

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE

GUILHERME APARECIDO DIAS

**EFEITOS DAS EXPECTATIVAS DE MERCADO SOBRE A ESTRUTURA A TERMO
DE TAXA DE JUROS NO BRASIL**

São Paulo

2021

Guilherme Aparecido Dias

Efeitos das Expectativas de Mercado sobre a Estrutura a Termo de Taxa de Juros no Brasil

Monografia apresentada ao curso de Ciências Econômicas
como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em
Economia.

Orientador: Prof. Dr. José Carlos de Souza Santos

São Paulo

2021

FICHA CATALOGRÁFICA

Dias, Guilherme Aparecido

Efeitos das Expectativas de Mercado sobre a Estrutura a Termo de Taxa de Juros no Brasil – São Paulo, 2021.

34 páginas

Área de concentração: Macroeconomia Financeira

Orientador: Prof. Dr. José Carlos de Souza Santos

Monografia (graduação em ciências econômicas) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, 2021

1. Estrutura a Termo de Taxa de Juros; 2. ETTJ; 3. Modelo Nelson-Siegel;
4. Expectativas de Mercado

Agradecimentos

Quero aqui agradecer às pessoas que participaram da minha trajetória na faculdade de economia e que contribuíram para a entrega deste trabalho.

Primeiramente, aos meus pais, Donizete e Elisângela, meu mais sincero obrigado por sempre terem trabalhado muito para que eu tivesse a oportunidade de cursar a faculdade que sonhei e por me apoiarem desde a escolha do curso até agora. Saber que sempre poderia sempre contar com vocês fez tudo ser mais fácil.

A todo o meu grupo de amigos que fiz na faculdade. A Andreza, Anita, Bruno, Camilla, Gabriel, Juliana, Larissa, Naomi e Pedro, obrigado por me motivarem a estudar e por fazerem desse período de quatro anos algo memorável. São pessoas que quero levar para o resto da minha vida.

Aos meus amigos e colegas da AIESEC, gratidão por tanto companheirismo, amizade e aprendizados.

Por fim, agradeço ao meu orientador, o professor Dr. José Carlos de Souza Santos, pelas aulas de renda fixa que me motivaram a trabalhar com este tema e por toda paciência, ajuda e orientação durante o período de execução deste trabalho.

Aos meus pais, que sempre acreditaram em mim e trabalharam muito para que eu pudesse ter a
oportunidade de chegar até aqui.

Dedico

Resumo

Este trabalho busca operacionalizar a estimação de como as expectativas de mercado sobre variáveis macroeconômicas divulgadas pelo Banco Central através do relatório FOCUS impactam os parâmetros da estrutura a termo de taxa de juros (ETTJ) brasileira considerando uma modelagem via Nelson-Siegel.

Usando uma abordagem econométrica para séries temporais, os parâmetros da ETTJ são regredidos contra as variáveis de estado do FOCUS normalizadas para um ano e os resultados mostram que os efeitos são vistos apenas no curto e no longo prazo, sendo as expectativas para índice de preços (IPCA ou IGP-M) e taxa de câmbio os que mais influenciam.

Outro resultado que vale destacar é que muitas das expectativas se mostraram irrelevantes para explicar o comportamento dos parâmetros e as variáveis dummy de controle para o ano das estimativas foram, em sua maioria, estatisticamente significativas, indicando que os agentes que efetivamente negociam os instrumentos financeiros que dão forma à ETTJ tem percepções próprias e distintas sobre os rumos do cenário macroeconômico do Brasil.

Palavras-chave: estrutura a termo de taxa de juros, modelo Nelson-Siegel, macroeconomia financeira, curva de juros

Classificação JEL: C58, E43, G12

Abstract

This work aims to operationalize the estimation of how market expectations for macroeconomic variables that are disclosed by the Central Bank through the FOCUS report impact the Brazilian term structure of interest rate parameters considering a Nelson-Siegel modeling strategy.

Using a time series econometric approach, the term structure of interest rate parameters are regressed against FOCUS variables normalized for a year and the results show that the effects are only seen on the short and long term, with the price indexes (IPCA and IGP-M) and the exchange rate being the most influential factors.

It's also worth mentioning that most of the expectations were irrelevant to justify the parameters' behavior and the dummy variables used to control for the estimation year were, most of the time, statistically significant, indicating that the economic agents who negotiate the financial instruments that define the term structure's shape have their own and distinct perceptions regarding the Brazilian macroeconomic scenario directions.

Key words: term structure of interest rate, Nelson-Siegel model, financial macroeconomics, yield curve

JEL classification: C58, E43, G12

Lista de Figuras

Figura 1: Componentes da estrutura a termo de taxa de juros.....	17
Figura 2: Exemplificação da normalização para o IPCA	22
Figura 3: Comparação entre β_0 previsto e observado	26
Figura 4: Comparação entre β_1 previsto e observado	28
Figura 5: Comparação entre β_2 previsto e observado	30

Sumário

1.	Introdução.....	9
2.	Revisão de Literatura.....	11
2.1.	Estimação da Estrutura a Termo de Taxa de Juros.....	11
2.2.	O Mercado de Juros Brasileiro	13
3.	Metodologia.....	16
3.1.	O Modelo Nelson-Siegel	16
3.2.	As Expectativas de Mercado	18
3.3.	Dados	22
4.	Resultados.....	25
5.	Conclusão	31
6.	Referências Bibliográficas.....	33

1. Introdução

A taxa de juros é, indubitavelmente, uma das principais variáveis econômicas e de extrema importância tanto na condução da política monetária de um país quanto na tomada de decisão de vários agentes econômicos. Nesse contexto, a estrutura a termo de taxa de juros (ETTJ) ganha um grande destaque, principalmente devido a sua ampla utilização na precificação de ativos de renda fixa.

Pela observação do comportamento da ETTJ, conseguimos mensurar as expectativas do mercado financeiro com relação às taxas de juros dos próximos períodos e para os efeitos dos choques de política monetária. Ademais, através da análise da volatilidade da ETTJ em vértices predeterminados ou de sua inclinação, é possível avaliar o nível de incerteza e, conseqüentemente, o grau de agitação dos agentes econômicos.

Ao longo dos anos, os economistas vêm lançando mão de vários recursos e desenvolvendo cada vez mais técnicas para prever os valores e o comportamento de variáveis econômicas. E devido a sua importância para o mercado financeiro, surgiram diversos estudos e métodos para estimar a ETTJ partindo dos preços de mercado para alguns ativos em determinados vértices. Em situações mais simples, é possível interpolar as taxas para qualquer vencimento dadas as informações sobre dois ou mais vértices ou então recorre-se à técnica de bootstrapping para estimação. Porém, em muitos casos, é necessário fazer uso de métodos econométricos para derivar a estrutura a termo de taxa de juros e os modelos da classe Nelson-Siegel são muito utilizados nesse quesito. Hoje, já existem estudos que objetivam estabelecer uma relação entre os movimentos da ETTJ e o comportamento de variáveis macroeconômicas e de mercado; o presente trabalho busca contribuir para essa literatura.

Aqui, busca-se operacionalizar a regressão dos parâmetros da ETTJ brasileira estimada via Nelson-Siegel contra expectativas de mercado divulgadas pelo Banco Central para os valores de variáveis macroeconômicas selecionadas. O objetivo principal é entender como as expectativas de mercado afetam nível, curvatura e inclinação da curva de juros seguindo este plano de ação:

a) Definir um modelo baseado em séries temporais e estimar a regressão dos parâmetros da curva de juros brasileira modelada segundo o modelo proposto por Nelson e Siegel (1987) contra as expectativas dos agentes para algumas variáveis macroeconômicas relevantes escolhidas de

maneira *ad hoc* considerando trabalhos importantes e a teoria econômica, tais expectativas são divulgadas semanalmente pelo Banco Central através do Relatório Focus.

b) Diferenciar os horizontes de curto, médio e longo prazo (que também são entendidos como inclinação, curvatura e nível), especificando bem os fatores determinantes de cada período.

O conteúdo desta monografia está dividido da seguinte maneira: na seção 2, é feita uma breve revisão da literatura existente com a apresentação e discussão em duas partes de trabalhos importantes acerca desse tema, a primeira parte é focada nos estudos da estrutura a termo de taxa de juros e a segunda é voltada ao entendimento do funcionamento do mercado de taxa de juros no Brasil; a terceira seção contempla a metodologia utilizada e nela são apresentados o modelo Nelson-Siegel, as variáveis selecionadas, os tratamentos de dados realizados e as simplificações necessárias; indo para a seção 4 temos uma apresentação dos resultados alcançados, relacionando-os com a teoria econômica; por fim, na quinta – e última – seção encontram-se as conclusões do trabalho.

Ao final, estão as referências bibliográficas utilizadas.

2. Revisão de Literatura

2.1. Estimação da Estrutura a Termo de Taxa de Juros

A estrutura a termo de taxas de juros (ET TJ) é uma curva que mensura a relação entre os rendimentos de títulos livres de risco (ou de ativos com mesmo perfil de risco) que diferem entre si apenas no que tange ao prazo até o seu vencimento. As causas dessa relação são tópico de interesse dentro do campo da Economia já há alguns anos e os estudos sobre a ET TJ remontam a década de 1970, quando eram realizados não apenas por economistas como também pelos mais diversos profissionais do mercado financeiro. Vale aqui trazer uma interessante distinção entre os estudos realizados, enquanto os agentes financeiros e bancários buscavam uma modelagem para precificação de ativos e hedge, tendo a condição de não arbitragem como requisito, os estudos levados por economistas visavam mais a entender a relação da ET TJ com outros fatores econômicos. Tais diferenças influenciaram as direções dos resultados para estimação da ET TJ e existem duas grandes classes de modelos: os paramétricos e os não paramétricos.

Os modelos não paramétricos, notoriamente conhecidos por serem modelos de não arbitragem, são aqueles que tentam buscar o ajuste perfeito da estrutura a termo de taxa de juros para um dado instante, assegurando que não haja nenhuma oportunidade para arbitragem entre vértices. Tais modelos são usados principalmente por operadores de mesas de renda fixa, dado que, em seus trabalhos de precificações de ativos, deve-se assumir a condição de não arbitragem, uma vez que esta é determinante para o equilíbrio de mercado. Podemos aqui citar como modelos consagrados dessa classe as splines cúbicas propostas por McCulloch (1971;1975) e as splines exponenciais de Vasicek (1977).

Existem também os conhecidos modelos de equilíbrio geral, os quais constituem uma categoria de modelos paramétricos e caracterizam-se por buscarem modelar a taxa instantânea de juros. Taxa esta que, muitas vezes, é extrapolada para vencimentos posteriores via modelagem das preferências de risco dos agentes. Insta mencionar os trabalhos consagrados de Cox, Ingersoll Jr. e Ross (1985), Vasicek (1977) e Hull e White (1990).

Neste tópico, Caldeira (2011) aponta duas grandes vantagens dos modelos paramétricos sobre os demais. Primeiramente, ele argumenta que eles assumem especificações parcimoniosas, as quais viabilizam a interpretação econômica dos parâmetros. Em seu segundo ponto, o autor

ressalta que é possível impor sobre esse modelo formas funcionais que obedecem a relações prescritas pela teoria econômica. Caldeira levanta também o argumento de Laurini e Moura (2010) de que se pode testar métodos paramétricos contra modelos aninhados em testes de validade dos postulados e das relações descritas na teoria econômica. Em contrapartida, ele também expõe as limitações destes modelos por não satisfazerem a condição de não arbitragem, por terem os graus de ajuste muito sensíveis a ruídos na curva e pelo fato de não gerarem necessariamente uma função de desconto decrescente a partir das taxas à vista.

A questão das especificações parcimoniosas mencionadas por Caldeira (2011) é ponto chave para o desenvolvimento dos modelos que permitem correlacionar variáveis macroeconômicas às taxas de juros, tal qual o modelo proposto por Nelson e Siegel (1987) e posteriormente ajustado por Svensson (1994), por exemplo.

O modelo que ficou amplamente conhecido como modelo Nelson-Siegel-Svensson (N-S-N) utiliza de curvas paramétricas que são capazes de descrever diversas formas de estruturas de taxas de juros com um bom ajuste. Os parâmetros beta do modelo permitem interpretações de horizonte de tempo e podem ser modelados a fim de serem explicados por variáveis econômico-financeiras. Insta mencionar que o N-S-N não propõe uma equação de comportamento, e sim de estado. O seu principal propósito é ajustar as ETTJ dados os preços dos ativos de renda fixa e seus vencimentos, com a intenção de, por exemplo, possibilitar a descoberta de taxas para vencimentos que ainda não foram negociados, seja via interpolação ou a extrapolação. O trabalho de Nelson e Siegel (1987) será mais bem detalhado na seção de metodologia.

Um esforço de estudo e compreensão da dinâmica da ETTJ com o decorrer do tempo é feito por Diebold e Li (2006). Em seu artigo, os autores buscam descrever a dinâmica da ETTJ através de uma série temporal, modelando os parâmetros beta partindo do pressuposto de que eles possuem comportamento de modelo autorregressivo (AR), o modelo desenvolvido ficou notoriamente conhecido como modelo de Nelson-Siegel dinâmico (DNS). Foi com esta modelagem que os parâmetros do modelo N-S-N passaram a ser interpretados como nível, inclinação e curvatura da curva de juros. Outras contribuições importantes são os fatos estilizados obtidos nos resultados, como o fato de que a ETTJ assume formatos diferentes ao longo do tempo, de que ela é tipicamente crescente e côncava e de que o curto prazo é o seu trecho mais volátil.

Por fim, temos a proposta de Huse (2011) de utilizar o modelo NS e substituir os fatores latentes do modelo DNS por outros coeficientes que têm suas respectivas dinâmicas diretamente

ligadas a variáveis macroeconômicas de estado, como, por exemplo, índice de preços, taxa SELIC, taxa DI. O modelo desenvolvido é complexo e de difícil estimação, mas o autor argumenta que isso é contrabalanceado pela nova possibilidade de entender a dinâmica dos parâmetros beta através de índices e valores observados na economia.

Todos esses modelos são extremamente úteis e cada um apresenta vantagens e desvantagens dos pontos de vista teórico e empírico, sendo muito utilizados dentro e fora do meio acadêmico.

É de extrema importância nesse momento destacar que, no estudo da estrutura a termo de taxa de juros e de suas relações com variáveis econômico-financeiras, é comum utilizar-se de títulos públicos de cupom zero, ou então decompor títulos que fazem pagamentos de cupom para convertê-los em ativos dessa classe. Svensson (1994) aponta que essa necessidade deriva do fato de que diferentes cupons entre ativos com o mesmo vencimento podem ter taxas de rendimento distintas até a maturidade. Desse modo, caso a curva de juros seja construída com essas taxas, ela pode refletir a ETTJ de forma incorreta.

No que tange à estrutura a termo de taxa de juros brasileira, alguns dos principais ativos usados na sua modelagem são os títulos públicos federais emitidos pelo Tesouro Direto, sendo a Letra do Tesouro Nacional (LTN) um ótimo instrumento por ser um título de cupom zero e de baixo risco. E também são muito utilizados os contratos futuros de DI de um dia, negociados na B3. Sobre a utilização de contratos de DI, Tavares e Tavares (2009) argumentam que essa é uma boa estratégia uma vez que o DI futuro tem maior liquidez que a dívida pública e muito menos risco que um título privado por conta das garantias em contraparte.

2.2. O Mercado de Juros Brasileiro

O mercado de taxa de juros brasileiro é provido diariamente com uma imensa quantidade de informações vindas de diferentes fontes sobre os rumos da política monetária. E como supramencionado, os títulos públicos e os contratos futuros de DI embasam muitas das construções da estrutura a termo de taxa de juros nacional.

A ETTJ do Brasil, assim como outras taxas de juros, tem como base a taxa SELIC (Sistema Especial de Liquidação e Custódia), comumente conhecida como taxa básica de juros.

Em reuniões periódicas, o Comitê de Política Monetária do Banco Central do Brasil (COPOM) avalia o cenário macroeconômico e as condições de mercado e define a meta para a taxa

anual da SELIC a fim de controlar a inflação para mantê-la dentro dos parâmetros desejados. O Banco Central utiliza, então, as operações de mercado aberto, também conhecidas como operações compromissadas, para assegurar que a taxa SELIC esteja flutuando próximo à meta definida, removendo ou injetando liquidez no sistema bancário através da compra e venda de títulos públicos com compromisso de revenda ou recompra, mas podendo também ser operações definitivas (Silva Jr., 2012).

Em se tratando da relação entre SELIC e taxa de depósito interbancário (DI), Neto (2015) argumenta em seu trabalho que as variações na taxa SELIC são automaticamente estendidas para o mercado de DI e, apesar de haver alguns descolamentos, as taxas SELIC e DI apresentam uma elevada correlação, sendo muito similares. Isso faz com que não haja perda de generalidade ao tratá-las como equivalentes e, por conseguinte, utilizar as negociações de contratos futuros de DI negociados na B3 para estimar a ETTJ brasileira. A negociação desses instrumentos vai sinalizar a percepção do mercado sobre a trajetória da estrutura a termo de taxa de juros no decorrer do tempo.

No que se referem aos estudos sobre fatores que influenciam a curva de juros, vale destacar Holland et. al (2011) que avalia o impacto na sinalização da política monetária sobre a curva de juros e chega à conclusão de que as ações da autoridade monetária brasileira vêm ganhando cada vez mais poder explicativo e que o mercado está ajustando com maior antecedência suas expectativas sobre as decisões das taxas básicas de juros. Outro ponto de destaque é a constatação de que o chamado efeito surpresa nas taxas de juros de curto prazo do Brasil foi reduzido a níveis internacionais.

Na mesma linha de pesquisa, Tabak & Tabata (2004) investigam os efeitos das decisões do COPOM sobre a curva de juros brasileira utilizando taxas swap pré-DI e avaliando surpresas na política monetária. O estudo conclui que há uma redução desses efeitos surpresa sobre a ETTJ e que os agentes econômicos conseguem antecipar, ainda que parcialmente, as decisões do COPOM devido à condução mais transparente da política monetária e à adoção do regime de câmbio flutuante.

Neto (2015), por sua vez, busca, dentre outros objetivos, estabelecer relações causais entre variáveis macroeconômicas e os parâmetros da curva ETTJ modelada via modelo N-S-N. É feita uma avaliação de como variáveis de estado selecionadas, como risco país e taxa de câmbio, afetam a curva de juros. O autor mostra que as variáveis macroeconômicas de estado podem, sim, influenciar de forma relevante componentes distintos da ETTJ e que as expectativas de mercado

sobre inflação e produto impactam as perspectivas do comportamento da estrutura a termo de taxa de juros. Outro ponto interessante do trabalho é a constatação de que variáveis estrangeiras, como o índice VIX de volatilidade de opções, pouco importam na formação da curva de juros.

3. Metodologia

3.1. O Modelo Nelson-Siegel

Em seu trabalho, Nelson e Siegel (1987) desenvolvem um modelo de curvas paramétricas que são capazes de descrever as mais comuns formas de estruturas de taxas de juros (monotônica, côncava ou em formato de S) com um bom ajuste, uma demanda já levantada por Friedman (1977) anteriormente. O modelo proposto é parcimonioso e é, até os dias atuais, amplamente utilizado na academia e, também, por diversos agentes econômicos e *policy makers*, como por exemplo, o Banco Central Europeu, uma vez que permite correlacionar a ETTJ a variáveis econômicas e apresenta um bom grau de ajuste.

A equação proposta pelo modelo Nelson-Siegel é a seguinte:

$$r(m) = \beta_0 + \beta_1 \left[\frac{1 - e^{-m/\tau_1}}{m/\tau_1} \right] + \beta_2 \left[\left(\frac{1 - e^{-m/\tau_1}}{m/\tau_1} \right) - e^{-m/\tau_1} \right] \quad \text{Eq. 1}$$

Para compreender melhor os próximos desdobramentos do modelo NS, convém reescrevê-lo utilizando o parâmetro $\lambda = 1/\tau_1$ da seguinte forma:

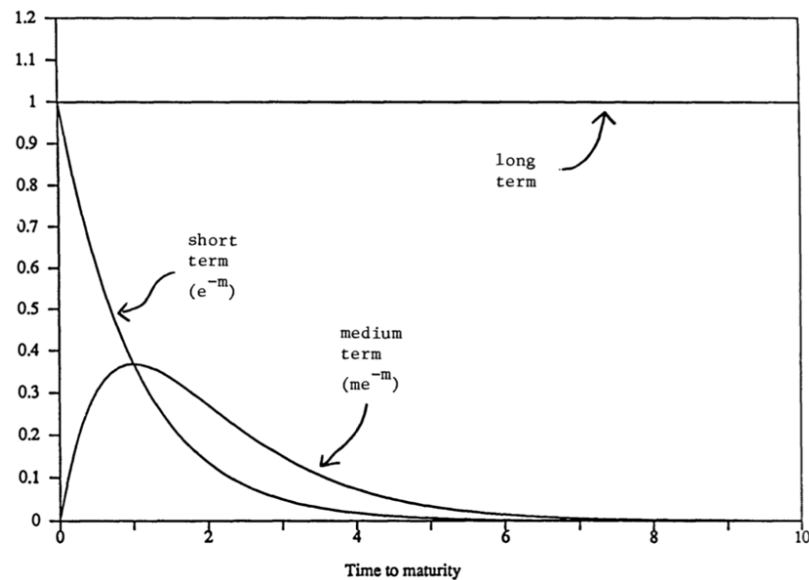
$$r(m) = \beta_0 + \beta_1 \left[\frac{1 - e^{-\lambda m}}{\lambda m} \right] + \beta_2 \left[\left(\frac{1 - e^{-\lambda m}}{\lambda m} \right) - e^{-\lambda m} \right] \quad \text{Eq. 2}$$

Nessa equação, $r(m)$ é a taxa de juros para um dado conjunto de informações, β_0 representa o nível da curva e é um fator de longo prazo, β_1 é a inclinação da curva de juros e é interpretado como um fator de curto prazo, já β_2 é um fator de médio prazo e representa a curvatura da ETTJ, m é o prazo para o qual a taxa r vale e λ é um fator de decaimento exponencial.

É importante dizer que embora a equação seja não linear, é possível fixar os valores de λ ao encontrar o par ordenado que fornece melhor ajuste da curva e trabalhar com um modelo linear nos parâmetros β_i . É interessante mostrar o gráfico elaborado por Nelson e Siegel (1987)

evidenciando a carga de cada um dos fatores beta em função do tempo até o vencimento, fixando λ .

Figura 1: Componentes da estrutura a termo de taxa de juros



Fonte: Nelson e Siegel (1987)

Este trabalho utiliza dos parâmetros calculados por Neto (2015) em sua dissertação, e atualizados posteriormente, para o modelo Nelson-Siegel utilizando os contratos futuros de DI negociados na B3 diariamente entre 2007 e 2018. O principal objetivo é entender como as expectativas de mercado afetam tais parâmetros e a equação a ser estimada é a seguinte:

$$\beta_{i,t} = \sum \alpha_j X_{j,t} + \sum_{i=2007}^{2018} D_i + \varepsilon \quad \text{Eq. 3}$$

Na equação, β_i , $i=0,1,2$, é o parâmetro de interesse, α_n é o coeficiente a ser estimado que evidencia o impacto da variável sobre o parâmetro β_i , X_j é a variável de interesse divulgada pelo Banco Central do Brasil, D_i é uma variável dummy de controle que corresponde ao ano da estimativa e ε é o erro. Note que o modelo é estimado sem intercepto para evitar o problema da multicolinearidade perfeita, uma vez que é desejado ter uma dummy para cada ano presente na amostra.

Esse modelo é linear e a estratégia de regressão consiste em utilizar o método de mínimos quadrados ordinários (MQO).

3.2. As Expectativas de Mercado

Para a mensuração das expectativas de mercado sobre as variáveis macroeconômicas, serão utilizados os resultados divulgados pelo Banco Central do Brasil (BCB) através do Boletim Focus. Tal relatório é divulgado semanalmente no primeiro dia útil da semana, geralmente às segundas feiras, através do site do Banco Central com base nos dados coletados até a sexta feira anterior e resume as projeções de diversos agentes do mercado para diversas métricas para diferentes horizontes temporais.

O BCB argumenta que, devido a menor sujeição a valores extremos, a mediana das expectativas é a métrica mais indicada para monitoramento mais detalhado e, conseqüentemente, divulgação, por isso esta será a estatística utilizada no presente trabalho.

As variáveis escolhidas para as regressões são:

- i. Inflação (IPCA, IPCA administrados e IGP-M – variação percentual):

A inflação esperada influencia a curva de juros na medida em que os agentes vão tentar prever o comportamento do Banco Central, precificando um possível aperto monetário caso a expectativa de inflação esteja fora dos limites de tolerância dada a política de metas de inflação, ou, analogamente, um afrouxamento monetário caso contrário.

As estatísticas divulgadas no relatório Focus dizem respeito às expectativas para o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) divulgado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), bem como o IPCA dos administrados, que se refere aos preços de produtos menos elásticos em relação a oferta e demanda, e para o Índice Geral de Preços-Mercado (IGP-M), calculado pelo Instituto Brasileiro de Economia da Fundação Getúlio Vargas (FGV IBRE).

- ii. Atividade Econômica (PIB – variação percentual):

O nível de atividade econômica está diretamente relacionado ao nível de preços, uma vez que o aquecimento da economia tende a indicar um excesso da demanda agregada em relação à oferta agregada, sinalizando um processo inflacionário. Outro possível fator a ser considerado é a atratividade (ou falta dela) para investidores externos dependendo do nível de produção no país.

A métrica de mensuração da atividade econômica divulgada pelo Focus é o Produto Interno Bruto, calculado pelo IBGE. Apesar desses dados de atividade não serem gerados com muita frequência, as instituições pesquisadas refinam suas estimativas semanalmente.

iii. Meta da Taxa SELIC

A taxa básica de juros, a SELIC, é o ponto de partida das taxas de juros no Brasil e é considerada um instrumento fundamental para o controle do nível de preços e para a condução da política monetária utilizado pelo Banco Central do Brasil (BCB). Ela é um dos principais valores utilizados para precificação de ativos e também indica ao mercado possíveis direções dos ciclos de aperto ou afrouxamento monetário.

As expectativas divulgadas no Focus se referem à meta para a taxa SELIC anual, a qual é definida nas reuniões do COPOM (Comitê de Política Monetária) a cada 45 dias. Espera-se que quanto maior a taxa SELIC maiores as taxas de juros.

iv. Taxa de Câmbio (R\$ / US\$)

A taxa de câmbio nada mais é do que a relação de troca entre a moeda nacional e o dólar norte-americano, representando, assim, o preço da moeda estrangeira em unidades do real brasileiro. Essa também é uma medida sobre os fluxos de capital do país e tem o potencial de afetar o montante de investimento estrangeiro, a taxa de inflação, os fluxos comerciais e o nível atividade econômica no país.

As estimativas apresentadas pelo Banco Central no Focus baseiam-se nas cotações diárias de venda PTAX.

v. Investimento Direto no País (US\$ bilhões)

Investimento estrangeiro está, costumeiramente, associado a uma agenda de reformas regulatórias e institucionais, transparência governamental e práticas e regras justas de negociações que geram confiança nos mercados domésticos. Consequentemente, isso eleva a participação de investidores estrangeiros, o que por sua vez conduz a um maior influxo de capital e, potencialmente, maior atividade econômica.

vi. Resultados Fiscais (Resultados primário e nominal – porcentagem do PIB)

Os esforços fiscais do governo, quando bem-sucedidos, concedem maior credibilidade à política fiscal vigente, potencialmente reduzindo o risco de default do governo e viabilizando maiores oportunidades de investimento no país, elevando, assim, o nível de atividade econômica.

Os resultados do Focus refletem a expectativa dos resultados primário e nominal como porcentagem do Produto Interno Bruto.

Definidas as métricas de interesse, faz-se necessário realizar um ajuste nas estatísticas divulgadas uma vez que as pesquisas do Focus dizem respeito ao fechamento dos anos civis. O problema reside no fato de que a volatilidade das previsões para o ano corrente vai diminuindo ao longo do tempo, pois os resultados efetivos das semanas anteriores vão sendo incorporados na amostra. Os resultados divulgados pelo BCB refletem eventos fixos (o fechamento de cada ano) e para a análise desse trabalho é mais interessante avaliar horizontes fixos (períodos de 12 meses, por exemplo).

Uma possível solução para isso é a ponderação dos dados para que eles reflitam uma previsão para os 12 meses subsequentes de acordo com o peso que o período de cada previsão tem no período total. Conforme proposto em Doornik et al. (2012), é possível transformar eventos fixos em horizontes fixos a partir da seguinte equação:

$$F_{y0,m,12}^{hf}(x) = \frac{12 - (m - 1)}{12} F_{y0,m,y0}^{ef}(x) + \frac{m - 1}{12} F_{y0,m,y0+1}^{ef}(x) \quad \text{Eq. 4}$$

em que $F_{y0,m,12}^{hf}(x)$ é a previsão da variável x para um horizonte fixo de 12 meses feita no mês m do ano $y0$, $F_{y0,m,y0}^{ef}(x)$ é a previsão de x para o evento fixo do ano $y0$ e $F_{y0,m,y0+1}^{ef}(x)$ é a previsão de x para o evento fixo do ano $y1$.

Como o relatório Focus é divulgado semanalmente, faz mais sentido utilizar um horizonte medido em dias úteis, dessa forma substituiremos 12 meses por 252 dias úteis e o termo $(m - 1)$ passa a ser entendido como a quantidade de dias úteis passados entre o início do ano corrente e a data da previsão, $t_{d.u.}$.

A equação resultante é a seguinte:

$$F_{y0,du,252}^{hf}(x) = \frac{252 - t_{d.u.}}{252} F_{y0,du,y0}^{ef}(x) + \frac{t_{d.u.}}{252} F_{y0,du,y0+1}^{ef}(x) \quad \text{Eq. 5}$$

Abaixo segue um gráfico exemplificando os impactos dessa equação sobre o Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA). A variável IPCA 12m corresponde ao resultado da operação proposta.

Figura 2: Exemplificação da normalização para o IPCA



Fonte: elaboração própria

Insta também mencionar que os dados as estimativas da taxa SELIC se referem às expectativas sobre a meta da taxa SELIC definida pelo COPOM. Como as reuniões do conselho ocorrem apenas a cada 45 dias, chega um momento no final do ano em que não há mais o que prever para o ano corrente, isso normalmente acontece na primeira quinzena de dezembro. Para evitar dados ausentes, foram removidas da amostra datas em que não foram feitas previsões da SELIC para o ano corrente.

No final foram utilizadas 551 semanas na amostra, com início em 12/02/2007 e término em 15/10/2018.

3.3. Dados

A base de dados foi construída em duas partes, uma compreendendo as estatísticas divulgadas pelo FOCUS e outra com os parâmetros do parâmetro do modelo Nelson-Siegel.

As expectativas de mercado foram obtidas em série histórica no site do Banco Central. A coleta de dados foi feita filtrando indicadores com periodicidade anual e referentes às expectativas de todos os agentes informadas nos últimos 30 dias. Para agregação dos resultados, utilizou-se da mediana.

Os parâmetros da estrutura a termo de taxa de juros usados na regressão foram estimados pelo mestre em Economia José Monteiro Varanda Neto para o seu trabalho (2015) e posteriormente atualizados. Ele estimou tais parâmetros utilizando a abordagem proposta por Nelson-Siegel (1987), buscando o grupo de valores para $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ e λ que melhor proviam o ajuste da curva para o dia. Os instrumentos financeiros utilizados foram os contratos futuros de DI de 1 dia que são negociados na B3 para diferentes vencimentos.

O horizonte temporal da análise vai de 2007 a 2018, período para o qual estavam disponíveis as estimativas de Neto. Compreende-se aí os governos Lula, Dilma, Temer e Bolsonaro, fornecendo diferentes cenários macroeconômicos para avaliação do modelo.

A tabela a seguir resume as estatísticas descritivas de todas as variáveis:

Tabela 1: Resumo das estatísticas das variáveis de interesse

Variável	Média	Mediana	Erro Padrão	Máximo	Mínimo	Kurtois	p-valor ADF
beta_0	0.122	0.121	0.001	0.180	0.096	1.503	3.8%
beta_1	-0.016	-0.016	0.001	0.027	-0.070	-0.449	33.3%
beta_2	-0.015	-0.021	0.002	0.108	-0.085	-1.114	13.9%
CAMBIO_12m	2.472	2.149	0.033	4.382	1.628	-0.824	92.6%
IGPM_12m	5.290	5.295	0.052	8.557	2.525	-0.561	2.1%
INVESTIMENTO_12m	50.763	56.817	0.754	80.000	17.115	-1.089	57.3%
IPCA_12m	5.260	5.288	0.043	7.582	3.644	-0.783	52.2%
IPCAadm_12m	4.992	4.629	0.072	11.244	3.079	3.233	45.3%
PIB_12m	2.420	2.801	0.087	5.903	-2.914	-0.129	39.8%
RPRIM_12m	1.455	2.336	0.089	4.131	-2.316	-0.952	90.8%
RNOM_12m	-3.998	-2.539	0.111	-1.357	-9.108	-0.942	96.4%
SELIC_12m	10.564	11.060	0.087	15.200	6.674	-0.915	72.1%

Fonte: elaboração própria

Da tabela 1, nota-se que que todas as variáveis macroeconômicas, com exceção do IGP-M, não passam no teste ADF de estacionariedade. A fim de estacionarizar as séries, tais variáveis vão entrar na regressão em primeira diferença, ou seja, como diferenças entre a estimativa da semana corrente e a estimativa da semana anterior.

Insta mencionar que apesar dos parâmetros beta do modelo também terem um comportamento não estacionário, eles serão tratados em nível de pois este é o objetivo do trabalho.

Por fim, para tentar mensurar os efeitos das expectativas divulgação do Focus, serão utilizados os parâmetros da ETTJ fitada com os dados do fechamento do dia de liberação do relatório.

4. Resultados

As regressões foram feitas com o software E-Views 12 (versão para estudante) e os resultados podem ser expostos separadamente para cada um dos parâmetros.

Começando com os resultados para a regressão de β_0 contra as variáveis de estado, temos as seguintes estatísticas:

Tabela 2: Resultados do modelo para estimação de β_0

Dependent Variable: BETA_0 Method: Least Squares Date: 11/12/21 Time: 20:46 Sample: 2/12/2007 10/15/2018 Included observations: 551				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DELTA_CAMBIO_12M	0.062814	0.015799	3.975960	0.0001
DELTA_IGPM_12M	0.013282	0.003499	3.796171	0.0002
DELTA_SELIC_12M	0.002303	0.002529	0.910804	0.3628
DELTA_INVESTIMENTO_1	-0.001317	0.000505	-2.609491	0.0093
DELTA_IPCA_12M	0.009628	0.007981	1.206377	0.2282
DELTA_IPCAADM_12M	-0.011098	0.004097	-2.708786	0.0070
DELTA_PIB_12M	-0.010795	0.004874	-2.214557	0.0272
DELTA_RNOM_12M	-0.002721	0.004994	-0.544792	0.5861
DELTA_RPRIM_12M	-0.000298	0.007366	-0.040393	0.9678
D2007	0.115164	0.001398	82.36667	0.0000
D2008	0.136932	0.001299	105.4181	0.0000
D2009	0.133004	0.001332	99.83411	0.0000
D2010	0.120851	0.001302	92.84480	0.0000
D2011	0.119743	0.001323	90.50684	0.0000
D2012	0.107914	0.001324	81.49881	0.0000
D2013	0.108670	0.001334	81.43883	0.0000
D2014	0.124496	0.001338	93.04676	0.0000
D2015	0.129494	0.001441	89.86294	0.0000
D2016	0.137976	0.001433	96.31600	0.0000
D2017	0.112595	0.001333	84.43812	0.0000
D2018	0.116199	0.001425	81.52689	0.0000
R-squared	0.599148	Mean dependent var	0.122204	
Adjusted R-squared	0.584022	S.D. dependent var	0.013721	
S.E. of regression	0.008849	Akaike info criterion	-6.579596	
Sum squared resid	0.041504	Schwarz criterion	-6.415265	
Log likelihood	1833.679	Hannan-Quinn criter.	-6.515383	
Durbin-Watson stat	0.399667			

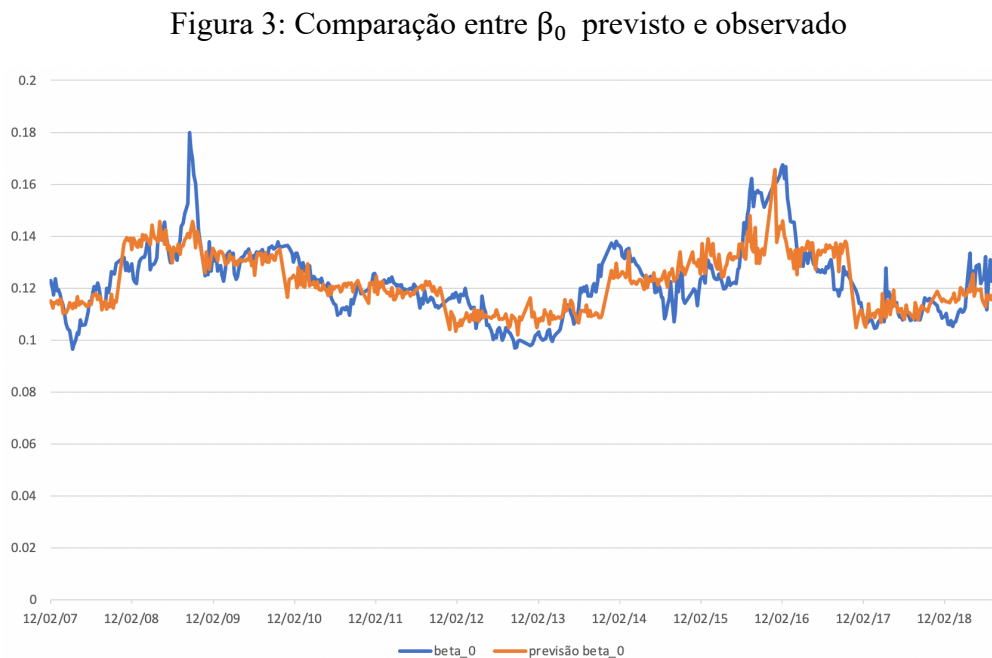
Fonte: Saída do software E-Views 12

O primeiro ponto de destaque é que todas as dummies se mostraram estatisticamente relevantes, indicando que ano a ano os agentes econômico-financeiros que negociam os contratos futuros têm perspectivas próprias e diferentes sobre os rumos da política monetária.

A 1% de significância, observamos que apenas as variáveis referentes às primeiras diferenças de câmbio, IGP-M, investimento direto e IPCA administrados se mostraram relevantes para explicar os valores de β_0 . Em concordância com a teoria econômica, os resultados mostram

que a expectativa de aumento desses três primeiros indicadores eleva a taxa de juros de longo prazo, porém o resultado esperado para o índice de preços dos administrados é um pouco contraintuitivo, pois sinaliza que a expectativa de aumento reduz o nível da curva de juros, embora em baixa magnitude.

O grau de ajuste do modelo é satisfatório, sendo o a estatística R^2 igual a 0.599. O gráfico a seguir ilustra tal fato.



Fonte: Elaboração própria

Já para a estatística β_1 os resultados obtidos mostram diversos coeficientes assumindo valores negativos:

Tabela 3: Resultados do modelo para estimação de β_1

Dependent Variable: BETA_1 Method: Least Squares Date: 11/12/21 Time: 20:49 Sample: 2/12/2007 10/15/2018 Included observations: 551				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DELTA_CAMBIO_12M	-0.037008	0.019283	-1.919259	0.0555
DELTA_IGPM_12M	-0.024453	0.004270	-5.726457	0.0000
DELTA_SELIC_12M	-0.013649	0.003087	-4.422112	0.0000
DELTA_INVESTIMENTO_1	0.000975	0.000616	1.582571	0.1141
DELTA_IPCA_12M	-0.047754	0.009741	-4.902272	0.0000
DELTA_IPCAADM_12M	0.002668	0.005001	0.533467	0.5939
DELTA_PIB_12M	-0.009099	0.005949	-1.529369	0.1268
DELTA_RNOM_12M	0.011700	0.006095	1.919394	0.0555
DELTA_RPRIM_12M	-0.000598	0.008990	-0.066538	0.9470
D2007	0.003828	0.001707	2.243102	0.0253
D2008	-0.014908	0.001585	-9.403334	0.0000
D2009	-0.032086	0.001626	-19.73267	0.0000
D2010	-0.022651	0.001589	-14.25780	0.0000
D2011	-0.002708	0.001615	-1.676971	0.0941
D2012	-0.023280	0.001616	-14.40510	0.0000
D2013	-0.028381	0.001629	-17.42592	0.0000
D2014	-0.016497	0.001633	-10.10203	0.0000
D2015	0.002338	0.001759	1.329487	0.1843
D2016	0.003841	0.001748	2.196865	0.0285
D2017	-0.010335	0.001628	-6.350219	0.0000
D2018	-0.051395	0.001740	-29.54427	0.0000
R-squared	0.725433	Mean dependent var	-0.015839	
Adjusted R-squared	0.715072	S.D. dependent var	0.020234	
S.E. of regression	0.010801	Akaike info criterion	-6.181023	
Sum squared resid	0.061829	Schwarz criterion	-6.016692	
Log likelihood	1723.872	Hannan-Quinn criter.	-6.116810	
Durbin-Watson stat	0.491366			

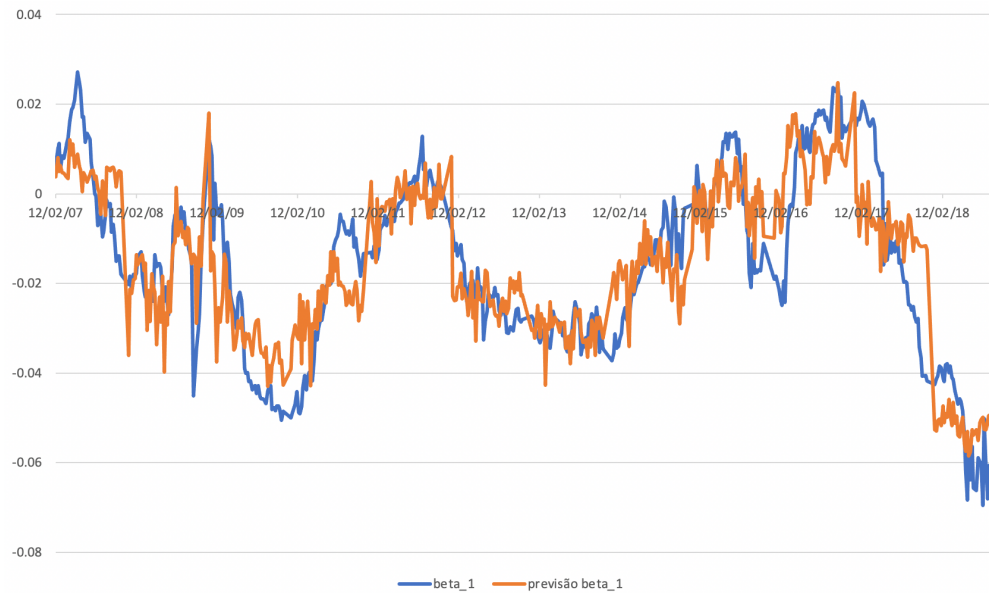
Fonte: Saída do software E-Views 12

Sabemos que β_1 representa a inclinação da ETTJ e, da tabela 1, que pode assumir valores negativos. Some-se a isso que a expectativa média para a Selic no período foi de 10,56% (da tabela 1) e os resultados negativos para os regressores não surpreendem, isso porque devido aos níveis muito altos da taxa corrente os agentes não esperariam aumentos subsequentes.

Observa-se aqui que, a 1% de significância, são significativas apenas as variações nas expectativas do IGP-M, da Selic e do IPCA. Insta também pontuar que, assim como para β_1 , as dummies de ano também são muito significativas para explicar os parâmetros, corroborando o resultado de que os agentes têm expectativas diferentes sobre a política monetária em momentos diferentes.

A estatística R^2 é 0.725, sendo satisfatoriamente alta. O seguinte gráfico ilustra o poder de ajuste da regressão:

Figura 4: Comparação entre β_1 previsto e observado



Fonte: Elaboração própria

Por fim, temos o resultado para β_2 . Curiosamente, as expectativas dos agentes pouco influenciaram nesse indicador de curvatura da ETTJ, mas já havia indícios de que esse era um possível resultado mediante os achados do trabalho de Neto (2015). Segue a tabela com os resultados sumarizados:

Tabela 4: Resultados do modelo para estimação de β_2

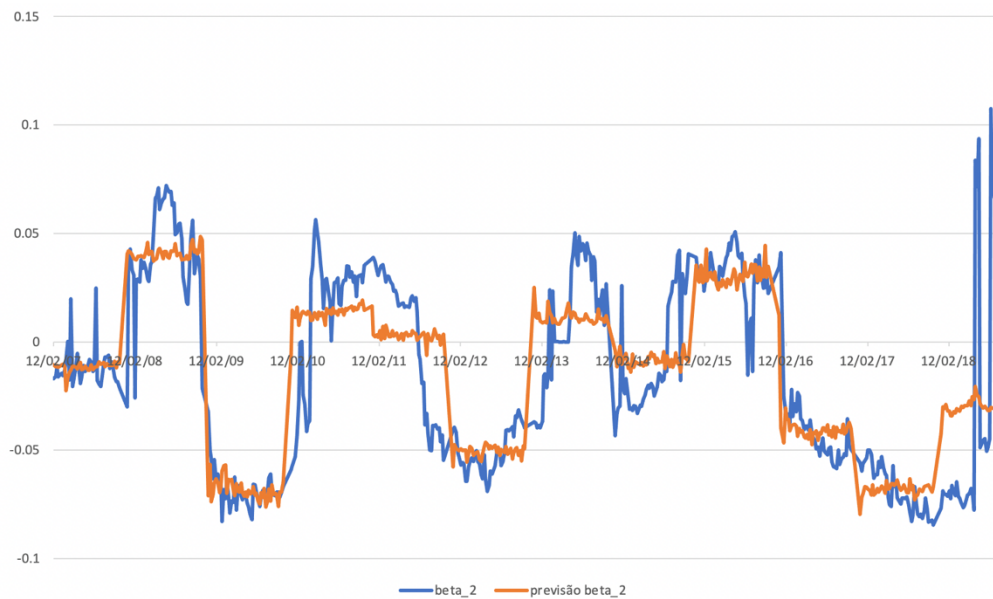
Dependent Variable: BETA_2 Method: Least Squares Date: 11/12/21 Time: 20:50 Sample: 2/12/2007 10/15/2018 Included observations: 551				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DELTA_CAMBIO_12M	-0.000713	0.047643	-0.014963	0.9881
DELTA_IGPM_12M	-0.005048	0.010551	-0.478450	0.6325
DELTA_SELIC_12M	0.011209	0.007626	1.469733	0.1422
DELTA_INVESTIMENTO_1	-0.000430	0.001522	-0.282143	0.7779
DELTA_IPCA_12M	0.015054	0.024069	0.625454	0.5319
DELTA_IPCAADM_12M	-0.004457	0.012356	-0.360708	0.7185
DELTA_PIB_12M	-0.031641	0.014700	-2.152515	0.0318
DELTA_RNOM_12M	-0.006784	0.015061	-0.450452	0.6526
DELTA_RPRIM_12M	-0.006666	0.022212	-0.300116	0.7642
D2007	-0.010623	0.004216	-2.519428	0.0120
D2008	0.038990	0.003917	9.953655	0.0000
D2009	-0.066723	0.004018	-16.60750	0.0000
D2010	0.013119	0.003925	3.342218	0.0009
D2011	0.002700	0.003990	0.676840	0.4988
D2012	-0.049692	0.003993	-12.44441	0.0000
D2013	0.009104	0.004024	2.262371	0.0241
D2014	-0.010009	0.004035	-2.480493	0.0134
D2015	0.027650	0.004346	6.362636	0.0000
D2016	-0.037530	0.004320	-8.687236	0.0000
D2017	-0.065261	0.004021	-16.22885	0.0000
D2018	-0.030555	0.004298	-7.108849	0.0000
R-squared	0.653316	Mean dependent var	-0.014667	
Adjusted R-squared	0.640234	S.D. dependent var	0.044492	
S.E. of regression	0.026687	Akaike info criterion	-4.371947	
Sum squared resid	0.377451	Schwarz criterion	-4.207615	
Log likelihood	1225.471	Hannan-Quinn criter.	-4.307734	
Durbin-Watson stat	0.540746			

Fonte: Saída do software E-Views 12

A 1% de significância nenhuma das variáveis macroeconômicas se mostrou relevante para a regressão de β_2 , mas a 5% observamos que a diferença nas expectativas sobre o PIB impacta negativamente a curvatura da ETTJ. Além disso, as variáveis dummy para o ano da estimativa continuam se mostrando relevantes para explicar o parâmetro β_2 , tal como para β_0 e β_1 .

A estatística R2 de ajuste é 0.653 e o seguinte gráfico compara o previsto com o observado:

Figura 5: Comparação entre β_2 previsto e observado



Fonte: Elaboração própria

É interessante destacar aqui o quanto os parâmetros são mais voláteis na comparação de um ano com o outro do que entre os meses de um mesmo ano. Nesse específico caso, o grau de ajuste do modelo já não parece fazer tanto sentido uma vez que apenas as dummies de ano apresentam poder explicativo e estão englobados nelas fatores não observáveis dentro do modelo.

Resta analisar os resultados do teste Durbin-Watson (DW). Em todas as regressões, as estatísticas DW foram menores que 0.55, estando abaixo do limite $D_L = 1.55$ acima do qual rejeitar-se-ia a hipótese de existência de autocorrelação serial (Savin e White, 1977). Como a proposta do trabalho é entender os impactos sobre os parâmetros da estrutura a termo de taxa de juros sob uma perspectiva econômica, não houve preocupação em inserir variáveis de caráter autorregressivo e isso não invalida os resultados encontrados.

5. Conclusão

As relações entre variáveis macroeconômicas e as curvas de juros são objetos de grande interesse dos economistas e o presente trabalho buscou compreender quais os efeitos das expectativas dos agentes para variáveis macroeconômicas sobre a estrutura a termo de taxa de juros no Brasil modelada pelo modelo econométrico Nelson-Siegel, mais especificamente, seus efeitos sobre nível, inclinação e curvatura.

A metodologia contemplou a utilização de dados do relatório FOCUS, divulgados pelo Banco Central do Brasil, com as previsões normalizadas para o horizonte de 12 meses. Os valores dos parâmetros do modelo foram obtidos com o economista José Monteiro Varanda Neto e dizem respeito à ETTJ construída com base nas negociações de contratos futuros de DI de um dia. A base de dados resultante considerou os parâmetros do dia em que as previsões foram liberadas pelo Banco Central e ao final obteve-se uma série temporal com 551 observações de 2007 a 2018. Feitos os ajustes de estacionariedade, as regressões foram feitas usando o método de mínimos quadrados ordinários.

Os resultados obtidos mostram que as expectativas dos agentes afetam mais o nível e a inclinação, analogamente, o curto e o longo prazo, respectivamente. Um primeiro resultado interessante é que previsões de aumento na taxa de câmbio ou no índice de preços medido pelo IGP-M aumentam o nível da ETTJ. Sobre o curto prazo, nível de preços e SELIC contribuem para diminuir a inclinação da curva, o que faz sentido no caso brasileiro uma vez que a taxa básica era muito alta para o período considerado. Em relação a curvatura, o modelo se mostrou insuficiente para encontrar variáveis que explicassem seus valores de forma significativa.

Cabe destacar também que todas as regressões foram controladas por dummies do ano em que a estimação foi feita e tais dummies mostraram-se estatisticamente significativas para explicar os parâmetros do modelo Nelson-Siegel. Isso nos leva a crer que os agentes econômicos que efetivamente determinam o formato da ETTJ através das negociações de contratos futuros têm perspectivas próprias sobre o rumo da economia e que diferem ano a ano.

Insta mencionar que, no geral, os resultados do trabalho estão em linha com os resultados expostos por Neto (2015) em uma avaliação parecida dos determinantes macroeconômicos das características da ETTJ brasileira.

Mediante o exposto, conclui-se que as expectativas dos agentes, divulgadas pelo FOCUS, para variáveis selecionadas têm sim algum efeito sobre o formato da estrutura a termo de taxa de juros do Brasil, mas que ele é limitado a alguns trechos da curva.

Em exercícios futuros, seria interessante compreender também o parâmetro adicionado na extensão de Svensson na análise e estender o período de avaliação para 2020 e 2021, principalmente para entender se as conclusões se mantêm em um cenário de estresse como o da pandemia de COVID-19. Também convém buscar avaliar o impacto dessas expectativas sobre negociações posteriores à divulgação do FOCUS, como na próxima semana ou na ETTJ construída com as taxas de fechamento do final do mês.

6. Referências Bibliográficas

- BERNZ, B. M., Modelo Nelson-Siegel Dinâmico da Estrutura a Termo da Taxa de Juros com Fatores Exógenos Macroeconômicos: Uma Aplicação ao Mercado Brasileiro. Dissertação (MPFE) – Escola de Economia de São Paulo. São Paulo, p. 68, 2014.
- CALDEIRA, J.F. Estimação da Estrutura a Termo da Curva de Juros no Brasil através de Modelos Paramétricos e Não Paramétricos. *Análise Econômica*, Porto Alegre, n.55, p.95-122, mar. 2011.
- COX, J. C; INGERSOLL JR., J. E; ROSS, S. A. A theory of the term structure of interest rates. *Econometrica*, v. 53, n. 2, 385–407, 1985.
- DIEBOLD, F.X.; LI C.; (2006). Forecasting the Term Structure of Government Bond Yields. *Journal of Econometrics*, 130, 337-364
- DOVERN, J., FRITSCHÉ, U., SLACALEK, J. (2012). Disagreement among forecasters in G7 Countries. *The Review of Economics and Statistics*, 94(4), 1081-1096
- FRIEDMAN, M. Time perspective in demand for money. Unpublished paper, Chicago: University of Chicago, 1977.
- HOLLAND, M; NUNES, C.V.A; SILVA, C. G.; (2011). Sinalização de Política Monetária e Movimento na Estrutura a Termo de Taxas de Juros no Brasil. *EconomiA*, Brasília (DF), v.12, n.1, p.71–90, jan/abr 2011
- HUSE, C.; (2011). Term Structure Modelling with Observable Variables. London School of Economics.
- LAURINI, M. P.; MOURA, M. Constrained smoothing BB-splines for the term structure of interest rates. *Insurance: Mathematics and Economics*, v. 46, n. 2, p. 339–350, 2010.
- MCCULLOCH, J. H. Measuring the term structure of interest rates. *Journal of Business*, v. 44, n. 1, p. 19–31, 1971.
- NELSON, C. R.; SIEGEL, A. F.; (1987). Parsimonious Modelling of Yield Curves. *Journal of Business*, 60, 473-489.
- NETO, J. M. V., Estrutura a Termo de Taxas de Juros: Determinantes Macroeconômicos – Aplicação do Modelo de Svensson para o Brasil. Dissertação (MPFE) – Escola de Economia de São Paulo. São Paulo, p. 73, 2015.
- SAVIN, N. E. e WHITE, K. J. (1977). The Durbin-Watson test for serial correlation with extreme sample sizes or many regressors. *Econometrica*, 45(8), p. 1989-1996
- SVENSSON, L. E. O.; (1994). Estimating and Interpreting Forward Interest Rates: Sweden 1992-1994. National Bureau of Economic Research. NBER Working Paper Series 4871.

SILVA JR, A. F. Liquidez do Sistema e Administração das Operações de Mercado Aberto. Trabalhos para Discussão, No. 278, Banco Central do Brasil, Departamento de Pesquisa, 2012.

TABAK, B. M.; TABATA, A. (2004): Surpresas na Política Monetária e a Estrutura a Termo da Taxa de Juros Brasileira. Revista de Economia Aplicada, 8, n.3.

TAVARES, R. G.; TAVARES, M. F. T. Títulos públicos federais e suas formas de precificação. In: SILVA A.C., CARVALHO L.O. de; MEDEIROS O.L. de (Org.). Dívida Pública: a experiência brasileira. Brasília, Secretaria do Tesouro Nacional e Banco Mundial, 2009

VASICEK, O. An equilibrium characterization of the term structure. Journal of Financial Economics, v. 5, n. 2, p. 177–188, 1977.

Sistema de Expectativas de Mercado: banco de dados preparado pelo Banco Central do Brasil. Disponível em: <https://www3.bcb.gov.br/expectativas2/#!/consultas>. Último acesso em: 11 de novembro de 2021.

Perguntas Frequentes - Expectativas de Mercado. Banco Central do Brasil. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/controleinflacao/faqexpectativa> Acesso em: 10 de outubro de 2021.