

Inflação e Choque de Expectativas¹ (10/03/22)

Resumo: *O objetivo deste estudo é testar econométricamente, como uma taxa de inflação corrente mais alta (ou mais baixa) se propaga ao longo da Estrutura Temporal da Taxa de Juros (ETTJ) na economia brasileira. A análise se concentrará em utilizar um modelo de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) para cada vértice da ETTJ como variável independente e o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), como variável explicativa. Adicionalmente, testaremos se há alguma relação econométrica entre indicadores estimados da curva de inflação implícita (nível, inclinação e curvatura) com a inflação corrente. Os resultados sugerem que existe um alto repasse do IPCA para a inflação implícita da ETTJ. E como previamente era esperado, os vértices curtos (de 1 a 3 anos) são os mais influenciáveis. Além disso, dentre os coeficientes de nível, inclinação e curvatura da inflação implícita, para a variável IPCA corrente, somente o fator nível é estatisticamente significativo.*

Introdução

O Regime Clássico de Inflation Targeting

Os ciclos econômicos e como consequência a dinâmica da política monetária, em geral são ditados pela variação positiva ou negativa dos preços da economia, que são capturados pela cesta média do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA²) no Brasil, indicador oficial de inflação para a condução da política monetária. No Brasil, o sistema de Meta de Inflação (em inglês *Inflation Targeting*, IT) foi implantado em meados de 1999, após a adoção do sistema de câmbio flutuante no mesmo ano, além de ter vencido o processo inflacionário em 1994 com o Plano Real e ter adotado também regras fiscais mais rígidas com a Lei de Responsabilidade Fiscal em meados de 2000 (BCB, 2000).

¹Análise & Gestão.

²O IPCA abrange a cesta média de consumo de famílias com rendimentos de 1 a 40 salários mínimos, qualquer que seja a fonte e que sejam residentes nas áreas urbanas do Brasil. Atualmente a composição oficial do IPCA é da seguinte forma: *transportes* (22%), *alimentação e bebidas* (21%), *habitação* (16%), *saúde e cuidados pessoais* (12%), *despesas pessoais* (10%), *educação* (6%), *comunicação* (5%), *vestuário* (4%) e *artigos de residência* (4%).

Adicionalmente, no início de 2021 foi aprovado o Projeto de Lei Complementar nº 19, de 2019, que concede autonomia operacional ao Banco Central do Brasil (BCB) e, também, ampliou seu mandato formal, incluindo também no escopo dos objetivos a atividade econômica. O texto diz que além do sistema de IT, o BCB deve “suavizar as flutuações do nível de atividade e fomentar o pleno-emprego” (BORGES, 2021). A princípio não observamos medidas monetárias concreta nos modelos divulgados pelo BCB ao longo dos últimos meses que evidenciam que o componente de atividade econômica se tornou mais significativo na tomada de decisão por parte do Comitê de Política Monetária (Copom) do BCB.

Houve uma evolução significativa³ da teoria econômica no período entre as décadas de 1970 e 1990. O sistema de IT foi amplamente adotado nas economias avançadas e posteriormente em economias emergentes ao longo da década de 1990, após conviverem um alto processo inflacionário nas duas décadas anteriores. Nesse processo de amadurecimento do sistema de IT ao redor do mundo, eliminou-se a discricionariedade⁴ da política monetária para a adoção de metas explícitas de preços. No caso dos Estados Unidos, durante a presidência de Alan Greenspan no Federal Reserve (Fed) que durou de 1987 a 2006 estabeleceu-se uma meta de inflação para o Personal Consumption Expenditures Price Index (PCE) que aumentou a credibilidade da autoridade monetária. Estabeleceu-se também que o instrumento de política monetária para cumprir a meta de inflação deveria ser a taxa de juros do mercado interbancário, diferente da postulação anterior de controle sobre os agregados monetários⁵. Na sequência do Fed, outros bancos centrais começaram a adotar formalmente o regime de IT, como por exemplo na Nova Zelândia (1990), Canadá (1991), Suécia e Reino Unido (1992). Economias emergentes, como o caso brasileiro, também começaram a aperfeiçoar o arcabouço monetário. Na década de 1990, além do Brasil, o regime de IT foi adotado na Coreia do Sul, Chile, Brasil, México, Colômbia, dentre outros (LICHA, 2015).

Essa evolução do sistema de IT com a adoção de metas de variação de preços trouxe como benefício um aumento da credibilidade da autoridade monetária junto aos agentes econômicos. Uma das postulações macroeconômicas formadas na década de 1990 e que posteriormente foram incorporadas nos modelos dos bancos centrais mostrou que a autoridade monetária deveria cumprir as metas de inflação manipulando a taxa de juros das operações de empréstimos

³A partir do final dos anos de 1980, alguns economistas acadêmicos começaram a sintetizar as principais contribuições teóricas de diferentes escolas de pensamento que aparentemente eram aceitas no campo do pensamento macroeconômico moderno. Ao longo do tempo, essas ideias começaram a criar uma linha de pensamento dentro da teoria macroeconômica. Essa corrente começou a ser designada de Nova Síntese Neoclássica e mais recentemente denominada de Novo Consenso Macroeconômico.

⁴Kydland e Prescott (1977) apud Clinton e Freedman (2015) encontraram evidências de que a discricionariedade, ou seja, a não adoção de regras claras de política monetária, produz um viés inflacionário na economia.

⁵Em outras palavras, regular a emissão de moeda.

de curto prazo no mercado bancário das economias. Em outras palavras, estipular o nível de juros que servirá de base para o custo dos empréstimos de toda as transações da economia. Essa regra de política monetária ficou conhecida como “Regra de Taylor”, após um trabalho seminal de John Brian Taylor, atualmente professor de Stanford.

Essa regra dos bancos centrais foi descrita originalmente em que a diferença taxa de juro real r e a taxa de juro real neutra r^e é dado pela seguinte dinâmica:

$$r - r^e = \alpha_\pi(\pi - \pi^e) + \alpha_y(Y - Y^e) \quad (1)$$

Onde π é a taxa de inflação corrente, π^e é a meta de inflação, Y é o crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) e Y^e é o crescimento potencial do PIB⁶. Os coeficientes α_π e α_y em geral é entendido como o peso que o formulador de política monetária atribui para a variável inflação e crescimento, respectivamente, na tomada de decisão.

Ou seja, a distância entre a taxa real de juros corrente praticada pelo formulador de política monetária para a taxa real de juros neutra⁷ da economia precisa levar em conta a distância da inflação para a meta e o crescimento efetivo da economia para a taxa potencial. Por exemplo, se a inflação está se distanciando da meta e a economia está crescendo acima do potencial, o formulador de política monetária deve praticar uma taxa real de juros acima da taxa neutra. Chamamos isso de política monetária restricionista. O cenário oposto, também é válido. Se a inflação está caindo e a economia crescendo abaixo do potencial, é necessário redução do juro real para abaixo do patamar neutro. Chamamos isso de política monetária expansionista (TAYLOR, 1993).

Assim, entender a taxa de variação de preços é fundamental para entender a política monetária. Porém, mais importante do que conhecer a dinâmica agregada da inflação ao consumidor é compreender os vetores de preços ao longo do ciclo econômico. No caso da economia brasileira, para um melhor entendimento do IPCA desagregamos esse índice em 5 categorias⁸ de preços: (i) preços administrados, de (ii) alimentos, (iii) bens industriais duráveis, (iv) bens industriais semi/não duráveis e preços de (v) serviços. O peso relativo de cada uma dessas categorias é respectivamente de 30%, 21%, 11%, 11% e 27%. Em geral, preços

⁶O crescimento potencial do PIB de uma economia não é observável, é necessário métodos econométricos para estimá-lo.

⁷A taxa de juro real neutra também não é uma variável observável.

⁸O grupamento de administrados tem como os três principais componentes em termos de peso relativo no índice: (i) gasolina, (ii) energia elétrica e (iii) planos de saúde. Em alimentos são: (i) refeição/lanche fora de casa, (ii) pão francês e (iii) frango. Em bens duráveis: (i) automóveis novos/usados, (ii) aparelho telefônico e (iii) televisor. Em bens semi/não duráveis: (i) camisa, (ii) tênis e (iii) calças. Por fim, nos serviços são: (i) aluguel residencial, (ii) condomínio e (iii) serviço bancário.

administrados e de alimentos não tem relação primária⁹ com a política monetária. Ou seja, independente dos processos de expansão ou contração monetária, estas duas categorias têm dinâmicas exógenas e com um peso importante no IPCA, como mencionado acima de em torno de 51%. Em resumo, o Banco Central do Brasil diretamente coordena 49% de todos os preços da economia.

Existem evidências acadêmicas evidências de que no período de setembro de 1999 à setembro de 2002, o BCB respondeu a choques de preços administrados com a mesma magnitude de choques de preços livres¹⁰. E que nesse período a taxa Selic média anual foi de 18,0%, contra uma Selic estimada de 13,7%¹¹ caso os preços administrados acompanhasse a mesma magnitude inflacionária dos preços livres. De alguma forma isso demonstra que independente de qual tipo de choque inflacionário, o BCB responde de uma magnitude semelhante (FIGUEIREDO & FERREIRA, 2002).

Em geral, economias avançadas com uma estrutura produtiva mais desenvolvidas, o setor de serviços tem um peso relevante na cesta de consumo das famílias¹² e como consequência, um peso relativo maior nos índices inflacionários. Já em economias emergentes, encontra-se um peso relevante na cesta de consumo das famílias que advém da dinâmica cambial do país e dos preços de *commodities*, cotadas no mercado global. Ou seja, dada a volatilidade relativa dos preços de serviços e de *commodities*, espera-se que ao longo do tempo, a variação de preços nos mercados emergentes seja maior do que em economias avançadas. Como exemplo, na última década encerrada em 2021, a volatilidade anualizada da inflação ao consumidor nos Estados Unidos e na Área do Euro foi de 0,5% e 0,3%, respectivamente. No Brasil e no México, as estatísticas foram de 1,3% e 1,1%, respectivamente, segundo dados dos bancos centrais de cada país.

O Regime de Inflation-Forecast Targeting

Nos últimos anos, a literatura macroeconômica de condução de política monetária evoluiu para um aperfeiçoamento do sistema de IT tradicional, para o modelo de Meta de Expectativas de Inflação (em inglês *Inflation-Forecast Targeting*, IFT). Segundo a análise de Svensson (1997) apud Clinton & Freedman (2015), o IFT baseia-se no princípio de que, dado um objetivo de longo prazo para a taxa de inflação (a meta explícita de inflação), a própria previsão de inflação do *policymaker* é uma estimativa intermediária ótima, o que permitiria ao *policymaker* conduzir a política monetária com o trade-off desejado entre os

⁹Por outro lado, existe choques secundários que impactam os preços da economia. Porém, não são variáveis observáveis.

¹⁰Bens industriais duráveis, semi/não duráveis e preços de serviços.

¹¹Estimativas via Regra de Taylor.

¹²Nos Estados Unidos a composição atual do índice de preços ao consumidor é a seguinte: (i) preços de alimentos, 13%; (ii) energia, 7%; (iii) bens industriais, 22%; e serviços, 58% (BLS, 2022).

desvios da inflação em relação à meta e os desvios do produto em relação ao potencial.

A razão pela qual a expectativa de inflação é uma meta intermediária ótima é devido ela incorporaria todas as informações relevantes disponíveis para o *policy maker*, incluindo o conhecimento das preferências dos formuladores de políticas com relação ao trade-off entre os desvios da inflação da meta e do produto em relação ao potencial (ou seja, o α_π e α_y da equação 1) e a visão do banco sobre o mecanismo de transmissão da política monetária. Um aspecto fundamental do IFT é que a taxa básica de juros é uma variável endógena, ou seja, ela varia para eliminar quaisquer desvios entre a expectativa de inflação e sua meta previamente estipulada.

Porém, para colocar o sistema de IFT em prática exige credibilidade *policy maker*, ou seja, quanto melhor as expectativas dos agentes de mercado se alinham com as metas da política monetária, menores são os custos para atingi-las. Isso envolve comunicações transparentes. Segundo análises de Barboza & Borges (2019),

(...) avançar na agenda de transparência traz uma série de benefícios: (i) aumenta o entendimento sobre as ações do Banco Central e a sua credibilidade; (ii) eleva a efetividade da política; (iii) aumenta a disciplina do policymaker, uma vez que movimentos sem fundamento elevam os custos reputacionais; (iv) aumenta a previsibilidade das ações do Banco Central, evitando eventos desestabilizadores no mercado financeiro; (v) ajuda na sustentação de Bancos Centrais independentes; (vi) previne possíveis déficits democráticos de banqueiros centrais que têm preferências diferentes da sociedade; e (vii) facilita a prestação de contas para a sociedade (...).

Além do fato mencionado acima, é válido mencionar também que na política monetária convencional que os canais de transmissão da política monetária operam defasadamente sobre a economia, ou seja, a transmissão não ocorre imediatamente para os preços. Há um consenso significativo na literatura econômica sobre esse fato. A política monetária afeta os preços em diferentes canais de transmissão. Os mais comuns são os canais de (i) atividade econômica, (ii) taxa de câmbio, (iii) mercado de crédito, (iv) mercado de ativos em geral e expectativas. Cada canal tem um tempo de processamento e de variadas intensidades. O canal de atividade econômica é o principal e o que opera com mais defasagem, as variações nas taxas de juros afetam especialmente a demanda agregada¹³ da economia. Estimativas mostram que essa defasagem é de em torno de 2 a 3 trimestres subsequentes a manipulação nos juros. O canal cambial tende a operar com menos defasagem. Variações na taxa de

¹³O principal componente do lado da demanda da economia, com um peso relativo de aproximadamente 60%.

juros doméstica afetam o rendimento de títulos denominados em moeda local em relação a títulos externos, gerando movimentos cambiais para equalizar o rendimento relativo. Com menos defasagem do que o canal de atividade econômica, o canal de crédito afeta a oferta dos bancos em ceder empréstimos para os agentes econômicos e a demanda por crédito dos agentes econômicos. Essa defasagem é em torno de 1 a 2 trimestres. Por fim, o canal de expectativas é instantâneo. O mercado geralmente reprecifica os preços de mercado no mesmo período de manipulação da taxa de juros pelo *policymaker* (BCB, 2007).

Ou seja, baseado no sistema de IFT, o *policymaker* manipula os juros de acordo com as expectativas de inflação, em substituição à inflação corrente. Assim, a Regra de Taylor alterada para expectativas de inflação é que a diferença taxa de juro real r e a taxa de juro real neutra r^e é dado pela seguinte dinâmica:

$$r - r^e = \alpha_\pi(\pi^p - \pi^e) + \alpha_y(Y - Y^e) \quad (2)$$

Onde π^p é a expectativa de inflação, π^e é a meta de inflação, Y é o crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) e Y^e é o crescimento potencial do PIB.

Com essa base macroeconômica em perspectiva, além dessa introdução sobre os modelos de condução de política monetária, o texto está estruturado em dois tópicos no desenvolvimento onde estimaremos o (i) repasse de inflação corrente para a Estrutura a Termo da Taxa de Juros¹⁴ (ETTJ) na economia brasileira e (ii) a significância econométrica dos indicadores extraídos das expectativas de inflação da ETTJ.

Desenvolvimento

Estimativa de Repasse de Inflação na ETTJ

Com a explanação feita acima e com base no sistema de IFT é evidente o peso que as expectativas de inflação de mercado têm para influenciar a condução da política monetária. No desenvolvimento faremos alguns testes econométricos a fim de entender a dinâmica das expectativas de inflação.

Existem diversas fontes de expectativas de inflação dos agentes econômicos, pesquisas feitas com consumidores e/ou com empresários dos mercados e pesquisas com agentes do mercado de capitais, como o caso do Boletim Focus¹⁵ do BCB. Porém existe uma expectativa de inflação que está embutida na ETTJ brasileira, esse indicador chamamos de inflação implícita. A inflação implícita¹⁶

¹⁴A ETTJ consiste na precificação futura de mercado para títulos públicos de juros nominais e juros reais de diversos vencimentos.

¹⁵Coleta semanal de expectativas de mercado para variáveis como crescimento econômico, inflação, juros, taxa de câmbio, variáveis fiscais e do setor externo.

¹⁶Também conhecida como *breakeven inflation rate*.

da ETTJ é a diferença entre as taxas de juros nominais e taxas de juros reais soberanas emitidas pelo Tesouro Nacional (TN).

Essa premissa é dada pela equação de Fisher, onde a inflação implícita no vencimento p no período t , π_t^p , é dado por:

$$\pi_t^p = \frac{1 + i_t^p}{1 + r_t^p} - 1 \quad (3)$$

Onde i_t^p é a taxa nominal de juros no vencimento p no período t e r_t^p é a taxa real de juros no vencimento p no período t . Por conta de diversificação do vencimento da Dívida Mobiliária Federal (DMF) emitida pelo TN, os vencimentos dos títulos que pagam juros nominais (LTN's, NTN-F's) e dos que pagam juros reais (NTN-B's, NTN-C's) não coincidem. Além dessa diferença de vencimentos dos títulos, existem diferenças no fluxo de pagamentos, onde existem títulos quem pagam cupons recorrentes (NTN-F's, NTN-B's, NTN-C's) ou que pagam somente o principal no vencimento (LTN's). Por conta dessas diferenças são necessários alguns exercícios de interpolações lineares para ter vencimentos comparáveis e extrair corretamente a inflação implícita da ETTJ.

Extraíndo a inflação implícita da ETTJ é válido relacionarmos a taxa à própria meta de inflação do BCB. O gráfico abaixo apresenta o histórico da diferença entre a taxa de inflação implícita e a meta de inflação do BCB para o vértice de 1, 2, 3 e 5 anos. Chamamos essa estatística de *hiato de expectativas inflacionárias*. Quanto mais positivo (negativo) o hiato, menor (maior) é a confiança do mercado no cumprimento das metas de inflação do BCB, ou seja, o mercado espera inflação acima (abaixo) da meta. Observamos recentemente um avanço significativo do hiato de todos os vértices mencionados, comparável somente com a conjuntura vista em 2015. No fim de fevereiro de 2022 o hiato de expectativas inflacionárias para o vértice de 1, 2, 3 e 5 anos está em torno de 2,3 p.p., 2,7 p.p., 2,5 p.p. e 2,4 p.p., respectivamente. A média histórica (e o desvio padrão) do hiato é de 0,7 p.p. (1,3 p.p.), 0,9 p.p. (1,1 p.p.), 1,0 p.p. (1,0 p.p.) e 1,0 p.p. (0,9 p.p.).

O primeiro exercício a ser feito sobre a inflação implícita será modelarmos a estimativa de repasse de inflação anual corrente, medida pelo IBGE, para os vértices de 1 a 15 anos da inflação implícita da ETTJ. Em suma, queremos responder quanto da inflação corrente da economia impacta a inflação futura esperada pelo mercado. Para essa análise utilizaremos uma equação de regressão linear exposta abaixo:

$$\pi_{n,t-1}^E = \beta_0 + \beta_1(\pi_t) + \epsilon_t \quad (4)$$

Onde o $\pi_{n,t-1}^E$ é a inflação implícita do mercado brasileiro no vértice n e no período $t - 1$, o β_0 é o intercepto da regressão, $\beta_1(\pi_t)$ é a multiplicação do coeficiente estimado e a inflação anual no período t e o ϵ_t é o resíduo da regressão.

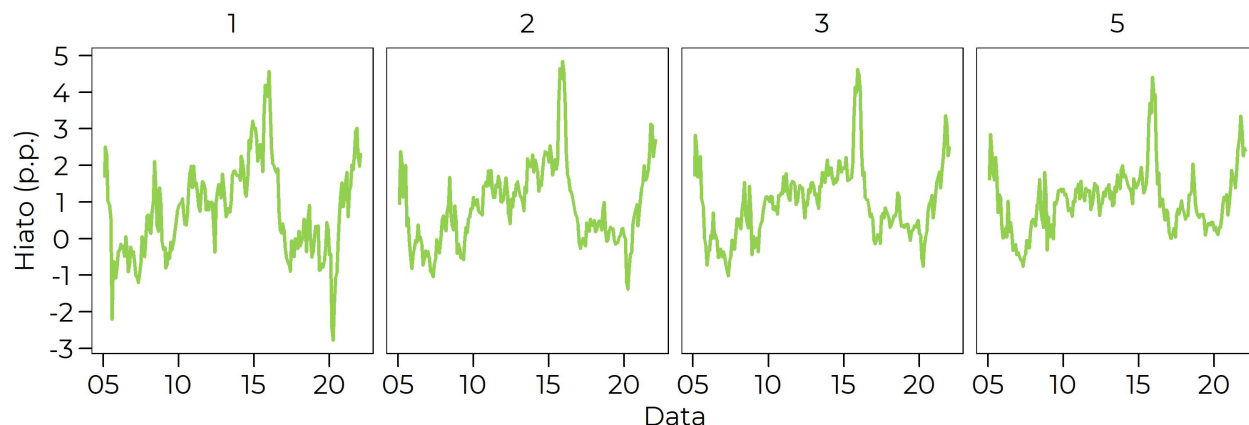


Figura 1: Hiato de Expectativas Inflacionárias

A principal informação nessa equação é o β_1 . É esse coeficiente que irá medir qual é o repasse inflacionário para as expectativas de mercado. Essa equação é feita para os vértices de 1 a 15 anos da inflação implícita. Esperamos previamente que esse coeficiente de repasse será maior para os vértices mais curtos da curva de inflação implícita.

Para uma melhor visualização, a tabela 1 abaixo mostra os resultados da regressão linear para os vértices de 1, 3, 5, 10 e 15 anos. O IPCA anual é estatisticamente significativo para explicar a inflação implícita de todos os vértices analisados.

Tabela 1: Modelo Econométrico de Repasse de IPCA para a Inflação Implícita (%)

	<i>Dependent variable:</i>				
	1 Ano (1)	3 Anos (2)	5 Anos (3)	10 Anos (4)	15 Anos (5)
IPCA	0.49*** (0.09)	0.25*** (0.07)	0.20*** (0.07)	0.20*** (0.07)	0.22*** (0.08)
Constant	−0.01 (0.04)	−0.01 (0.03)	−0.01 (0.03)	−0.003 (0.03)	−0.003 (0.03)
Observations	202	202	202	202	202
R ²	0.13	0.07	0.04	0.04	0.04
Adjusted R ²	0.12	0.06	0.03	0.03	0.03
Residual Std. Error (df = 200)	0.52	0.37	0.40	0.42	0.44
F Statistic (df = 1; 200)	29.40***	14.30***	8.14***	7.69***	8.03***

Note:

*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

Na figura 2 abaixo, sintetizamos o coeficiente estimado de repasse de inflação

para cada vértice da ETTJ com seu erro padrão estimado pelo modelo. Notamos que conforme previamente esperado, o repasse de inflação é alto nos vértices curtos e quanto maior o vértice, menor é esse repasse. Isso confirma a teoria que os vértices mais curtos da curva de inflação implícita (em especial os de 1 ano a 3 anos) são os mais influenciáveis pela inflação corrente.

Os resultados sugerem que em média, a inflação corrente repassa 49% da sua variação para o vértice de 1 ano da inflação implícita. Esse repasse cai para 31% no vértice de 2 anos e 25% para o vértice de 3 anos. A partir disso o repasse para o vértice de 4 anos até o de 15 anos gira em torno de 20% em média.

Em termos práticos, os resultados sugerem a seguinte situação. Atualmente o IPCA anual encerrado em janeiro de 2022 está em 10,4%. Se estimarmos que o IPCA anual para o final de 2022, por exemplo, ser de 6%, isso significa que a variação do IPCA será de -4,4 pontos percentuais, hipoteticamente. Nesse sentido, para o vértice de 1 ano, conforme estimado o repasse de 49%, poderíamos ver a inflação implícita de 1 ano caindo do patamar atual de 5,6% para 3,4% ($0,49 * (-4,4) + 5,6$).

Atualmente a inflação implícita no vértice de 2, 3, 4 e 5 anos é de 5,7%, 5,5%, 5,4% e 5,4%, respectivamente. Seguindo a mesma lógica anterior, caso a desinflação aconteça, o resultado estimado para a inflação implícita será de 4,3%, 4,4%, 4,4% e 4,5%. Nesse cenário o fechamento das taxas de inflação implícita, medido em pontos-base, nos vértices de 1, 2, 3, 4 e 5 anos serão de -216, -136, -110, -97 e -88.

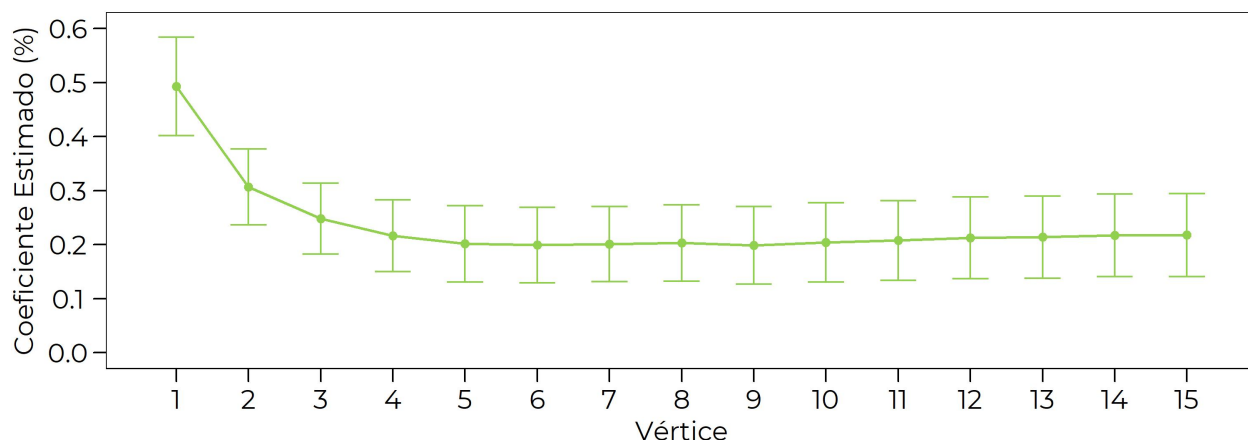


Figura 2: Coeficiente Estimado de Repasse de Inflação nos Vértices da ETTJ

É válido mencionar que esse exercício se limitou a explicar a inflação implícita da ETTJ somente com a inflação corrente. Existem outras variáveis que podem ser relevantes e que não estão explícitas. Vicente & Graminho (2015) postulam que a inflação implícita do mercado brasileiro pode ser decomposta sob as seguintes variáveis: (i) expectativa de inflação (onde nos concentramos), (ii) prêmio de risco da inflação, (iii) prêmio de risco de liquidez e (iv) viés de convexidade. O principal componente segundo as estimativas dos autores é a expectativa de inflação.

Significância Econométrica dos Indicadores da ETTJ

A segunda análise a ser feita para a inflação implícita é entender quais são os movimentos não lineares da curva de inflação implícita após choques inflacionários medidos pelo IPCA anual. Para isso, primeiramente é necessário decompor os movimentos da curva de inflação implícita. A literatura de mercado mostra que os movimentos da ETTJ podem ser sintetizados em movimentos¹⁷ de (i) nível, (ii) inclinação e (iii) curvatura. Uma mudança de nível da curva de inflação implícita é uma variação paralela em todos os vértices da ETTJ, ou seja, vértices de 1, 5 ou 15 anos se elevam ou se reduzem na mesma intensidade, sem distinção de vencimento. Já mudanças de inclinação, equivale a mudança do valor dos spreads dos vértices curtos da curva de inflação implícita para os vértices mais longos. Por exemplo, uma elevação de x pontos percentuais do vértice de 1 ano, mas o vértice de 15 anos se elevou $x + 7$ pontos percentuais. Isso equivale a uma elevação da inclinação da curva, ou seja, uma mudança não paralela no nível de inflação implícita. Por fim as mudanças de curvatura são vistas na parcela intermediária da curva (em torno dos vértices de 2 à 5 anos). Por exemplo, suponhamos que o mercado comece a esperar uma redução significativa da taxa de crescimento de uma determinada economia, e, como vimos na equação 1 e 2, há uma possibilidade de uma queda na taxa de inflação para os próximos trimestres. Isso fará com que o mercado reduza as expectativas de inflação, não para o curto prazo e nem para o longo prazo, mas para a parcela intermediária dos vértices da ETTJ. Isso criará uma forma convexa nestes determinados vértices (KOPPRASCH & MANN, 2022). Abaixo há uma tentativa de demonstrar graficamente essas variações na ETTJ.

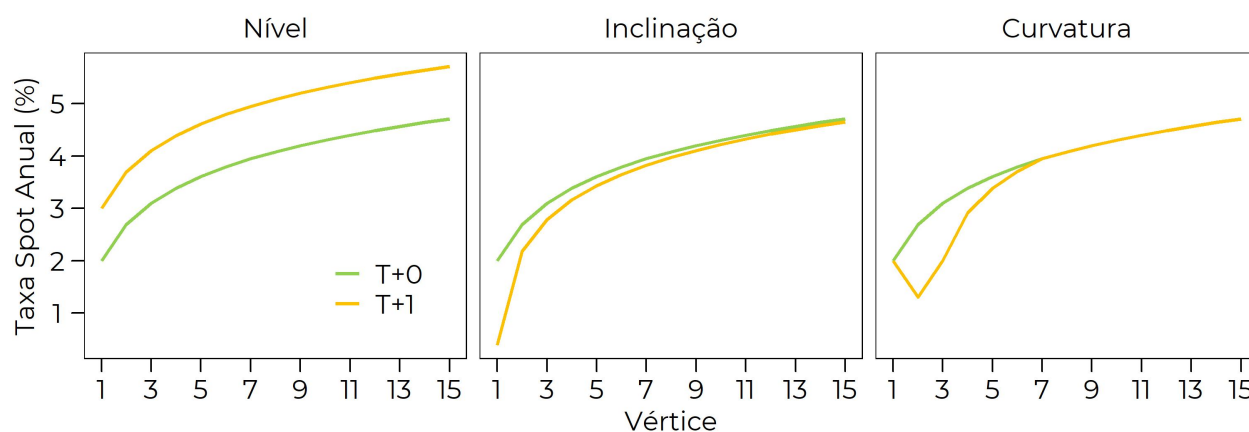


Figura 3: Movimentos Lineares e Não-Lineares da ETTJ

A seguir, precisamos de um modelo para extrair os componentes de nível, inclinação e curvatura da inflação implícita. Nesse sentido, utilizaremos o modelo

¹⁷Os movimentos de nível, inclinação e curvatura ao longo do tempo foram responsáveis por aproximadamente 82%, 12% e 6%, respectivamente, das mudanças na curva de juros do Tesouro dos EUA (KOPPRASCH & MANN, 2022).

proposto por Nelson & Siegel (1987) descrito na equação 5 abaixo, onde o cálculo dos indicadores de nível, inclinação e curvatura da inflação implícita da ETTJ é feita da forma explicitada abaixo, onde o valor esperado da inflação implícita da ETTJ ($E[\pi_t^E]$) no vértice τ e no período t é dado por:

$$E[\pi_t^\tau] = \beta_1 + \beta_2 \left(\frac{1 - e^{-\lambda\tau_t}}{\lambda\tau_t} \right) + \beta_3 \left(\frac{1 - e^{-\lambda\tau_t}}{\lambda\tau_t} - e^{-\lambda\tau_t} \right) + v(\tau_t) \quad (5)$$

Onde:

- β_1 = intercepto da regressão linear, será tratado como o coeficiente de nível da curva de inflação implícita;
- β_2 = coeficiente estimado para a inclinação da curva de inflação implícita;
- β_3 = coeficiente estimado para a curvatura da curva de inflação implícita;
- e = número de Euler ($1 + \frac{1}{\infty} \approx 2,72$);
- τ = vértice da curva de inflação implícita, no modelo de 1 a 15 anos;
- λ = coeficiente de decaimento exponencial¹⁸ da curva de inflação implícita;
- v = resíduo da regressão.

Os fatores $\left(\frac{1 - e^{-\lambda\tau_t}}{\lambda\tau_t} \right)$ que multiplica o β_2 e $\left(\frac{1 - e^{-\lambda\tau_t}}{\lambda\tau_t} - e^{-\lambda\tau_t} \right)$ que multiplica o β_3 são dados, ou seja, não é necessária modelagem. Desses dois fatores, temos os valores dos 3 componentes, que é τ que assume valores de 1 a 15, λ é 0,8 e e é aproximadamente 2,72. Os valores assumidos desses fatores dois fatores nos vértices da inflação implícita estão expostos na figura 4 a seguir.

Notamos que o fator que multiplica o coeficiente estimado do nível é sempre 1 para todos os vértices da curva de inflação implícita. O fator que multiplica o coeficiente de inclinação começa elevado e com o aumento dos vértices, torna-se menor. Isso é devido ao fato que o crescimento marginal da curva de inflação implícita se reduz ao passo que se aumenta o vértice. Por fim o fator que multiplica o coeficiente de inclinação tem seu valor máximo no ponto de 2 anos, que é o horizonte relevante para a política monetária. Ou seja, a previsão de inflação é mais compreensível até esse vértice. A partir desse ponto, qualquer previsão tem um erro padrão muito elevado.

Realizando a regressão linear proposta pelo modelo de Nelson & Siegel (1987) para os vértices de 1 a 15 anos da curva de inflação implícita, conseguimos extrair

¹⁸Utilizamos um coeficiente de 0,8, para que, o vértice de 2 anos seja o maior (ou menor) em termos de curvatura, conforme orientação de Fernandes & Nunes (2021).

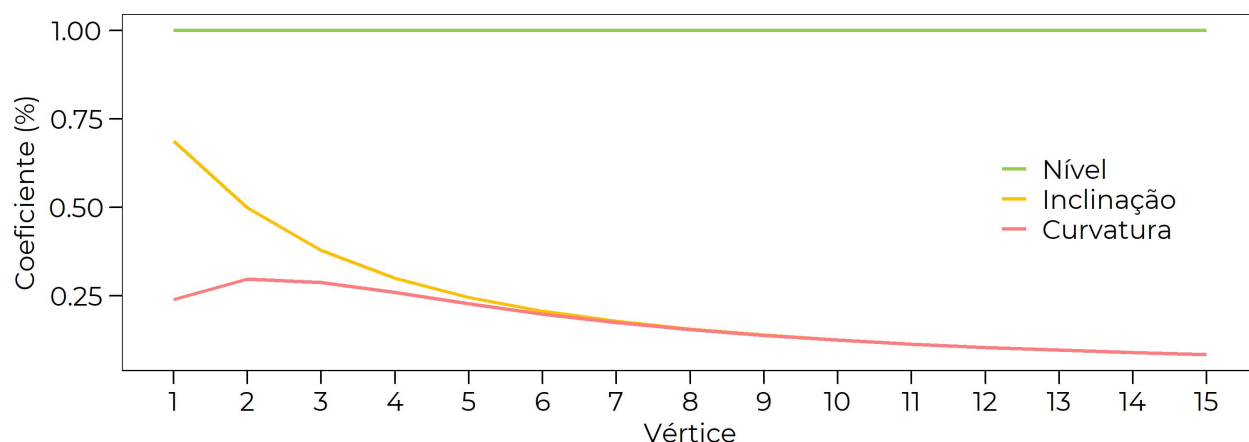


Figura 4: Fatores Multiplicativos dos Componentes da Inflação Implícita

os coeficientes de nível (β_1), inclinação (β_2), curvatura (β_3). Os resultados são expostos na figura 5 a seguir como uma série histórica dos componentes desde 2005 até 2022.

Podemos tirar algumas conclusões desses resultados. Em primeiro lugar, o coeficiente de nível da curva de inflação implícita não tem uma variância elevada. Atualmente esse coeficiente está estimado em 6,0%. A média histórica é de 5,5% e o desvio padrão médio é de 1,0 ponto percentual. A correlação média entre a variável nível e inclinação é de 20%, enquanto para a variável de curvatura é de -35%. Ou seja, em média, quando há uma elevação de nível da curva de inflação implícita esse movimento acompanha uma elevação da inclinação, mas uma queda na curvatura.

O segundo componente que é a inclinação tem uma variância mais elevada do que o nível. Atualmente esse coeficiente estimado está em 0,6%. A média histórica é de -0,4% (ou seja, o mercado em média precifica uma queda de inflação ao passar dos anos) e o desvio padrão médio é de 1,6 pontos percentuais. A correlação média entre a variável inclinação e a curvatura é de -54%. Ou seja, em muitas vezes quando há uma elevação de inclinação, há uma queda de curvatura.

Por fim, o último componente e o mais volátil é a curvatura. Atualmente esse coeficiente estimado está em -2,8% (o mercado precificando uma queda relevante de inflação). A média histórica é de -0,6% (mais um indicativo que indica que o mercado em média precifica uma queda de inflação ao passar dos anos) e o desvio padrão médio é de 2,7 pontos percentuais.

Agora temos os coeficientes de nível (β_1), inclinação (β_2), curvatura (β_3) estimados pelo modelo e temos também os fatores $\left(\frac{1-e^{-\lambda\tau_t}}{\lambda\tau_t}\right)$ e $\left(\frac{1-e^{-\lambda\tau_t}}{\lambda\tau_t} - e^{-\lambda\tau_t}\right)$. A partir disso podemos reconstruir a curva de inflação implícita baseado no modelo proposto por Nelson & Siegel (1987).

A figura 6 a seguir trás 18 exemplos da curva de inflação implícita efetiva nas

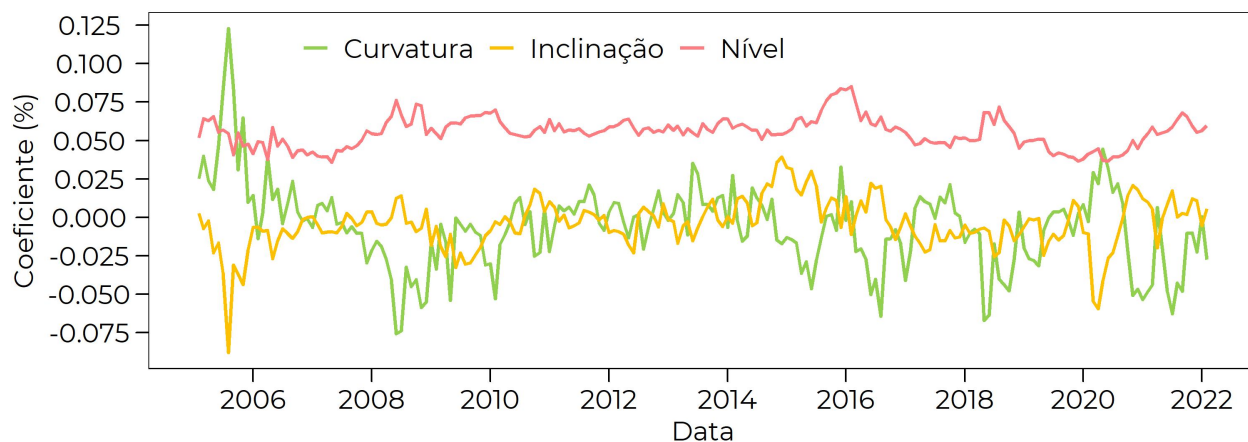


Figura 5: Estimativa dos Coeficientes da Inflação Implícita

datas destacadas e a curva de inflação implícita baseado no modelo de Nelson & Siegel (1987). Os dados representam a curva de inflação implícita efetiva e estimada pelo modelo no último dia útil de cada mês nos últimos 18 meses.

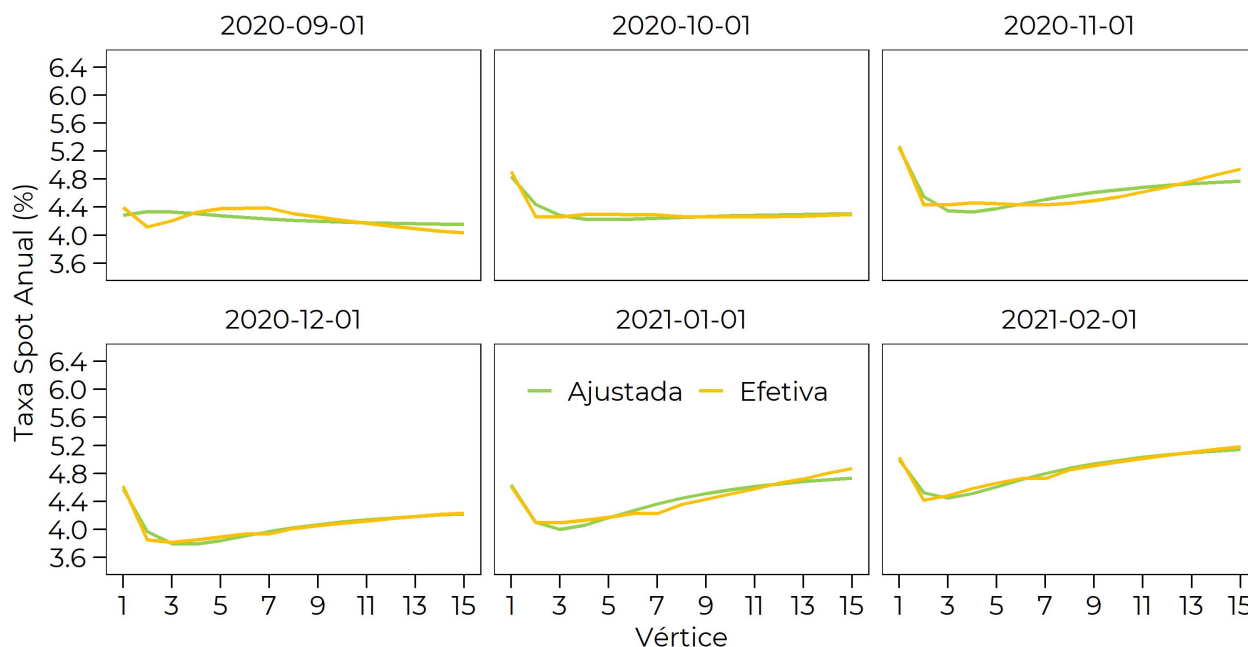


Figura 6: Inflação Implícita Efetiva e Estimada pelo Modelo (Parte 1)

A modelagem proposta por Nelson & Siegel (1987) está exposto a erros de estimativas que podem enviesar as análises posteriores. No gráfico 7 a seguir estimamos o erro médio entre a taxa inflação implícita efetiva e a estimada para cada vértice da curva desde 2005. Os dados sugerem que o principal vértice sujeito a erro de estimativa é o de 2 ano com um erro médio de 11 pontos-base. O segundo é o vértice de 7 anos, com um erro médio de 7 pontos-base. O erro médio agregado da curva é de 5 pontos-base.



Figura 7: Inflação Implícita Efetiva e Estimada pelo Modelo (Parte 2)

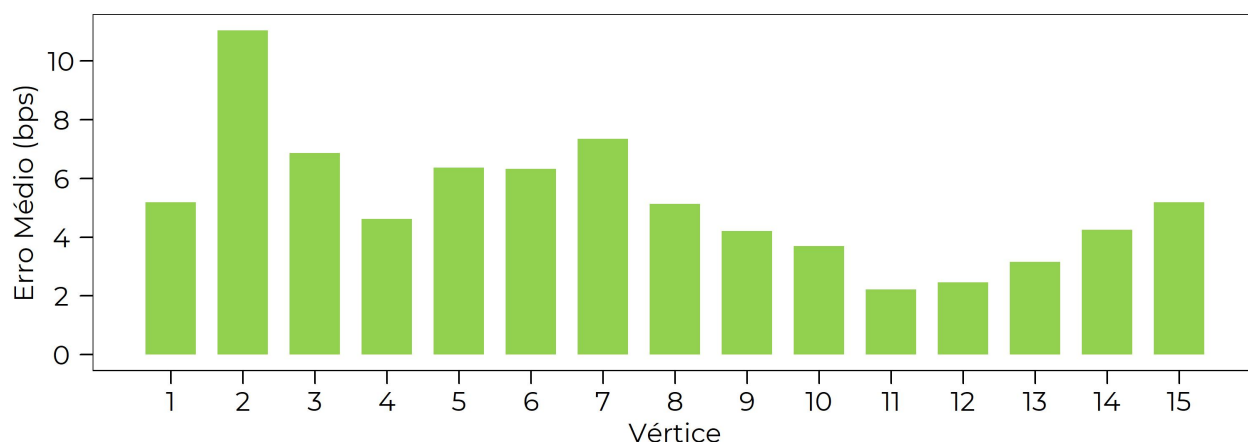


Figura 8: Erro Médio do Efetivo e Estimado pelo Modelo

Por fim, relacionamos os coeficientes estimados da curva de inflação implícita (nível, inclinação e curvatura) com a variação anual do IPCA corrente. Os resultados econométricos estão relacionados na tabela 2 a seguir. E conforme analisado no coeficiente de repasse de inflação para as expectativas, temos mais uma evidência de que uma grande parte dos choques de inflação corrente se propagam para a toda curva de inflação implícita.

Tabela 2: Modelo Econométrico dos Coeficientes da Inflação Implícita (%)

	<i>Dependent variable:</i>		
	Nível	Inclinação	Curvatura
	(1)	(2)	(3)
IPCA	0.30*** (0.09)	0.31 (0.20)	−0.52 (0.34)
Constant	−0.002 (0.04)	−0.01 (0.08)	−0.004 (0.14)
Observations	203	203	203
R ²	0.05	0.01	0.01
Adjusted R ²	0.05	0.01	0.01
Residual Std. Error (df = 201)	0.51	1.16	1.96
F Statistic (df = 1; 201)	10.68***	2.40	2.30

Note:

*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

A *priori*, podemos imaginar que a variação na inclinação e curvatura da curva de inflação implícita se dá por outras variáveis macroeconômicas, exceto pelo IPCA corrente. Como por exemplo, prêmio de risco inflacionário, persistência e inércia inflacionária, autonomia e credibilidade do BCB, dentre outros.

Conclusões

Nesse estudo analisamos o comportamento da curva de inflação implícita da ETTJ brasileira sob o aspecto de choques de inflação corrente. A primeira tarefa foi estimar qual o grau de inflação corrente repassa para as expectativas de mercado. Encontramos evidências que os vértices de 1 a 3 anos são mais sensíveis a variações na inflação, fato que previamente esperávamos. Os resultados sugerem que em média, a inflação corrente repassa 49% da sua variação para o vértice de 1 ano da inflação implícita. Esse repasse cai para 31% no vértice de 2 anos e 25% para o vértice de 3 anos.

A partir disso o repasse para o vértice de 4 anos até o de 15 anos gira em torno de 20% em média. A seguir aplicamos a metodologia de Nelson & Siegel (1987) para modelar a curva de inflação implícita. Os resultados sugerem que a metodologia se encaixa bem para explicar a dinâmica do indicador. Os dados indicam que o principal vértice sujeito a erro de estimativa é o de 2 anos com um erro médio de 11 pontos-base (0,11 p.p.). O segundo é o vértice de 7 anos, com um erro médio de 7 pontos-base (0,07 p.p.). O erro médio agregado da curva é de 5 pontos-base (0,05 p.p.).

Após a estimativa de nível, inclinação e curvatura da curva de inflação implícita encontramos evidências que o IPCA apenas influencia o nível da curva. Podemos imaginar que existem outras variáveis que expliquem a inclinação e a curvatura que não estão relacionadas neste estudo.

Bibliografia

- BARBOZA, R., BORGES, B., (2019). *Transparência do Banco Central*. Blog do IBRE.
- BCB, (2007). *Política Monetária e Defasagem do Mecanismo de Transmissão*. Relatório de Inflação de 3ºT/2007.
- BOGDANSKI, J., TOMBINI, A., WERLANG, S. (2000). *Implementing Inflation Targeting in Brazil*. Trabalhos para Discussão do Banco Central do Brasil.
- BORGES, B., (2021). *“Duplo mandato” para o BCB: populista e desnecessário?*. Blog do IBRE.
- CLINTON, K., FREEDMAN, C., (2015). *Inflation-Forecast Targeting: Applying the principle of transparency*. IMF Working Papers.
- FERNANDES, M., NUNES, C., (2021). *What Drives the Nominal Yield Curve in Brazil?*. Brazilian Review of Econometrics.
- FIGUEIREDO, F. M., & FERREIRA, T. P. (2002). *Os Preços Administrados e a Inflação no Brasil*. Trabalhos para Discussão do Banco Central do Brasil.
- KOPPRASCH, R., MANN, S., (2022). *Yield Curve Strategies*. CFA Program Level III.
- LICHA, A. (2015). *Teoria da Política Monetária: Uma Abordagem Intermediária*. Alta Books Editora.
- NELSON, C., SIEGEL, A., (1987). *Parsimonious Modeling of Yield Curves*. The Journal of Business.
- SVENSSON, L., (1997). *Inflation Forecast Targeting: Implementing and Monitoring Inflation Targets*. European Economic Review.
- TAYLOR, J. B., (1993). *Discretion versus Policy Rules in Practice*. Stanford University.
- U.S. BUREAU OF LABOR STATISTICS, (2022). *Consumer Price Index Summary*. <https://www.bls.gov/news.release/cpi.nr0.htm>.
- VICENTE, J., GRAMINHO, F., (2015). *Decompondo a Inflação Implícita*. Revista Brasileira de Economia.

Anexos

Tabela 3: Estatísticas descritivas da Inflação Implícita (% , anual)

Statistic	N	Mean	St. Dev.	Min	Pctl(25)	Pctl(75)	Max
1 Ano	203	5.08	1.30	0.98	4.18	5.91	9.07
2 Anos	203	5.17	1.19	2.11	4.25	5.95	9.34
3 Anos	203	5.21	1.09	2.74	4.37	5.95	9.12
4 Anos	203	5.25	1.00	3.24	4.48	5.89	9.00
5 Anos	203	5.29	0.94	3.61	4.57	5.85	8.90
6 Anos	203	5.32	0.91	3.70	4.65	5.84	8.74
7 Anos	203	5.31	0.91	3.70	4.65	5.85	8.74
8 Anos	203	5.38	0.90	3.67	4.73	5.88	8.59
9 Anos	203	5.40	0.91	3.65	4.75	5.92	8.69
10 Anos	203	5.42	0.92	3.63	4.76	5.95	8.66
11 Anos	203	5.43	0.93	3.61	4.77	5.96	8.69
12 Anos	203	5.44	0.94	3.59	4.78	5.97	8.70
13 Anos	203	5.45	0.95	3.59	4.79	5.97	8.71
14 Anos	203	5.45	0.95	3.59	4.81	6.00	8.71
15 Anos	203	5.46	0.95	3.56	4.82	5.97	8.72

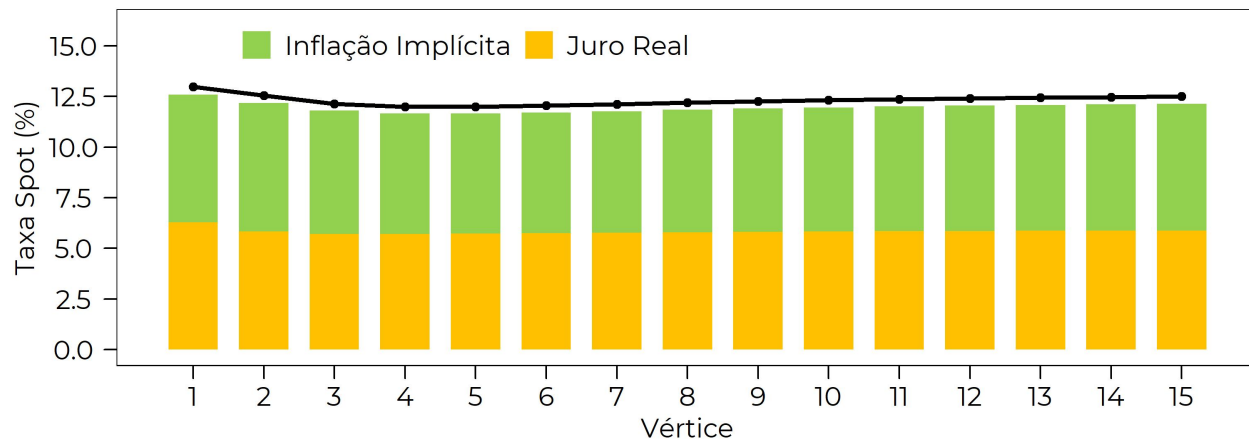


Figura 9: Curva de Juro Nominal