGuillen, Osmani. **Do in ation-linked bonds contain information about future in ation?**. Brasília: [s.n.], 2010.

Bevilaqua, A. S. et al. **Brazil: taming inflation expectations**. Brasília, n.129, p. 1-39, 2007.

Durham, J. (2006). **An estimate of the inflation risk premium using a three-factor affine term structure model**. New York: 2006.

Svensson, L. (1994). **Estimating and Interpreting Foreward Interest Rates: Sweden 1992-1994**. 1994.