

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA E RELAÇÕES INTERNACIONAIS

MATHEUS MEREGALLI DA SILVEIRA

**A INFLAÇÃO IMPLÍCITA COMO FONTE DE INFORMAÇÃO DA
INFLAÇÃO FUTURA NO BRASIL**

PORTO ALEGRE

2017

MATHEUS MEREGALLI DA SILVEIRA

**A INFLAÇÃO IMPLÍCITA COMO FONTE DE INFORMAÇÃO DA
INFLAÇÃO FUTURA NO BRASIL**

Monografia apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas, pelo Curso de Ciência Econômicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Dr. João Frois Caldeira

PORTO ALEGRE

2017

MATHEUS MEREGALLI DA SILVEIRA

**A INFLAÇÃO IMPLÍCITA COMO FONTE DE INFORMAÇÃO DA
INFLAÇÃO FUTURA NO BRASIL**

Monografia apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas, pelo Curso de Ciência Econômicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Dr. João Frois Caldeira

Aprovado em: Porto Alegre, _____ de _____ de 2017.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. João Frois Caldeira – Orientador

Prof. Dr. Ronald Otto Hillbrecht - UFRGS

Prof. Dr. Marcelo Savino Portugal – UFRGS

CIP - Catalogação na Publicação

Meregalli da Silveira, Matheus
A INFLAÇÃO IMPLÍCITA COMO FONTE DE INFORMAÇÃO DA
INFLAÇÃO FUTURA NO BRASIL / Matheus Meregalli da
Silveira. -- 2017.
41 f.

Orientador: João Frois Caldeira .

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade
de Ciências Econômicas, Curso de Ciências Econômicas,
Porto Alegre, BR-RS, 2017.

1. Inflação Implícita . 2. Breakeven Inflation
Rate. 3. Prêmio de Risco. I. Frois Caldeira , João,
orient. II. Título.

Dedico esta monografia aos meus avós,
com quem tive a felicidade da convivência, por
muitos anos, ao meu lado.

Agradecimentos

Agradeço à minha família, pelo incentivo em buscar meus objetivos, mesmo que necessário conviver com a distância. Ao meu pai, pelos sábios conselhos e exemplo que tive de caráter na minha formação. À minha mãe, por ser sempre o porto seguro que posso contar. Ao meu irmão mais velho, por ter sido um exemplo em toda minha vida.

Agradeço aos meus colegas da Geral Investimentos, com quem convivi por três anos, e foram responsáveis pela minha formação profissional que me proporcionou alcançar novos objetivos.

Ao meu orientador Prof. Dr. João Frois Caldeira, por me expor um tema atual, de tamanha relevância teórica e prática para que fosse elaborada minha monografia.

Resumo

Esta monografia busca analisar, para o caso brasileiro, se a inflação implícita ou *break-even inflation rate* (BEIR), definida como o diferencial entre os juros nominais e reais, contém alguma informação sobre a inflação futura. Para isso, se utiliza o método aplicado em Vicente e Guillen (2013), adicionando uma maior base de dados disponíveis entre 2005 e 2017. As estimativas sugerem que a BEIR traz informação relevante para as maturidades de 3, 6, 9 e 12 meses. Além disso, desenvolve-se uma breve revisão da literatura sobre o assunto, abordando os componentes da inflação implícita separadamente, com um foco em mercado brasileiro.

Palavras-Chave: Inflação Implícita. Prêmio de Risco. Prêmio de liquidez. Diferencial de juros.

Abstract

The present paper seeks to analyze, for the Brazilian case, if implied inflation or break-even inflation rate, defined as the difference between nominal and real interest, has some information about future inflation. For that, it is used the method applied in Vicente e Guillen (2013), adding an bigger data base available between 2005 and 2017. The estimates suggest that BEIR has relevant information for maturities of 3, 6, 9 e 12 months. Besides that, it is developed a brief literature revision about the subject, addressing the components of implied inflation separately, focusing on the Brazilian market.

Keywords: Break-Even Inflation Rate. Inflation Risk Premium. Inflation expectations.

Sumário

1. Introdução	8
2. A inflação Implícita	10
2.1. Os títulos Indexados.....	16
2.2. Expectativa de inflação.....	18
2.3. Prêmio de risco	20
2.4. Prêmio de Liquidez.....	22
2.5. Convexidade	25
3. A BEIR como fonte de informação da inflação futura no Brasil.....	26
4. Modelo	29
5. Dados.....	31
6. Resultados	35
7. Conclusões	39

1. Introdução

O trabalho de Fisher (1930) apresentou o conceito de diferencial de juros nominal e real, e por consequência surgiu a hipótese das expectativas. Na atualidade, esse diferencial, inflação implícita ou *breakeven inflation rate* (BEIR) é considerada um dos instrumentos mais importantes para estimar a expectativa de variação nos preços, sendo um instrumento comum no âmbito do mercado financeiro e de Bancos Centrais.

Ter condições de estimar as expectativas dos agentes é um instrumento extremamente relevante na condução de políticas macroeconômicas, ainda por cima quando essas expectativas se relacionam as variáveis, preços e juros, de uma economia. Isso se torna mais atrativo, quando se trata de uma ferramenta disponível em tempo real, e que representa as decisões de investidores, envolvendo ganhos e perdas.

Desta maneira, esse trabalho tem como objetivo estimar a significância da informação contida na inflação implícita sobre a variação futura dos preços. Para isso, foi expandido até o ano de 2017 o modelo utilizado por Vicente e Guillen (2013), no qual os autores estimam o poder de explicação da BEIR de 2005 até 2011 no Brasil. Dessa forma, buscamos diminuir os possíveis problemas relacionados à pequena base de dados que os autores tinham a disposição. Com os resultados obtidos, é possível analisar se a informação contida na BEIR para explicar as variações futuras nos preços se manteve durante um período em que a economia brasileira passou por uma inflação crescente e por aumento da volatilidade nos mercados. Ou seja, podemos avaliar se o mercado financeiro tem condições de precificar de forma informativa as expectativas de variações nos preços nas curvas de juros nominais e reais.

Para tal fim, é verificado se os resultados encontrados para a significância das maturidades de 3 e 6 meses, que foram consideradas significativas e não viesadas no trabalho dos autores, se mantiveram durante esse período recente da economia brasileira, e se houve mudança nos resultados em geral. Em segundo plano, verificar a importância dos outros fatores presentes na explicação da inflação implícita no Brasil, avaliando o desempenho da hipótese das expectativas em seu conceito mais moderno.

Foram encontrados resultados animadores tanto para maturidades curtas, quanto para as mais longas. Os coeficientes de 3, 6, 9, e 12 meses foram considerados significativos e não viesados. As maturidades mais longas, de 24, 36 e 48 meses foram consideradas significativas, mas viesadas como estimador da inflação futura. Além disso, não encontramos relações contra-intuitivas entre a inflação implícita e a inflação realizada, como foi visto em Vicente e Guillen (2013) e Caldeira e Furlani (2013), em que os coeficientes para as maturidades mais longas eram negativos, resultado que poderia ser causa da pequena base de dados.

Na seção 2 é realizada uma breve revisão bibliográfica sobre o assunto, na seção 3 são apresentados os estudos realizados anteriormente para o Brasil com o mesmo objetivo, e nos quais esse trabalho é baseado. A seção 4 aborda o modelo utilizado, a seção 5 é destinada para detalhar os dados, a seção 6 apresenta os resultados e a seção 7 é finalizada com as conclusões finais.

2. A inflação Implícita

Com a troca de informações e dados em tempo real, o mercado financeiro deixou de ser apenas um meio de realizar negociações, mas se tornou uma fonte de informações e expectativas sobre a economia e suas variáveis. Não há dúvidas de que as variações nos preços dos ativos financeiros possuem um efeito sobre a economia real, e por isso devem ser acompanhados pelos agentes e formadores de políticas econômicas. No entanto, a precificação dos ativos financeiros também depende de variáveis reais, e por isso, seus retornos são sensíveis as mudanças nas expectativas de fatores como: PIB, emprego e inflação.

A hipótese de Fisher (1930) afirma que é possível obter a expectativa dos agentes econômicos em relação à variação futura dos preços, puramente através da diferença entre as taxas de juros nominais e reais, também conhecida como inflação implícita. Ou seja, as taxas nominais seriam compostas pela expectativa da variação futura nos preços necessária para manter o poder de compra dos agentes econômicos, tornando indiferente a sua escolha em investir em títulos nominais ou reais¹. O que é representado pela equação abaixo:

$$\text{Taxa de juros nominal} = \text{Taxa de juros real} + \text{Expectativa de Inflação} \quad (1)$$

No entanto, a teoria das expectativas de Fisher não levava em conta a aversão ao risco dos agentes, dado que a taxa de juros nominal possui um valor monetário predefinido, e por isso incorre no risco de perda do valor do consumo no futuro. Portanto, na teoria das expectativas moderna, admite-se a existência de um prêmio cobrado pelo risco de perda do poder de compra futuro, como é visto em Soderling (2011) e Gurkaynack, Sack and Wright (2010). Assim, torna-se mais complexa a análise direta dos preços de juros nominal e real como fonte da inflação futura, sendo necessário estudar os componentes existentes dentro da inflação implícita, que é o diferencial entre juros nominal e real. Desta maneira, a equação abaixo representa melhor a taxa de juros nominal seguindo esse caminho:

$$\text{Taxa nominal} = \text{Taxa Real} + \text{Expectativa de Inflação} + \text{Prêmio de Risco} \quad (2)$$

Dessa forma, como os agentes tomam decisões de investimento pensando em termos de juros real, e manutenção do seu poder de compra, se for possível

¹ Títulos reais são indexados a um índice de preços, e por isso garantem uma taxa de juros real.

para os formuladores de políticas econômicas observarem as expectativas dos agentes sobre essas variáveis em tempo real, essa será uma arma de poder imensurável para alcançar os objetivos de uma política econômica.

Pensando nessa relação, é possível fazer uso dos ativos financeiros como uma fonte de informações sobre as expectativas de inflação, como foi dito por Ben Bernanke, ex-presidente do banco central americano, em seu discurso “What Policymakers Can Learn from Asset Prices”, onde ele discursa sobre o fato de que os bancos centrais precisam olhar para os ativos do mercado financeiro como fontes de informações sobre crenças futuras. Segundo Bernanke (2004):

Central bankers naturally pay close attention to interest rates and asset prices, in large part because these variables are the principal conduits through which monetary policy affects real activity and inflation. But policymakers watch financial markets carefully for another reason, which is that asset prices and yields are potentially valuable sources of timely information about economic and financial conditions. Because the future returns on most financial assets depend sensitively on economic conditions, asset prices--if determined in sufficiently liquid markets--should embody a great deal of investors' collective information and beliefs about the future course of the economy.

Bernanke (2004) afirma que os títulos indexados à inflação, ou *inflation linked-bonds*, são um instrumento muito poderoso para estimar as variações futuras nos preços. Esses títulos possuem o seu principal e cupons indexados ao nível de preços, sendo corrigidos pelos índices de preços, como por exemplo, o IPCA (índice de preços ao consumidor amplo) no Brasil, ou pelo CPI (consumer price index) nos Estados Unidos. Esses títulos fornecem uma proteção ao investidor contra a inflação, ao garantirem o pagamento de um rendimento real. Nos estados unidos esse mercado é conhecido como TIPS (treasury inflation protect securities). Na Inglaterra, esses títulos são conhecidos como GILTS. No Brasil, são conhecidos pelas NTN-Bs.

Quando se fala em nível de preços, as expectativas do mercado sobre a inflação é de extrema utilidade para os formuladores de políticas, não apenas porque é função do banco central garantir a estabilidade dos preços, mas também porque é possível observar das expectativas do mercado, se a comunicação adotada pelos formuladores da política monetária está tendo os objetivos alcançados, ou seja, se o mercado está lendo o que o banco central quer dizer.

Como é analisado em Cerisola e Gelos (2005), para o caso brasileiro, a capacidade do Banco Central em ancorar as expectativas de inflação é de extrema importância, e por isso sua comunicação com o mercado deve ser clara. Nesse trabalho em específico, os autores demonstram como o plano de metas para a inflação melhorou a ancoragem das expectativas do mercado sobre inflação futura, que se tornaram menos volátil.

Para conduzir tal política, ter acesso a uma fonte de informação em tempo real sobre as expectativas de variação de preços, apenas com acesso ao mercado financeiro, de maneira forward-looking, é o grande diferencial no uso de títulos indexados a variação nos preços, como é afirmado por Soderlind (2011). O autor também disserta sobre outras vantagens da inflação implícita, que além de estar em base diária, representa as crenças do mercado, ou seja, é baseada em decisões que envolvem ganhos e perdas.

Como foi verificado sobre a teoria de Fisher (1930), é necessário ter condições de estimar os outros parâmetros da inflação implícita, dado que ela não é composta apenas por expectativa de inflação, e por isso não passa apenas pelo simples diferencial dos juros nominal e real. Como é afirmado por Bernanke (2004):

Unfortunately, as a measure of market participants' expected inflation, breakeven inflation has a number of problems (Sack, 2000; Shen and Corning, 2001). First, and probably the most important, breakeven inflation includes a return to investors for bearing inflation risk, implying that the breakeven rate likely overstates the market's expected rate of inflation

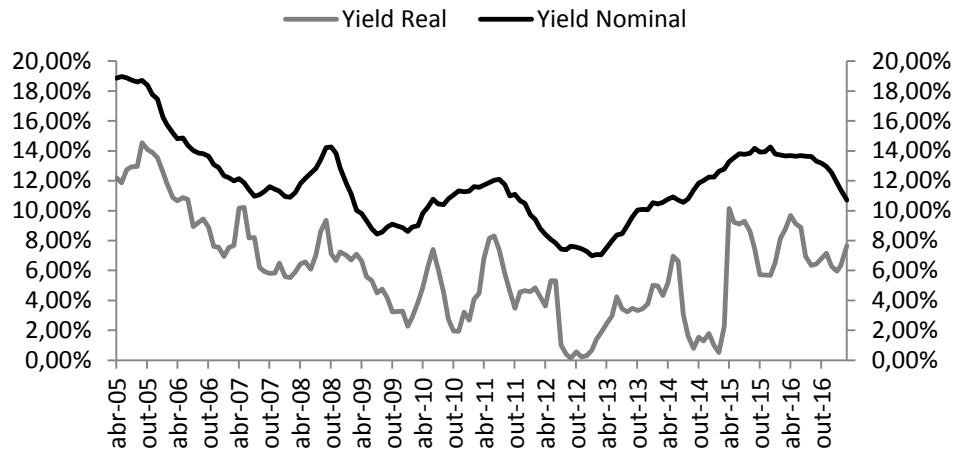
Assim sendo, caso a inflação implícita, ou break-even inflation rate (BEIR), fosse considerada pela teoria pura de Fisher (1930), ela seria representada pela equação abaixo.

$$\text{Inflação Implícita (BEIR)} = \text{Taxa de Juros Nominal} - \text{Taxa de Juros Real} \quad (3)$$

$$\text{BEIR} = \text{Expectativa de Inflação} \quad (4)$$

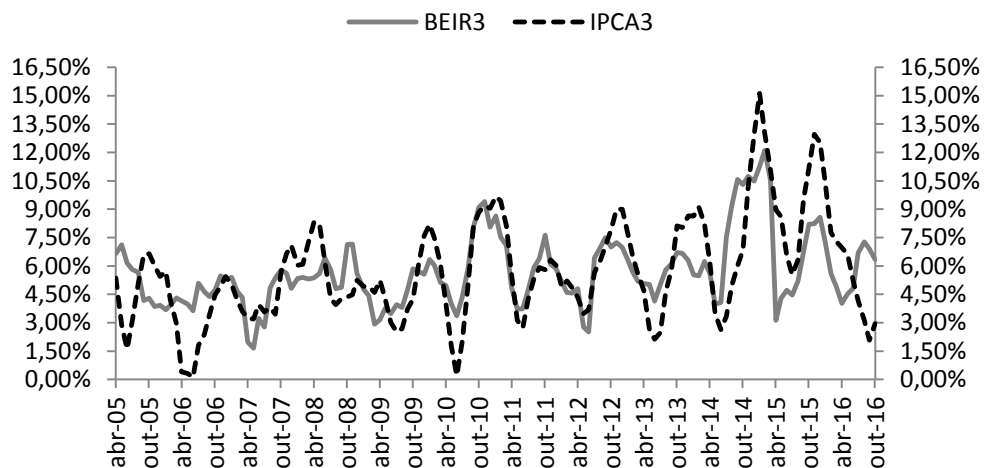
Para exemplificar, na Figura 1, abaixo, é possível observar as séries de taxas de juros nominais e reais, com maturidade de três meses desde abril de 2005 até outubro de 2016. A expectativa de inflação, ou inflação implícita, deveria ser representada pela área entre as duas linhas, ou simplesmente pela sua diferença, como na equação acima.

Figura 1: Evolução Yield Real e Nominal



Desta maneira, a expectativa de inflação depende do comportamento dos juros nominal e real, ou para ser mais específico, da sua diferença. Na figura 2, abaixo, podemos ilustrar a inflação implícita que estaria contida nas séries de juros da Figura 1. Além disso, como a inflação implícita deveria ser igual à expectativa de inflação, é feita a comparação dessa série com a inflação realizada para a mesma maturidade. Abaixo é possível observar a relação entre as duas variáveis².

Figura 2: Evolução BEIR e IPCA



No entanto, como é afirmado em Soderling (2011), na teoria moderna das expectativas, além do juros real e da expectativa de inflação, outros fatores são considerados na inflação implícita, e devem ser estimados para poder chegar ao

² BEIR3 (inflação implícita nos títulos com maturidade de 3 meses), IPCA3 (IPCA realizado acumulado nos 3 meses após o período considerado).

valor puro das expectativas de variação nos preços. Como também é enunciado em D' Amico, Kim e Wei (2010):

However, two difficulties arise in such interpretation of the tips breakeven inflation. First, TIPS breakeven inflation contains the inflation risk premium, which is the extra compensation investors in nominal bonds demand for bearing inflation risks. Second, TIPS has only been introduced recently and during its existence has been a less liquid instrument compared to nominal Treasury securities. The additional "liquidity premium" TIPS investors require for holding such instruments will drive up TIPS yields and depress the TIPS breakeven inflation

Desta maneira, é considerado pela teoria moderna das expectativas a existência do prêmio de risco. No entanto, é comum na atualidade a consideração do prêmio de liquidez para compor a inflação implícita, como em D' Amico, Kim e Wei (2010). Além disso, é reconhecida a presença de outro componente, a convexidade, como em Ang, Bekaert e Wei (2007a), termo que será desenvolvido nos próximos tópicos.

Grishchenko, Huang (2012), Gurkaynak, Sack e Wright (2010) e Ang, Bekaert e Wei (2007a) também levam em consideração esses fatores, realizando estudos específicos para estimação de cada componente, dado que não são elementos observáveis diretamente. Desta maneira, a equação (5) representa a composição mais moderna da inflação implícita.

$$BEIR = Expectativa\ de\ inflação + Prêmio\ de\ Risco - Prêmio\ de\ Liquidez \quad (5)$$

O prêmio pelo risco de inflação, ou *inflation risk premium*, é a compensação exigida pelos investidores ao comprarem um título nominal, dado que a inflação futura pode corroer o ganho real desses títulos. Como pode ser visto em Gürkaynak, Sack e Wright (2010), normalmente, esse prêmio tende a ser maior quanto maior for a maturidade do título nominal, dado que existe uma maior incerteza em relação as condições futuras da inflação. Esse prêmio, quando positivo, acaba por superestimar a expectativa de variação dos preços contida na simples diferença do juros nominal e real, e por isso precisa ser descontado da BEIR para se encontrar a expectativa de inflação.

Em segundo lugar, existe o prêmio de liquidez. Como o mercado de *linked-bonds* é mais recente do que o mercado de títulos nominais, dado que as TIPS começaram a ser negociadas nos EUA apenas em 1997, e no Brasil esse mercado

começou a ter liquidez apenas a partir de 2004, é comum que os investidores demandem um prêmio por investirem em um mercado de menor liquidez, uma vez que eles podem incorrer em perdas na hora de negociarem seus títulos indexados, por não conseguirem negociar ao valor de mercado. Um prêmio de liquidez positivo causa uma subestimação da expectativa de inflação contida na simples diferença do juros nominal e real, já que ele está contido no título indexado, que é o termo subtraído no diferencial de juros.

Por último, a convexidade, ou desigualdade de Jensen, é um termo matemático. Esse termo existe dado que a relação entre preços e taxas é dada por uma função convexa, e por isso os valores esperados da função são diferentes da função dos valores esperados. Representaria a diferença entre a inflação implícita e a expectativa de inflação em um mundo neutro ao risco, como afirma Vicente e Graminho (2015). Ou seja, mesmo que os fatores citados, prêmio de risco e liquidez, não existissem, ainda não seria possível extrair a inflação futura diretamente da inflação implícita, a convexidade deveria ser corrigida.

Esses fatores já se tornaram costumeiros nos trabalhos que envolvem a inflação implícita. Por exemplo, em Soderling (2011), é realizada uma regressão entre os desvios da BEIR - que é definido como a diferença entre a BEIR e a expectativa de inflação, o que deveria representar o prêmio de risco e de liquidez – contra medidas de liquidez e incerteza. Os resultados mostram que essas medidas são significantes para explicar movimentos nos desvios. Constatando que esses fatores são importantes para ajustar a inflação implícita, e devem ser considerados na sua decomposição.

Em D' Amico, Kim e Wei (2010), o prêmio de liquidez é considerado relevante para o mercado americano de TIPS, visto que quando levado em consideração, causa menos erros na estimação da BEIR. No entanto, nesse mesmo trabalho, viu-se que o prêmio decresce a maneira que o mercado de *linked-bonds* começou a ter mais liquidez. Hoje em dia, em alguns momentos, esses títulos possuem mais liquidez que os títulos nominais em alguns mercados.

É comum para o caso brasileiro, considerar o prêmio de liquidez insignificante, dado que os títulos indexados possuem uma boa liquidez, como é feito em Vicente e Graminho (2015). Nesse trabalho, os autores desprezam o

prêmio, já que nesse mercado os *linked-bonds* possuem uma liquidez tão significativa como a dos títulos nominais. É comum, no mercado brasileiro, os investidores carregarem esses títulos até o vencimento, dado que é um mecanismo muito importante para a proteção das carteiras, interpretação que é exposta pelos autores.

Como esses componentes não são observáveis diretamente de ativos financeiros, como a BEIR, a prevalência é o uso de modelos economicamente fundamentados, de maneira parcimoniosa, e muitas vezes model free, como é feito em Vicente e Graminho (2015) e Caldeira e Furlani (2013) para o caso brasileiro. O que é semelhante aos utilizados por Gürkaynak, Sack e Wright (2010), Söderlind (2011), Pflueger e Viceira (2013) e Grishchenko e Huang (2012) para outros mercados. Além disso, são comumente utilizados os modelos afim de estrutura a termo com fatores latentes, para estimar os componentes da BEIR e extrair as expectativas.

Em relação à teoria moderna da hipótese das expectativas, é possível realizar uma análise através de modelos que sejam restritivos em relação ao prêmio de risco, tratando esse fator como uma constante, como é feito em Vicente e Guillen (2013), em linha com a teoria. O prêmio de risco é reconhecido pela teoria moderna, mas considerado constante para uma mesma maturidade, podendo ser diferente para diferentes maturidades de títulos³. Em Caldeira e Furlani (2013), igualmente para o caso brasileiro, os autores são menos restritivos para avaliar o prêmio de risco, permitindo sua variação ao longo do tempo para uma mesma maturidade.

Nos próximos tópicos deste capítulo, é realizada uma análise dos títulos indexados e da literatura sobre os componentes da inflação implícita de maneira mais específica.

2.1. Os títulos Indexados

No mercado americano, as TIPS começaram a ser emitidas em 1997, mas apenas a partir de 2004 esse mercado começou a ter uma boa liquidez. No Brasil, o mercado de renda fixa é muito desenvolvido, estando entre os maiores do mundo.

³ O prêmio de risco é normalmente positivamente correlacionado com a maturidade. Para um prazo maior, é exigido um prêmio de risco mais elevado do que para maturidades mais curtas. Esse comportamento é explicado pela incerteza.

Para o mercado de títulos indexados a inflação (NTN-B), existe aproximadamente um estoque de R\$ 870 bilhões em circulação⁴, sendo negociado apenas em dezembro de 2016 um volume em torno de R\$ 100 bilhões de reais. Nos títulos nominais, o volume de estoque é de aproximadamente um trilhão de reais (LTN e NTN-F), sendo o volume negociado em dezembro de 2016 aproximadamente R\$ 300 bilhões. Para os títulos indexados ao nível de preço, os mais comuns são os títulos de Tesouro IPCA, também conhecido como NTN-B (Notas do Tesouro Nacional série B), dado que o principal e os cupons são indexados ao IPCA. A NTN-B principal não tem cupom semestral. Esses são os títulos mais líquidos deste tipo de instrumento, sendo o mais apropriado para este tipo de análise. Para os títulos nominais, os dois principais títulos são o Tesouro Prefixado, ou NTN-F (Notas do Tesouro Nacional série F), que paga cupom semestral, e a LTN (Letras do Tesouro Nacional), que são títulos de zero cupom. Ambos possuem um valor de face de R\$ 1.000,00.

Um fato importante dos títulos indexados é que em alguns mercados, como no americano (TIPS) e inglês (GILTS), esses títulos possuem uma defasagem em relação ao seu pagamento e correção, de três meses, por exemplo, nas TIPS. Dessa maneira é necessário realizar uma correção para não haver diferenças entre a curva de juros real do índice de preços e a curva real do título. No caso brasileiro, como é descrito por Vicente e Graminho (2015), os títulos indexados possuem uma defasagem pequena, de apenas 15 dias, o que torna a curva real de NTN-B uma boa aproximação da curva real de IPCA, sendo dispensável a correção. Considerando que o valor do IPCA fechado do mês já tenha sido divulgado pelo IBGE (primeira quinzena do mês seguinte), o cálculo da parte indexada a variação nos preços da NTN-B fica como na equação abaixo:

$$VNA = \frac{IPCA_t}{IPCA_0} * VN_{db} \quad (6)$$

Onde, VNA é o valor nominal atualizado do mês fechado, $IPCA_t$ é o número índice do último IPCA divulgado, $IPCA_0$ o número índice do IPCA na data base, e VN_{db} o valor nominal na data base. Para encontrar o preço unitário do título (PU), o

⁴ Os dados foram obtidos do Boletim ANBIMA ano VII- N°72- janeiro/2017.

VNA é multiplicado pela cotação do título (principal e cupons descontados pela taxa de juros de mercado).

O cálculo da inflação implícita ocorre pela diferença entre os títulos de mesma maturidade. Ou seja, é possível usar a diferença entre as curvas a termo de juros dos títulos nominais e reais. É de uso comum na aplicação da interpolação das curvas de juros o emprego do modelo paramétrico de Svensson (1993). Similarmente é comum o uso de uma extensão desse modelo, desenvolvido por Nelson e Siegel (1987), como foi elaborado por Gurkaynak, Sack e Wright (2010).

Do mesmo modo, é possível realizar uma análise sem a interpolação da curva, como foi desenvolvido em Guler, Keles e Polat (2016), dado que se evita erros de estimação quando se trabalha na comparação com dados não contínuos, como os surveys, utilizados para mensurar expectativas. Como será desenvolvido em um próximo tópico, nesse trabalho utilizamos dados que são obtidos pelo emprego do modelo de Svensson (1993).

2.2. Expectativa de inflação

Como é mencionado em Vicente e Graminho (2015):

Existem diversas teorias acerca da formação de expectativas pelos agentes do mercado. Desde a teoria das expectativas adaptativas, segundo a qual os agentes formam suas projeções com base nos níveis passados da variável de interesse, passando pela crítica de Lucas, que deu origem à teoria de expectativas racionais, segundo a qual os agentes possuem conhecimento completo a respeito do modelo econômico e das forças de mercado que atuam sobre a economia, utilizando toda a informação disponível para formar suas projeções

No entanto, conforme explicitam os autores, a maioria dos modelos possuem resultados decepcionantes. Desta maneira, se tornou comum o uso de surveys para estimar as expectativas dos agentes sobre a variação futura dos preços. Os surveys são pesquisas organizadas com instituições, acadêmicos e participantes do mercado, onde são coletadas as estimativas futuras sobre certas variáveis econômicas. No caso dos EUA, a mais comum é a Survey of Professional Forecasters (SPF), que reúne estimativas sobre o CPI (consumer price index). Ela ocorre duas vezes ao ano, e reúne economistas de mercado, governo e academia. Além dessa, a Blue Chip Financial Forecasts, e a Michigan Survey também são pesquisas importantes no mercado americano, sendo as duas mensais.

No Brasil, o relatório Focus, que é realizado pelo Banco Central, é a principal pesquisa realizada para a inflação no país. Ela reúne estimativas de aproximadamente cem participantes, em sua maioria instituições financeiras, com estimativas para diversas variáveis macroeconômicas, e é publicada semanalmente. As instituições que possuem as melhores previsões nos últimos seis meses, fazem parte dos Top5.

O uso dos surveys tem oferecido resultados bem consistentes, como é visto em Chernov e Mueller (2012), e Ang, Bekaert e Wei (2007b), esse último compara resultados de modelos ARIMA, modelos de estrutura a termo, e de regressões fundamentadas na curva de Phillips, contra os surveys, e conclui que os resultados oferecidos pelos últimos são melhores. Do mesmo modo, Caldeira e Furlani (2013) realizaram testes comparando o poder de previsão dos Top5 do relatório Focus, contra modelos VAR do Banco Central brasileiro, e contra modelos de inflação implícita. O Top5 obteve resultados melhores em todas as maturidades, sendo que a inflação implícita obteve resultados melhores que os modelos VAR. Segundo os autores, era esperado que o Top5 fosse melhor que a BEIR, dado que o participante tem a disposição o próprio modelo estimado via BEIR e outros mais sofisticados para compor suas estimativas.

Um resultado importante encontrado por Vicente e Graminho (2015) para o caso brasileiro, é que 60% das variações da inflação implícita podem ser explicados pela expectativa de inflação, baseada pelo relatório Focus. Dessa maneira, se exhibe que mesmo a teoria de Fisher (1930) não sendo exata, boa parte da inflação implícita pode ser respondida pela expectativa de inflação, o que prova o seu valor, como afirma Bernanke (2004). Interessante notar que a variável que representa o relatório Focus é a de maior magnitude na explicação da inflação implícita, mostrando o valor dos surveys, e a existência da componente expectativa de inflação na BEIR.

No entanto, o ideal seria ter acesso a informação sobre as expectativas em tempo real, sendo esse o objetivo com no uso da inflação implícita. Desta maneira, se faz necessário estimar os componentes da BEIR, e assim, conseguir extrair a expectativa de inflação presente nos títulos. Em Guler, Keles e Polat (2016) é adotada essa abordagem, sem o uso de surveys, para se achar a expectativa de

inflação média em uma base diária para a Turquia. Os autores estimam os prêmios de liquidez e risco através de regressões contra medidas de risco e liquidez, para decompor a BEIR em expectativa de inflação.

2.3. Prêmio de risco

Como foi mencionado anteriormente, esse é um prêmio cobrado pelos agentes econômicos pela incerteza referente à inflação futura. Como o título nominal pode incorrer em perda do poder de compra real, dado que a inflação futura pode ser diferente da precificada, os investidores cobrariam um prêmio quanto maior fosse a incerteza sobre o nível de preços no futuro e a maturidade do título, como é indicado em Gürkaynak, Sack e Wright (2010). Quanto maior a maturidade do título, mais difícil estimar qual será o nível de preços que deve ser precificado.

Como pode ser visto em Gürkaynak, Sack e Wright (2010), a inflação implícita normalmente é maior que as estimativas dos surveys, e muito mais volátil do que as mudanças nas expectativas dessas pesquisas. Ora, caso o diferencial de juros nominal e real fosse expectativa pura, ele deveria se comportar como as pesquisas de mercado. Essa diferença indica a presença dos fatores de risco. Além disso, os autores demonstram que a inflação implícita é positivamente correlacionada com a dispersão dos surveys, que representa a incerteza sobre as estimativas dos agentes econômicos, e por resultado, a incerteza sobre o nível de preços no futuro. Assim os autores concluem que, o termo que causa a maior parte da volatilidade da BEIR está relacionado ao prêmio de risco, e não à expectativa de inflação.

O prêmio de risco em Vicente e Graminho (2015) é encontrado decompondo-se os fatores de expectativa de inflação e convexidade da BEIR, para o caso brasileiro. Os autores encontram valores de média 0,20%, 0,43%, 0,54% e 0,66% para maturidades de 1, 2, 3 e 4 anos, o que indica prêmios positivos e crescentes com a maturidade. Portanto, os investidores cobram um prêmio por deixarem seus recursos em ativos com risco inflacionário, os títulos nominais. Interessante notar que em períodos de incerteza do mercado, como entre 2008 e 2009, os resultados apontaram para um prêmio negativo em alguns momentos, indicando que a

expectativa de inflação pode aumentar em maior magnitude que o rendimento dos títulos nominais.

Igualmente para o caso brasileiro, em Caldeira e Furlani (2013), ao utilizarem um modelo que permite a variação do prêmio de risco no tempo, encontram valores para o prêmio que variam no tempo, são diferentes de zero, mas muito próximos dele. Em Vicente e Guillen (2013), os autores utilizam uma regressão simples entre a inflação realizada e a BEIR, e encontram um prêmio de risco que varia entre 400 e 700 pontos base, ao longo que aumenta a maturidade em análise.

Como é comentado em Grishchenko e Huang (2012), o mercado ainda não chegou a um consenso sobre o tamanho do prêmio de risco, mesmo para um mercado desenvolvido como o americano. Os resultados dependem muito dos métodos utilizados para estimar a BEIR, as expectativas de inflação e os ajustes de liquidez. Esses mesmos autores propõem uma análise model free para o mercado americano entre 2000 e 2008, utilizando dados das TIPS, ao invés de modelos de estimação dos yields reais.

O prêmio de risco é calculado através da diferença entre a inflação implícita e a expectativa de inflação- essa diferença deveria representar os componentes de risco (risco de inflação e liquidez)- sendo que os valores são estimados com e sem correção do prêmio de liquidez. Outra questão importante, é que os autores realizam a correção de defasagem (lag) das TIPS, dado que existe uma defasagem de três meses nos títulos americanos, que mesmo sendo pequena, é estimada entre 0,03 e 4,2 pontos base pelos autores, e considerada significativa para estimar o prêmio de risco, dado que esse último é um valor baixo também.

Para estimar a expectativa de inflação, Grishchenko e Huang (2012) utilizam três métodos: um modelo VAR, como usado em Chernov e Mueller (2012); dois índices de preços americanos derivados do Consumer Price Index (CPI); e por último, dois surveys relevantes para esse mesmo mercado, o Survey of Professional Forecasters (SPF), e o Blue Chip Forecasts, em linha com Ang, Bekaert e Wei (2007b) no uso de surveys para estimar as expectativas. Além disso, para estimar o prêmio de liquidez, são utilizados três parâmetros: o volume das TIPS; a diferença entre os yields do títulos mais e menos negociados, como em D' Amico, Kim e Wei

(2010); e por último, a diferença entre os yields da curva de títulos emitidos e uma interpolação pelo método de Svensson (1994), como em Hu, Pan e Wang (2010).

Interessante notar os resultados obtidos dividindo-se em dois períodos: de 2000 a 2004, período de menor liquidez das TIPS; e entre 2004 a 2008, período de maior liquidez. Os resultados apontam para um prêmio de risco médio negativo em toda amostra, sem ajuste de liquidez, que varia de -22 até -9 pontos base, para os títulos de 10 anos. No entanto, para o segundo período, o prêmio varia de 8 até 13 pontos base, o que pode indicar um prêmio de liquidez maior no primeiro período, que acaba compensando o prêmio de risco, o que seria esperado. No começo dos anos 2000 até 2004, a liquidez do mercado de títulos indexados ainda era pequena, sugerindo um prêmio de liquidez mais elevado do que após 2004. Ajustando para liquidez, os resultados são -9 até 4 pontos base para todo o período, e de 1 até 6 pontos para o segundo período. Ou seja, mesmo com o ajuste de liquidez, o prêmio é encontrado positivo, o que pode indicar um prêmio de liquidez que decresceu com o aumento do volume negociado nesses mercados a partir de 2004.

É importante notar, como afirmam Grishchenko e Huang (2012), que o ajuste de liquidez não interfere em mais que 10 pontos base no prêmio de risco. Além disso, o prêmio de risco é encontrado como sendo negativo nos primeiros anos, mas positivo no período mais recente, sendo variável durante a análise e crescente com o horizonte em análise, o que está em linha para não rejeitar sua existência e importância na explicação das variações da inflação implícita. Ou seja, é necessário realizar sua decomposição da inflação implícita para encontrar a expectativa de inflação de forma consistente.

2.4. Prêmio de Liquidez

O prêmio de liquidez é uma compensação que os investidores cobriam por investirem em títulos de menor liquidez, nesse caso, os títulos indexados. Essa é uma abordagem adotada no sentido de que o mercado de *linked-bonds* é recente, e os investidores poderiam ter dificuldades em vender seus títulos a preço de mercado. No entanto, é importante notar que em alguns mercados, como o brasileiro, os títulos indexados ganharam muita liquidez devido ao crescimento de sua negociação nos últimos anos. Como demonstra D' Amico, Kim e Wei (2010), no

mercado americano, os valores estimados para o prêmio de liquidez diminuíram durante os anos mais recentes, dado o incremento no volume de negociação.

Voltando para o caso brasileiro, Vicente e Graminho (2015), realizam a estimação do prêmio de liquidez usando um modelo parcimonioso, regredindo a inflação implícita contra medidas heurísticas de liquidez. Esse é um método igualmente utilizado em Pflueger e Viceira (2013), Grishchenko e Huang (2012), Gürkaynak, Sack e Wright (2010) e D' Amico, Kim e Wei (2010).

Vicente e Graminho (2015) realizam a regressão contra o giro médio dos títulos nominais e reais em cada mês, contra a diferença entre o bid-ask spread desses títulos, e por último, contra uma métrica proposta por Hu, Pan e Wang (2010), que é a diferença da raiz do erro médio quadrático dos preços dos títulos e de uma curva de juros interpolada. Os resultados demonstram, para o caso brasileiro, que o prêmio de liquidez adiciona pouca informação para explicar a inflação implícita, onde o R-quadrado praticamente não se altera com a introdução do prêmio de liquidez. Os autores utilizam a interpretação de que os investidores no Brasil carregam as NTN-Bs até o vencimento, tendo uma preferência pelo longo prazo. Desta maneira, não sendo necessário se desfazer antecipadamente dos títulos, não há cobrança por um prêmio de liquidez. Além disso, como foi mencionado anteriormente, o mercado brasileiro de títulos indexados obteve um crescimento elevado e hoje possui uma alta liquidez. Como foi mencionado anteriormente, em Grishchenko e Huang (2012), o ajuste realizado pelo prêmio de liquidez, não foi responsável por mais que 10 pontos base em alterações no prêmio de risco para o mercado americano.

Em Guler, Keles e Polat (2016), os autores fazem uso de um modelo diferente das abordagens mais diretas para calcular o prêmio de liquidez. Em primeiro lugar, eles não fazem uso de surveys para extrair a expectativa de inflação, mas estimam os componentes da BEIR, para depois encontrar as expectativas em uma base diária. A principal diferença está na abordagem para calcular o prêmio de liquidez, onde eles não regredem diretamente a BEIR contra medidas de liquidez, como em Pflueger e Viceira (2013), Grishchenko e Huang (2012) e Gurkaynak et al (2010).

Como a BEIR contém expectativa de inflação e prêmio de risco, os autores buscam utilizar uma variável dependente que seja isolada desses componentes,

refletindo apenas o prêmio de liquidez. Eles utilizam a diferença entre os yields de dois títulos nominais de mesma maturidade e emissor. Essa diferença deve representar apenas o prêmio pela liquidez. Depois regridem essa diferença contra medidas de liquidez (o spread de bid-ask dos títulos, e o ratio dos volumes), e por consequência, os coeficientes da regressão podem ser utilizados como medidas de preço da liquidez.

A proposta em Guler, Keles e Polat (2016) é inovadora no sentido de considerar a existência de um prêmio de liquidez não apenas nos títulos reais, mas também nos nominais.

Assim, a BEIR é considerada pela equação abaixo, onde Pr. significa prêmio.

$$BEIR = Expe. de Infla. + Pr. de Risco + (Pr. Liq. Nominal - Pr. Liq. Real) \quad (7)$$

O termo que contém os dois componentes de liquidez é considerado o prêmio de liquidez relativo, sendo estimado pela equação que considera os coeficientes calculados e as medidas de liquidez anteriormente citadas para os títulos nominais e indexados. Os resultados demonstram que esse termo é na média -3 pontos base, indo de - 31 até 43 pontos base. Os dados são de 2012 a 2015 para o mercado turco. Um valor positivo para $(Prêm. Liq. Nominal - Prêm. Liq. Real)$ indica que o prêmio de liquidez no mercado de títulos nominais pode ser maior do que o de indexados. O que pode ser verdade, pois se observa que em alguns momentos o volume dos títulos indexados é maior do que dos nominais. Como comparação, o Brasil é um mercado maior e mais líquido do que o da Turquia, e mesmo assim, os resultados médios do prêmio de liquidez encontrados nesse último são menores do que o próprio spread de bid-ask do mercado de títulos reais brasileiro. Outro fator a ser considerado, é que esse trabalho foi desenvolvido em um período mais recente, ou seja, aborda um intervalo em que a liquidez dos mercados para títulos indexados é muito maior.

Por último, os autores subtraem os efeitos do prêmio de liquidez da inflação implícita, o que gera um termo que contém apenas expectativa de inflação e prêmio de risco, esse fator acaba sendo regredido contra uma medida de risco.

Pela equação,

$$BEIR - \text{Prêmio Liquidez} = \alpha + \beta(\text{risco}) + \varepsilon \quad (8)$$

O termo sem o prêmio de liquidez deveria ser explicado pela constante que representa a expectativa média de inflação, pelo coeficiente que determina o preço do prêmio de risco e pelo erro que determina os desvios da expectativa de inflação. Importante notar que os valores encontrados para o erro, são maiores que o termo de liquidez, variando entre - 148 e 130 pontos base.

Esses resultados estão de acordo com Gürkaynak, Sack e Wright (2010) que definem o prêmio de liquidez como uma componente que muda muito pouco, sendo boa parte das variações devidas ao prêmio de risco. Ou melhor, o prêmio de liquidez adiciona muito pouca informação para explicar a inflação implícita, ainda mais em um mercado líquido e de altas taxas de juros como o brasileiro. Por isso, muitas vezes é desconsiderado na análise, como em Caldeira e Furlani (2013) e Vicente e Graminho (2015).

2.5. Convexidade

Como é mencionado em Vicente e Graminho (2015), o viés de convexidade ou desigualdade de Jensen pode ser estabelecido como:

A desigualdade de Jensen estabelece que o valor esperado de uma função convexa de uma variável aleatória é maior que o valor dessa função calculada para o valor dessa mesma variável aleatória. Para recuperar a igualdade entre esses dois valores é necessária uma correção. No caso em questão, é a relação exponencial que conecta preços de títulos com taxas e a correção da desigualdade é o termo de convexidade.

Os mesmos autores, para o caso brasileiro, estimaram esses valores em 0,99, 1,14, 1,19 e 1,22 pontos base para horizontes de 1, 2, 3 e 4 anos. Como explicitam os autores, esses valores são menores que o bid-ask spread médio de negociação dos títulos, que fica entre 3 pontos base para os nominais, e 10 pontos base para os reais, ou seja, é pouco relevante. Outros estudos sobre a convexidade, como em Ang, Bekaert e Wei (2007a), também encontraram que o valor é bem irrelevante, sendo menor que um ponto base para o mercado americano.

Caso a convexidade seja um componente relevante, a equação dos componentes da BEIR ficaria representada pela equação abaixo, onde Pr. é prêmio.

$$BEIR = Expecta. de inflação + Pr. de Risco - Pr. Liquidez + Convexidade \quad (9)$$

No entanto, como podemos desconsiderar tal termo para análise, a inflação implícita acaba composta apenas por expectativa de inflação e pelos dois prêmios (risco e liquidez). Se o prêmio de liquidez for desconsiderado, como é em muitos trabalhos. Então podemos considerar a convexidade como a diferença entre a expectativa de inflação e a inflação implícita, em um mundo neutro ao risco (prêmio de risco igual à zero).

3. A BEIR como fonte de informação da inflação futura no Brasil

Ficou claro que a inflação implícita depende das expectativas do nível de preços e de fatores de risco e liquidez, o primeiro fator sendo mais significativo, e o segundo desconsiderado muitas vezes. Desta maneira, a BEIR poderia ser explicada em sua maioria, pela expectativa de inflação e pelo prêmio de risco. Partindo desse racional, podemos buscar entender se a BEIR pode ser um bom estimador para a inflação futura, ou seja, se com o diferencial de juros é possível prever os movimentos futuros dos preços.

Desse modo, foi realizado por Vicente e Guillen (2013) e Caldeira e Furlani (2013) a concepção de testar a inflação implícita como fonte de informação da inflação realizada para o Brasil. Em Vicente e Guillen (2013), os autores realizam uma regressão entre a inflação implícita e a inflação acumulada. Dessa forma, a inflação acumulada deveria ser explicada pelos movimentos na BEIR, mais uma constante da regressão, que representaria os fatores de risco.

Os autores usam a mesma decomposição de Grishchenko e Huang (2012):

$$BEIR = Expectativa Inflação + Prêmio de Risco + Convexidade \quad (10)$$

No entanto, como foi demonstrado anteriormente, os autores desconsideram o valor da convexidade, dada a sua insignificância, em linha com Ang, Bekaert e Wei (2007a) e Vicente e Graminho (2015) para o caso brasileiro. O prêmio de liquidez também é considerado insignificante no mercado brasileiro, como em Vicente e Graminho (2015). Neste caso, a equação de decomposição pode ser definida como:

$$BEIR = Expectativa \ de \ inflação + Prêmio \ de \ Risco \quad (11)$$

Interessante notar que essa é uma maneira indireta de se testar a hipótese das expectativas em sua face mais moderna, que concorda com a existência do prêmio de risco, mas o considera constante em uma mesma maturidade. Deste modo, a variável inflação acumulada deveria ser explicada pelas variações na BEIR, sendo a constante da equação abaixo, o fator que representaria o prêmio de risco. Desta maneira, essa relação pode ser explicada pela equação:

$$h_t(\tau) = c_1^\tau i_\tau(\tau) + c_2^\tau + \varepsilon_{t+\tau} \quad (12)$$

Onde, $h_t(\tau)$ representa a inflação acumulada no tempo t até τ , e $i_\tau(\tau)$ representa a BEIR no tempo t com maturidade τ . Por simplificação, são utilizadas as mesmas notações de Vicente e Guillen (2013) para a equação acima.

Nesse caso, os autores encontram que a BEIR é significativa para explicar a inflação futura em 3 e 6 meses, mostrando que o mercado tem condições de precificar a inflação futura nos títulos de juros de curto prazo, sendo assim considerados fonte de informação sobre a inflação futura para essas maturidades, e além disso não rejeita a versão da hipótese das expectativas para essas mesmas maturidades, dado que a BEIR é considerada um estimador não viesado.

Para o período de 12 e 18 meses, a BEIR tem pouco poder explicativo, e nos horizontes de 24 e 30 meses, ela é informativa, mas tem um resultado contra-intuitivo, sendo negativamente relacionada com a inflação realizada. O que segundo os autores, pode ser explicado por um prêmio de risco variável no tempo, rejeitando a hipótese das expectativas e desconsiderando a equação acima como um bom estimador da relação BEIR e inflação futura. A questão do prêmio variável no tempo é consistente com os resultados encontrados por Grishchenko e Huang (2012), onde os autores demonstram que o prêmio para o mercado americano é perto de zero na média, mas variável no tempo. Além disso, Vicente e Guillen (2013) observam que os valores encontrados na constante que representa o prêmio de risco, ficaram entre 400 e 700 pontos base para as maturidades mais longas. São valores bem consideráveis, o que pode indicar uma cobrança elevada pelo risco de inflação dos investidores no mercado brasileiro.

Segundo os autores, alguns fatores podem ter influenciado nos resultados: em primeiro, o período de análise é de apenas seis anos (2005 a 2011), dado que os autores preferiram evitar anos anteriores, quando a liquidez dos títulos indexados era menor. Em segundo, o Brasil realmente pode ser um mercado de risco elevado, dada a volatilidade de algumas variáveis, por exemplo, a inflação; e por último, pode existir um “cliente effect” que interfere na BEIR, dado que os títulos indexados são comprados principalmente por fundos de pensão no Brasil. Como demonstram os autores, em 2010, 33% dos títulos indexados pertenciam aos fundos de pensão.

Em Caldeira e Furlani (2013), busca-se estimar o mesmo poder de explicação da BEIR para a inflação futura no Brasil, como em Vicente e Guillen (2013), mas com uma hipótese menos restritiva para o prêmio de risco, dado que os autores permitem que esse fator varie no tempo, em linha com os resultados encontrados por Grishchenko e Huang (2012) para o mercado americano. Além disso, também é permitido que o coeficiente que representa a expectativa de inflação varie ao longo do tempo. Os autores fazem uso do filtro de Kalman para permitir a variação dos coeficientes da equação de regressão.

Para avaliar a robustez dos resultados, os autores realizam uma comparação do modelo com Filtro de Kalman e do modelo sem variação dos coeficientes, obtido por mínimos quadrados ordinários, o mesmo utilizado em Vicente e Guillen (2013). É interessa notar que, de forma geral os resultados foram semelhantes tanto em magnitude, quanto em significância dos coeficientes para os dois modelos.

Os resultados indicaram coeficientes positivos e significativos para as maturidades de 3, 6 e 9 meses, o que significa que a BEIR traz informações relevantes sobre a inflação futura para essas maturidades. Em 12 e 15 meses, os coeficientes foram não significativos, e para 18, 24, 30, e 36 meses os coeficientes foram significativos, mas se mostraram negativos. No trabalho de Vicente e Guillen (2013), esses resultados indicavam que a restrição na variação dos coeficientes poderia ser a causa da relação negativa no longo prazo. No entanto, esse ajuste foi realizado em Caldeira e Furlani (2013), e mesmo assim os coeficientes se mostraram negativos, o que poderia indicar uma relação complexa entre a BEIR e a inflação futura, como expressam os autores.

Também vale ressaltar, que a constante do prêmio de risco mostrou-se estatisticamente diferente de zero, mas muito próxima deste valor. Além disso, no modelo com filtro de Kalman, em algumas maturidades o prêmio de risco se mostrou variante no tempo, particularmente em 15, 18, 24, 30 e 36 meses. Assim sendo, quando os autores realizaram o teste para verificar se a BEIR é um estimador não viesado da inflação futura, ou seja, com $c_2^T = 0$ e $c_1^T = 1$ para a equação 12, apenas para a maturidade de 3 meses ela se mostrou não viesada. Desta forma a BEIR traz informações sobre a inflação futura nas outras maturidades, mas de forma viesada. Em relação ao coeficiente da BEIR, apenas para as maturidades de 12 e 15 meses ele variou ao longo do tempo, justamente as que não se mostraram significativas.

Como segundo objetivo, os autores testam o poder preditivo da BEIR frente a outros modelos de previsão, como foi mencionado anteriormente. Interessante notar que a BEIR tenha resultados melhores do que os modelos VAR do banco central brasileiro na previsão da inflação futura, o que demonstra seu valor.

4. Modelo

Como objetivo deste trabalho, procuramos estimar o modelo utilizado em Vicente e Guillen (2013) para testar o poder de informação da BEIR para a inflação futura no Brasil, realizando uma extensão do período em análise, e focando na comparação dos resultados obtidos para as maturidades que foram consideradas significativas e não viesadas no trabalho dos autores. Ou seja, é analisado se o poder de explicação da BEIR para as maturidades de 3 e 6 meses continuaram significativas e não viesadas como fonte de informação sobre a inflação, sem deixar de lado a análise das maturidades de prazo maior. Os autores realizaram o trabalho para o período de 2005 a 2011.

Nesse trabalho foi realizada uma extensão até o período de 2017. Além disso, foi elevado o número de maturidades analisadas, considerando os horizontes de 3, 6, 9, 12, 24, 36, 48 e 60 meses, diferente dos autores que analisaram para 3, 6, 12, 18, 24 e 30 meses. Desta maneira, é possível analisar o poder de informação da BEIR para períodos mais longos. Outro fator favorável é a possibilidade de diminuir um provável problema no trabalho anterior dos autores, a pequena base de dados. Além do mais, incorporamos na análise um período de maior liquidez nos mercados

indexados, esperando evitar interferências significativas do prêmio de liquidez nos resultados.

O interessante em incorporar o período recente da economia brasileira, vem do fato de que houve um ligeiro crescimento nas taxas de inflação nos últimos anos, principalmente em 2014, 2015 e 2016. Em 2015, o IPCA (índice de preços ao consumidor amplo) chegou ao patamar de 10,67%, e não há dúvidas de que a inflação voltou a ser um tema de destaque no cenário econômico. Com certeza esse foi um período onde o Banco Central brasileiro teve dificuldades em controlar a inflação e manter a confiança dos agentes no seu poder de controle no nível de preços.

Além disso, durante esses anos se observou uma volatilidade fora do comum em muitas variáveis da economia brasileira. Por exemplo, a desvalorização da moeda brasileira, que foi de R\$ 2,00 reais por dólar em 2013 para um patamar acima de R\$ 4,00 por dólar em 2015, ou o risco país, que atingiu o patamar de praticamente 500 pontos base no CDS (credit default spread), vindo de uma base de 200 pontos em 2013.

A escolha do modelo utilizado por Vicente e Guillen (2013), que é restrito na questão de variação dos coeficientes, é devido a sua simplicidade e objetividade em testar o poder de explicação da BEIR para a inflação futura, que é um tema extremamente relevante e prático. Além disso, é possível testar de forma indireta a hipótese das expectativas através desse modelo. Outro ponto, é que em Caldeira e Furlani (2013), onde é utilizado um modelo mais complexo que permite a variação dos coeficientes, foram obtidos resultados semelhantes ao do modelo mais simples, mesmo que tenha confirmado a variação do prêmio de risco para maturidades mais longas.

Desta forma, por simplificação, é utilizada a mesma notação de Vicente e Guillen (2013). Seja $y_t^N(\tau)$ e $y_t^R(\tau)$ as taxas nominais e reais, respectivamente, continuamente compostas, no tempo (t) e com maturidade (τ). Dessa forma, podemos definir a inflação implícita, ou BEIR, como o spread entre essas taxas, representado pela equação abaixo.

$$i_t(\tau) = y_t^N(\tau) - y_t^R(\tau) \quad (13)$$

Para representar a inflação realizada, é utilizada a variação anualizada dos preços entre t e $t + \tau$. A variação dos preços entre esses dois períodos é dada por $h_t(\tau)$:

$$h_t(\tau) = \frac{1}{\tau} \sum_{j=t}^{t+\tau-1} h_j(\tau) \quad (14)$$

Desta maneira, é utilizada para medir o poder de explicação da variação futura dos preços pela inflação implícita, como em Vicente e Guillen (2013), a equação abaixo:

$$h_t(\tau) = c_1^\tau i_\tau(\tau) + c_2^\tau + \varepsilon_{t+\tau} \quad (15)$$

Isto é, c_2^τ representa a constante do prêmio de risco e c_1^τ o coeficiente que representa a informação contida na BEIR. Caso esse coeficiente seja diferente de zero, a BEIR possui informação sobre a inflação futura. Para que a inflação implícita seja um estimador não viesado da variação dos preços, então $c_1^\tau = 1$ e $c_2^\tau = 0$. Caso esse resultado ocorra, não rejeitamos a hipótese das expectativas.

Como foi enunciado anteriormente, mesmo considerando-se a existência dos outros fatores convexidade e prêmio de liquidez, dada a insignificância dos dois, como é visto em Caldeira e Furlani (2013) e Vicente e Guillen (2013) para o caso brasileiro, e em outros autores para outros mercados, esses componentes não são considerados na equação. Além disso, o objetivo é estudar a relação entre BEIR e inflação futura dos preços. A convexidade, é considerada insignificante, em linha com Ang, Bekaert e Wei (2007a) e Vicente e Graminho (2015) que encontram um termo de convexidade para o Brasil inferior ao bid/ask de negociação dos títulos nominais e reais. Da mesma forma, os resultados para as métricas do prêmio de liquidez acabam não adicionando informações relevantes para explicar a inflação implícita, sendo o mercado brasileiro de títulos indexados considerado líquido.

5. Dados

A base contém dados mensais das taxas de juros dos títulos nominais e reais de abril de 2005 até março de 2017. Conforme foi adotado por Caldeira e Furlani (2013), são utilizadas séries a partir de 2005 para se evitar problemas de liquidez no

mercado de títulos indexados, que se iniciou em 2001. Os dados são obtidos da ANBIMA – Associação Brasileira das Entidades do Mercado Financeiro e de Capitais. Os yields nominais são extraídos das LTNs (Letras do Tesouro Nacional) e das NTN-Fs. A LTN é um título de zero cupom, e com valor de face de R\$ 1.000,00. A NTN-F paga cupom semestral (juros) e possui o mesmo valor de face. Ambos são emitidos pelo Tesouro Nacional. Como trabalhamos com maturidades fixas, a curva a termo de juros foi ajustada pelo modelo de Svensson (1994), obtendo assim as maturidades necessárias. Esse processo é o mesmo utilizado em Caldeira e Furlani (2013) e Vicente e Guillen (2013).

A estrutura a termo das taxas de juros reais também é obtida através do modelo de Svensson (1994), sendo a curva ajustada através das NTN-Bs, também conhecidos como os títulos de Tesouro IPCA. É um título igualmente emitido pelo Tesouro Nacional, sendo o principal e o cupom indexados ao IPCA- principal índice de preços ao consumidor do Brasil. Como foi mencionado anteriormente, a NTN-B não possui problemas de defasagem na indexação, sendo pago com base no nível corrente de IPCA, com defasagem de no máximo 15 dias.

Como é enunciado em Caldeira e Furlani (2013), utilizar dados obtidos por esse tipo de estimação, através de uma estrutura a termo de títulos zero cupom, permite evitar alguns problemas. Em primeiro lugar, permite-se o uso de uma série de tempo com maturidades fixas tanto para os juros reais quanto para BEIR. Para obter BEIRs zero cupom com maturidades fixas, subtraímos taxas reais zero cupom de taxas nominais zero cupom para a mesma maturidade. Em segundo lugar, permite que possíveis diferenças relacionadas às diferenças de *durations* dos títulos usados no cálculo da BEIR sejam evitadas. Essas distorções são devidas a estrutura dos fluxos de caixa dos títulos nominais e reais, que podem ser diferentes. A *duration* é a maturidade média ponderada pelo fluxo de caixa, sendo o peso de cada maturidade dado pelo valor presente do fluxo como uma proporção do valor presente total.

O modelo de Svensson (1994) sugere que a taxa de juros zero cupom para a maturidade τ , $y(\tau)$, é dada pela equação abaixo:

$$y(\tau) = \beta_1 + \beta_2 \left(\frac{1 - e^{\lambda_1 \tau}}{e^{\lambda_1 \tau}} \right) + \beta_3 \left(\frac{1 - e^{\lambda_1 \tau}}{e^{\lambda_1 \tau}} - e^{\lambda_1 \tau} \right) + \beta_4 \left(\frac{1 - e^{\lambda_2 \tau}}{e^{\lambda_2 \tau}} - e^{\lambda_2 \tau} \right) \quad (16)$$

Os parâmetros $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ e λ são estimados através da minimização da diferença entre os preços dos títulos implícitos na equação e dos títulos observados. Desta maneira são obtidas as curvas nominais e reais, e como resultado, as BEIRs de maturidades fixas através de sua diferença.

A inflação realizada é obtida através do IPCA (índice de preços ao consumidor amplo), os dados são da série mensal divulgada pelo IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

Tabela 1: Estatísticas Descritivas - BEIR e IPCA

Maturidade (Meses)	Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo	Assimetria	Curtose	Jarque-Bera	Observações	Correlação
i(3)	5,65%	1,88%	12,10%	1,65%	0,97	1,35	31,88	144	0,65
i(6)	5,62%	1,45%	9,92%	2,46%	0,68	0,50	12,00	141	0,73
i(9)	5,59%	1,26%	9,09%	3,06%	0,56	0,22	7,50	138	0,68
i(12)	5,58%	1,19%	9,25%	3,29%	0,61	0,56	10,37	135	0,63
i(24)	5,51%	1,05%	9,18%	3,46%	0,92	1,85	38,43	123	0,62
i(36)	5,49%	0,94%	8,90%	3,57%	0,99	2,43	55,46	111	0,50
i(48)	5,54%	0,90%	8,81%	3,81%	0,99	2,43	55,35	99	0,25
i(60)	5,58%	0,84%	8,72%	3,84%	0,83	2,23	43,22	87	0,13
IPCA	5,64%	2,75%	15,12%	0,12%	0,72	0,76	14,95	144	-

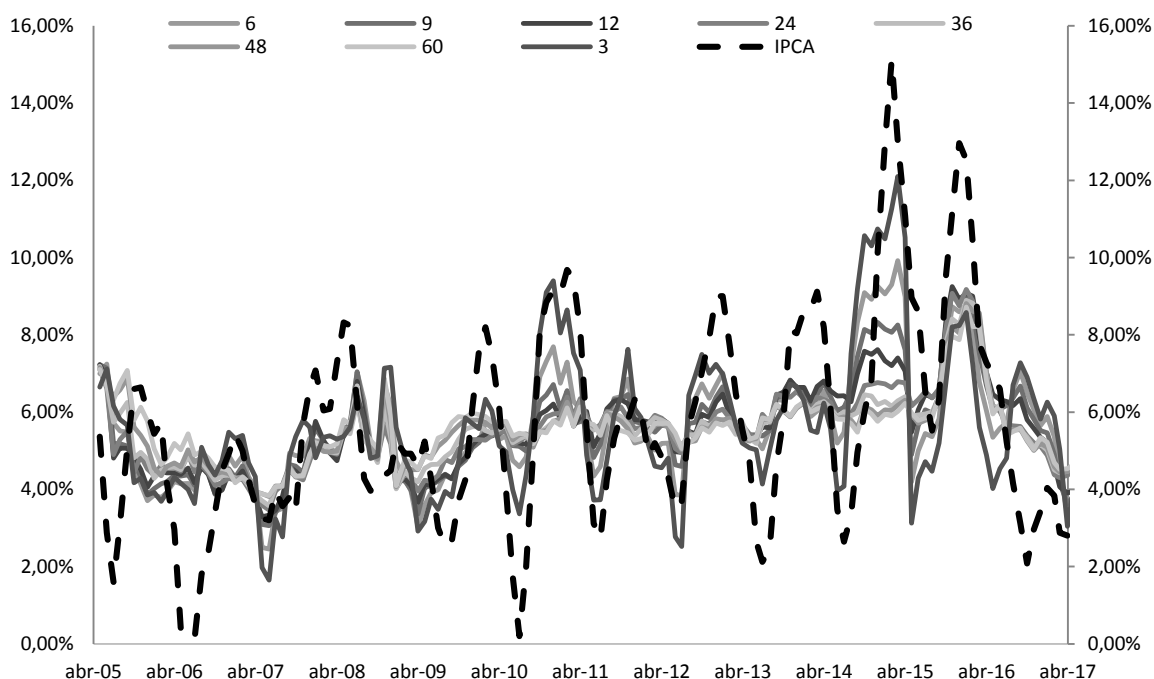
Fonte: Autor

A tabela 1 apresenta algumas estatísticas descritivas da inflação implícita para todas as maturidades e para o IPCA. A média do IPCA realizado para todos os horizontes é de 5,75%, e da BEIR para todas as maturidades é de 5,50%. O coeficiente de correlação é calculado entre a BEIR e o IPCA do seu respectivo horizonte, o que indica para as maturidades mais curtas um bom coeficiente de correlação, sendo positiva para todas as maturidades. Esse último dado descritivo é diferente do encontrado por Vicente e Guillen (2013) e Caldeira e Furlani (2013), onde os coeficientes de correlação para as maturidades acima de 24 meses eram negativos, o que gerava uma interpretação mais complexa do que a teoria sugere. Essa diferença entre resultados pode ser um efeito da maior base de dados disponível nesse trabalho.

A assimetria⁵ positiva indica uma distribuição com cauda longa à direita, sendo o caso para todas as maturidades e para o IPCA, o que pode ser esperado quando se trabalha com taxas de juros e inflação.

A curtose⁶ dos dados indica uma distribuição relativamente em cume, se comparada à distribuição normal. A estatística Jarque-Bera⁷ indica que os dados parecem não ser normalmente distribuídos. A figura 1, abaixo, exhibe a evolução da inflação implícita de cada maturidade, e do IPCA, de abril de 2005 até abril de 2017. As BEIRs representadas estão em meses, e o IPCA é a taxa variação anualizada para o horizonte de três meses.

Figura 3: Evolução BEIRs e IPCA



Fonte: BEIRs (ANBIMA), IPCA (IBGE)

É possível notar que a estrutura a termo da inflação implícita apresenta uma inclinação positiva para toda série em todos os horizontes. No entanto, ambas as séries não aparentam ter tendência.

⁵ Uma assimetria positiva indica uma distribuição com cauda longa à direita, negativa com cauda longa à esquerda, e zero indica uma distribuição simétrica.

⁶ A curtose caracteriza o achatamento da distribuição, indicando uma distribuição em cume ou plana se comparada à normal. A curtose positiva indica um cume, ou leptocúrtica, e negativa indica um plano, ou platicúrtica. A normal tem curtose zero.

⁷ A estatística Jarque-Bera tem como hipótese nula a normalidade da distribuição. Os testes foram rejeitados com 95% de confiança.

O tamanho da amostra é um fator importante nesse trabalho em comparação ao desenvolvido por Vicente e Guillen (2013) e Caldeira e Furlani (2013). Por exemplo, contamos com 144 observações para a maturidade de três meses, sendo que no trabalho anterior os autores contavam com 73 observações. Essa diferença pode gerar resultados mais robustos, principalmente para as séries com maturidades maiores, que tinham uma base de dados reduzida, e onde foram encontrados coeficientes negativos nos trabalhos dos autores.

6. Resultados

Em Vicente e Guillen (2013) foram utilizados três modelos para estimar a significância da BEIR sobre a inflação futura, um MQO (Método dos Mínimos Quadrados Ordinários), além de um método dos mínimos quadrados em dois estágios e um método dos momentos generalizados para introduzir variáveis instrumentais⁸ com intuito de controlar endogeneidade.

Tabela 2: Resultados do MQO para $h_t(\tau) = c_1^\tau i_t(\tau) + c_2^\tau + \varepsilon_{t+\tau}$

	Maturidades							
	i(3)	i(6)	i(9)	i(12)	i(24)	i(36)	i(48)	i(60)
C1 (BEIR)	0,94***	1,13***	1,01***	0,87***	1,00***	0,74***	0,32**	0,14
	(0,01)	(0,09)	(0,09)	(0,09)	(0,11)	(0,12)	(0,13)	(0,11)
C2 (Const.)	0,00	-0,01	0,00	0,01*	0,00	0,02***	0,04***	0,05***
	(0,09)	(0,01)	(0,01)	(0,01)	(0,01)	(0,01)	(0,01)	(0,01)
R-quadrado	0,42	0,53	0,46	0,39	0,39	0,25	0,06	0,02
C1= 1 C2= 0	0,83	0,33	0,70	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00

OBS: *** e ** denotam significância de 1% e 5%, respectivamente.

No entanto, segundo os autores não houve diferenças significativas nos três modelos, o que é um indicativo de robustez dos resultados. Desta maneira, no presente trabalho utilizamos apenas o MQO para estimar a equação do modelo. Na tabela 2, acima, além dos resultados para os coeficientes da regressão (valores em negrito são significativos), apresentamos o resultado do Teste-F⁹ para a hipótese de $c_1^\tau = 1$ e $c_2^\tau = 0$ para verificar se os coeficientes são não viesados, o R² (define

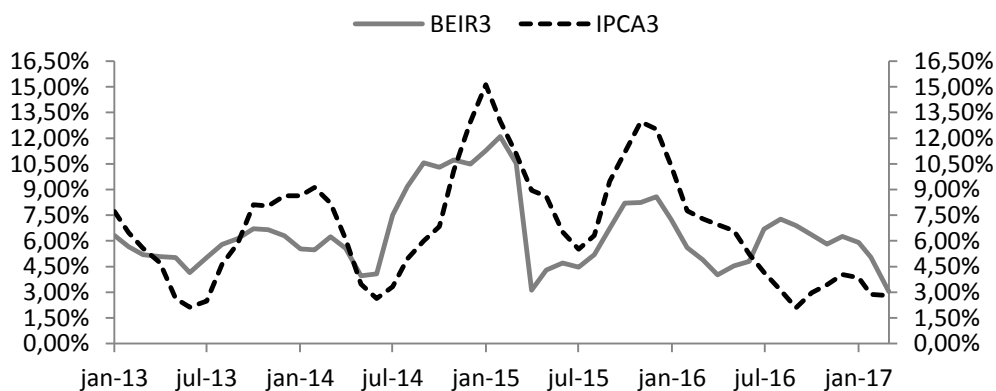
⁸ Vicente e Guillen (2013) utilizaram uma especificação instrumental de $i_{t-1}(\tau)$ para o método de dois estágios, e $i_{t-1}(\tau)$, $i_{t-2}(\tau)$ e $i_{t-3}(\tau)$ para o método de momentos generalizados.

⁹ A hipótese nula é a restrição imposta: $c_1^\tau = 1$ e $c_2^\tau = 0$

quanto da inflação realizada é explicada pela BEIR), e os desvios padrão dos coeficientes (entre parênteses na tabela 2).

Os resultados são animadores. A amostra maior disponível no presente trabalho obteve resultados interessantes sobre o poder de informação da BEIR para a inflação futura. Em linha com Vicente e Guillen (2013) e Caldeira e Furlani (2013), as maturidades de 3 e 6 meses se mostraram significativas com confiança de 99%, e além disso não rejeitaram a hipótese restritiva dos coeficientes, sendo consideradas não viesadas como estimadores da inflação futura. Isto é, não podemos rejeitar a versão sobre a BEIR da hipótese das expectativas¹⁰ para essas maturidades. Por si só, esses resultados cumprem o objetivo desse trabalho. A inflação implícita não pode ser rejeitada como fonte de informação sobre a inflação futura, mesmo em um período de ligeiro aumento da inflação e volatilidade dos mercados. Na figura 2, abaixo, são ilustradas as séries com horizontes de três meses do IPCA e da BEIR, durante esse período mais recente da economia brasileira.

Figura 4: Evolução BEIR e IPCA de 3 meses



Fonte: BEIRs (ANBIMA), IPCA (IBGE)

No entanto, indo além, para as maturidades de 9 e 12 meses, a BEIR também é um estimador significativo e não viesado, o que aumenta o horizonte de significância do poder de informação dessa variável. A maturidade de 9 meses não foi analisada por Vicente e Guillen (2013), no entanto, para 12 meses o resultado

¹⁰ A hipótese das expectativas, em sua versão moderna, define que o prêmio de risco é constante no tempo. Na sua primeira versão, considera a BEIR igual à expectativa de inflação esperada, sem o termo de risco.

encontrado pelos autores foi não significativo, sendo no presente trabalho considerada significativa e não viesada.

Para maturidades mais longas, os autores encontraram resultados mais complexos, em que os coeficientes, mesmo sendo significativos, eram negativos, e por isso indicavam uma relação contra-intuitiva entre a BEIR e a inflação realizada, que poderia ser explicada por um prêmio de risco variável no tempo. Como mencionamos anteriormente, em Caldeira e Furlani (2013) essa hipótese foi testada, no entanto, os resultados foram os mesmos.

Nesse trabalho, os resultados para maturidades mais longas demonstraram significância para as maturidades de 24, 36 e 48 meses. No entanto, não podemos considerar os coeficientes para essas maturidades estimadores não viesados pelo Teste-F. Entretanto, nenhum coeficiente para a BEIR foi negativo, o que está em linha com os resultados encontrados para os coeficientes de correlação. Apenas para a maturidade de 60 meses não foi encontrado significância para o coeficiente da BEIR.

Para as maturidades acima de 12 meses, onde os coeficientes se mostraram viesados, a questão do prêmio de risco ainda pode ser uma pergunta a ser respondida. Dessa maneira, avaliar um modelo que permite a variação dos coeficientes do prêmio de risco, como em Caldeira e Furlani (2013) e em linha com Grishchenko e Huang (2012), utilizando uma amostra de dados maior, como no presente trabalho, pode ser uma próxima etapa a ser realizada em um estudo futuro.

O R-quadrado demonstra o decaimento da parte da inflação realizada, que pode ser explicada pela inflação implícita, ao longo que aumentamos os horizontes de estudo. Isso pode representar um prêmio de risco significativo cobrado pelos investidores no Brasil, ao longo que aumentamos a maturidade dos títulos. Os resultados encontraram um valor para a constante que representa o prêmio de risco, que vai de -100 pontos base até 500 pontos base na maturidade mais longa, de 60 meses. Dessa maneira, identificamos um prêmio de risco que aumenta em relação ao tamanho da maturidade do título, em linha com os resultados de Gürkaynak, Sack e Wright (2010).

Os valores encontrados para a constante do prêmio de risco são elevados para as maturidades mais longas, o que pode representar a incerteza para horizontes mais longos e volatilidade relacionada ao nível de preços no Brasil. Nas maturidades de 36, 48 e 60 meses, a constante relacionada ao prêmio de risco se mostrou significativa com 99% de confiança. Seus valores foram estimados em 200, 400 e 500 pontos base, respectivamente. Ou seja, no Brasil, os investidores podem cobrar para títulos com maturidades acima de três anos, um prêmio elevado pelo risco inflacionário, relacionado com a incerteza sobre o nível de preços em horizontes longos. Na tabela 3, abaixo, são apresentadas as estatísticas descritivas dos resíduos para cada maturidade testada pelo modelo de regressão.

Tabela 3: Estatísticas Descritivas dos Resíduos

	Maturidades							
	i(3)	i(6)	i(9)	i(12)	i(24)	i(36)	i(48)	i(60)
Média dos Resíduos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Máximo	0,05	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01
Mínimo	-0,04	-0,04	-0,03	-0,03	-0,04	-0,03	-0,02	-0,01
Desvio Padrão	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Jarque-Bera*	0,80	0,37	0,83	0,49	0,07	0,10	0,66	0,22

*OBS: Os valores são o p-valor da hipótese nula de normalidade

E possível notar que os resíduos do modelo, que podem ser definidos como os desvios do prêmio de risco estimado pela equação (12) para cada horizonte, são em todos os horizontes próximos da média zero. O valor máximo alcançado está em aproximadamente 500 pontos base para a maturidade de três meses, e 200 e 300 pontos base para as demais maturidades. O valor mínimo é de aproximadamente 400 pontos base negativos. Interessante notar que a estatística Jarque-Bera demonstra que aparentemente os resíduos são normalmente distribuídos, o que é um fator positivo.

7. Conclusões

A proposta desse trabalho foi utilizar o mesmo “model free” de Vicente e Guillen (2013) para testar a relação entre a inflação implícita e a inflação realizada no Brasil, com o benefício de ter acesso a uma base de dados maior. Foi realizada uma regressão entre a inflação implícita e a inflação realizada, sendo a constante da equação associada ao prêmio de risco, e o coeficiente à BEIR. O período de análise foi estendido de 2005 até 2017, e testamos o poder de informação da BEIR em um intervalo de turbulência da economia brasileira, quando a inflação voltou a ser uma pauta em destaque.

Os resultados foram animadores. Foi encontrado que o coeficiente relacionado à inflação implícita é um estimador significativo e contém informações relevantes sobre a inflação realizada para as maturidades de 3, 6, 9, 12, 24, 36 e 48 meses. Além disso, a BEIR foi considerada um estimador não viesado para as maturidades de 3, 6, 9 e 12 meses. Para testar essa hipótese, conjuntamente, a constante relacionada ao prêmio de risco deveria ser igual a zero, e o coeficiente relacionado à BEIR seria igual à unidade. Para esses horizontes, não rejeitamos a hipótese das expectativas que considera o diferencial de juros como a expectativa de inflação pura.

Nesse sentido, foram ampliados os horizontes significativos da BEIR como fonte de informação em relação aos trabalhos anteriores em que a presente monografia foi baseada. Além do mais, todos os coeficientes obtidos foram positivos, em linha com o esperado para a correlação entre inflação implícita e inflação realizada. Nos trabalhos anteriores, em Vicente e Guillen (2013) e Caldeira e Furlani (2013) foram encontrados coeficientes negativos, o que gera uma interpretação mais complexa dos componentes da inflação implícita.

Referências

- ANG, A., BEKAERT, G. & WEI, M.. The term structure of real rates and expected inflation. **NBER Working Paper Series**, Cambridge, n.12930, 2007a.
- ANG, A., BEKAERT, G. & WEI, M.. Do macro variables, asset markets, or surveys forecast inflation better?. **Journal of Monetary Economics**, v. 54 n.4, p. 1163–1212, 2007b.
- BERNANKE, B. S.. **What policymakers can learn from asset prices**. Observações de Ben S. Bernanke antes do The Investment Analysts Society of Chicago. The Federal Reserve Board. Chicago, Illinois, abril 2004. Disponível em: <http://www.federalreserve.gov/boarddocs/speeches/2004/20040415/default.htm>. Acesso: 08/07/2017
- CALDEIRA, João F; FURLANI, Luiz G. C.. Inflação Implícita e o Prêmio pelo Risco: Uma Alternativa aos Modelos VAR na Previsão para o IPCA. **Estudos Economicos**, São Paulo, v. 43, n.4, p. 627-645, out.-dez. 2013.
- CERISOLA, M.; GELOS, G. What drives inflation expectations in Brazil? An empirical analysis. **Applied Economics**, v. 41, n.10, pag. 1215–1227, 2005.
- CHERNOV, M.; MUELLER, P.. The term structure of inflation expectations. **Journal of Financial Economics**, n. 106, pag. 367-394, 2012.
- D'AMICO, S.; KIM, D. H. & WEI, M. (2010, April). TIPS from TIPS: the informational content of treasury inflation protected security prices. (**Finance and Economics Discussion Series** No 2010-19). Washington, D.C.: Federal Reserve Board. Disponível em: <http://www.federalreserve.gov/pubs/feds/2010/201019/201019pap.pdf>. Acesso em: 27 set. 2016.
- FISHER, I. **The theory of interest**. New York: The Macmillan Co. 1930.
- GRISHCHENKO, Olesya V.; HUANG, Jing-Zhi. The Inflation Risk Premium: Evidence from the TIPS Market. **The Journal of Fixed Income**, v. 22, n.4, pag. 5-30, set. 2012.
- GÜLER, M. H., et al. An empirical decomposition of the liquidity premium in breakeven inflation rates. **The Quarterly Review of Economics and Finance**, 2016.
- GURKAYNAK, R. S.; SACK, B.; WRIGHT, J. H.. The TIPS yield curve and inflation compensation. **American Economic Journal: Macroeconomics**, V. 2, n. 1, pag. 70–92, 2010.
- HU, X.; PAN, J.; WANG, J.. Noise as information for illiquidity. **NBER Working Paper Series**, Cambridge, n. 16468, 2010.
- NELSON, C.; SIEGEL, A.. Parsimonious Modeling of Yield Curves. **The Journal of Business**, Chicago, V. 60, n. 4, pag. 473-479, 1987.
- PFLUEGER, C. E., & VICEIRA, L. M.. Return predictability in the treasury market: Real rates, inflation, and liquidity. **Harvard Business School**. Set. 2013.
- SÖDERLING, Paul. Inflation risk premia and survey evidence on macroeconomic uncertainty. **International Journal of Central Banking**. V. 7, n.2, pag. 113-133, 2011.

SVENSSON, L. Monetary policy with flexible exchange rates and forward interest rates as indicators. Seminário Paper N. 559. Stockholm: **Institute for International Economic Studies**–University of Stockholm. 1993. Disponível em: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:342780/FULLTEXT01.pdf>

VICENTE, José Valentim Machado; GRAMINHO, Flávia Mourão. Decompondo a Inflação Implícita. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro , v. 69, n. 2, p. 263-284, Junho 2015 .

VICENTE, José Valentim Machado; GUILLEN, Osmani Teixeira de Carvalho. Do inflation-linked bonds contain information about future inflation?. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro , v. 67, n. 2, p. 249-258, Junho 2013.