



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO SOCIOECONÔMICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

Frederico Vaz Sampaio

CURVA DE JUROS E RECESSÃO NO BRASIL

Florianópolis
2021

Frederico Vaz Sampaio

CURVA DE JUROS E RECESSÃO NO BRASIL

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Mestre em Economia.

Orientador: Prof. João Frois Caldeira, Dr.

Florianópolis
2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Sampaio, Frederico Vaz
Curva de Juros e Recessão no Brasil / Frederico Vaz
Sampaio ; orientador, João Frois Caldeira, 2021.
84 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro Sócio-Econômico, Programa de Pós-Graduação em
Economia, Florianópolis, 2021.

Inclui referências.

1. Economia. 2. Macroeconomia. 3. Curva de Juros. I.
Frois Caldeira, João. II. Universidade Federal de Santa
Catarina. Programa de Pós-Graduação em Economia. III. Título.

Frederico Vaz Sampaio

CURVA DE JUROS E RECESSÃO NO BRASIL

O presente trabalho em nível de Mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Hudson da Silva Torrent, Dr.
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Prof. Daniel de Santana Vasconcelos, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Prof. Maurício Simiano Nunes, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Mestre em Economia.

Coordenação do Programa de
Pós-Graduação

Prof. João Frois Caldeira, Dr.
Orientador

Florianópolis, 2021.

Dedico essa dissertação aos custos de oportunidades, a todos os momentos perdidos em prol desse trabalho. Que suas canções sejam consoladas ao cair no vazio do obívio e jamais alguém lamente o seu desaparecimento. Contemplar o futuro do pretérito é arrepender-se do indefinido. Dedico esse mestrado à mim e ao futuro, pois do contrário, o preço do diploma foi ao custo da Pipoca.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, meu irmão mais velho e meus professores.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo analisar a estrutura a termo da taxa de juros brasileira e seu poder de previsão para a economia, considerando-se a sua inclinação como principal variável. Para tal fim, recorreu-se aos modelos mais amplamente utilizados na literatura e foi considerada uma base de dados abrangendo o período de 2003 à 2020. Utiliza-se o modelo de Nelson-Siegel para modelar e estimar a curva de juros brasileira, estimando valores para o título de prazo de 10 anos. Com referência no título de longo prazo e a sua diferença para o título de longo prazo é feita uma regressão em relação ao nível de atividade. Por fim, é estimada através de um modelo probit a probabilidade de recessão que a inclinação da curva de juros seja capaz de prever. Os resultados encontrados não indicam evidências de que a curva de juros apresente informações relevantes para a previsão de recessão para a economia brasileira. Engendra-se uma discussão sobre as possibilidades da origem do pouco efeito da curva de juros brasileira, não apresentando uma eficácia igual às outras curvas de juros dos outros países.

Palavras-chave: Curva de Juros, Estrutura a Termo, Spread, Modelo Nelson-Siegel, Probabilidade de Recessão.

ABSTRACT

This work's objective is to analyse the Brazilian term structure and its predictive power to the economy, through the use of its inclination as main variable. For that purpose, it is used models widely employed in the literature and the data accounted range from 2003 through 2020. The Nelson-Siegel model is used to model and estimate the Brazilian yield curve, regressing values for 10-year bonds. Using the long term bond and its difference to the short term bond it is later regressed against the level of activity. Finally, it is estimated through a probit model the probability of recession that the slope of the yield curve is able to predict. The results discovered do not imply relevant information for the prediction of recessions to the Brazilian economy. It is wrought a discussion about the possibilities of the source of the Brazilian yield curve's low effect, not presenting the same effectiveness compared to the yield curve of other countries.

Keywords: Yield Curve, Term Structure, Spread, Nelson-Siegel Model, Recession Probability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Curva de Juros Ascendente	16
Figura 2 – Curva de Juros Achatada	17
Figura 3 – Curva de Juros Invertida	17
Figura 4 – Composição da Curva de Juros	24
Figura 5 – Curva de Juros Tridimensional	28
Figura 6 – Curva de Juros Média	29
Figura 7 – Curva de Juros Média Observada x Estimada	31
Figura 8 – Curva de Juros Média Observada x Estimada 02/2004	31
Figura 9 – Curva de Juros Média Observada x Estimada 09/2005	32
Figura 10 – Curva de Juros Média Observada x Estimada 08/2010	32
Figura 11 – Curva de Juros Média Observada x Estimada 01/2020	33
Figura 12 – Curva 3D dos Resíduos	34
Figura 13 – Encaixe da Curva de Nível e Beta 1	36
Figura 14 – Encaixe da Curva de Inclinação e Beta 2	36
Figura 15 – Encaixe da Curva de Curvatura Observada e Beta 3	37
Figura 16 – Taxa de Crescimento do PIB x Inclinação da Curva de Juros - Brasil - Spread 10 anos e 3 meses	48
Figura 17 – Taxa de Crescimento do PIB x Inclinação da Curva de Juros - Esta- dos Unidos - Spread 10 anos e 3 meses	48
Figura 18 – Curva de Probabilidade de Recessão Econômica - Brasil - Spread 10 anos e 3 meses	53
Figura 19 – Curva de Probabilidade de Recessão Econômica - Estados Unidos - Spread 10 anos e 3 meses	53
Figura 20 – Taxa de Crescimento do PIB x Inclinação da Curva de Juros - Spread 10 anos e 6 meses	80
Figura 21 – Taxa de Crescimento do PIB x Inclinação da Curva de Juros - Spread 10 anos e 1 ano	81
Figura 22 – Taxa de Crescimento do PIB x Inclinação da Curva de Juros - Spread 10 anos e 2 anos	81
Figura 23 – Taxa de Crescimento do PIB x Inclinação da Curva de Juros - Spread 5 anos e 3 meses	82
Figura 24 – Taxa de Crescimento do PIB x Inclinação da Curva de Juros - Spread 5 anos e 6 meses	82
Figura 25 – Taxa de Crescimento do PIB x Inclinação da Curva de Juros - Spread 5 anos e 1 ano	83
Figura 26 – Taxa de Crescimento do PIB x Inclinação da Curva de Juros - Spread 5 anos e 2 anos	83

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estatística Descritiva para Maturidades de 3 a 30 Meses	29
Tabela 2 – Estatística Descritiva para Maturidades de 33 a 60 Meses e Inclinação e Curvatura	29
Tabela 3 – Autocorrelação para Maturidades de 3 a 30 Meses	30
Tabela 4 – Autocorrelação para Maturidades de 33 a 60 Meses e Inclinação e Curvatura	30
Tabela 5 – Estatística Descritiva dos Resíduos para Maturidades de 3 a 30 Meses	33
Tabela 6 – Estatística Descritiva dos Resíduos para Maturidades de 33 a 60 Meses	34
Tabela 7 – Estatística Descritiva dos Resíduos para Maturidades de 3 a 30 Meses	34
Tabela 8 – Estatística Descritiva dos Resíduos para Maturidades de 33 a 60 Meses	35
Tabela 9 – Estatística Descritiva para os Parâmetros	35
Tabela 10 – Estatística Descritiva para os Parâmetros	35
Tabela 11 – Descrição das Variáveis Regredidas - Spread 10 anos e 3 meses .	46
Tabela 12 – Descrição das Variáveis Regredidas - Spread 10 anos e 3 meses .	47
Tabela 13 – Descrição das Variáveis Regredidas - Estados Unidos - Spread 10 anos e 3 meses	49
Tabela 14 – Descrição das Variáveis Regredidas - Estados Unidos - Spread 10 anos e 3 meses	50
Tabela 15 – Crescimento Econômico por Trimestre	51
Tabela 16 – Crescimento Econômico por Trimestre	52
Tabela 17 – Descrição das Variáveis Regredidas - Spread 10 anos e 3 meses .	54
Tabela 18 – Descrição das Variáveis Regredidas - Spread 10 anos e 3 meses .	55
Tabela 19 – Descrição das Variáveis Regredidas - Spread 10 anos e 6 meses .	66
Tabela 20 – Descrição das Variáveis Regredidas - Spread 10 anos e 6 meses .	67
Tabela 21 – Descrição das Variáveis Regredidas - Spread 10 anos e 1 ano . . .	68
Tabela 22 – Descrição das Variáveis Regredidas - Spread 10 anos e 1 ano . . .	69
Tabela 23 – Descrição das Variáveis Regredidas - Spread 10 anos e 2 anos . .	70
Tabela 24 – Descrição das Variáveis Regredidas - Spread 10 anos e 2 anos . .	71
Tabela 25 – Descrição das Variáveis Regredidas - Spread 5 anos e 3 meses . .	72
Tabela 26 – Descrição das Variáveis Regredidas - Spread 5 anos e 3 meses . .	73
Tabela 27 – Descrição das Variáveis Regredidas - Spread 5 anos e 6 meses . .	74
Tabela 28 – Descrição das Variáveis Regredidas - Spread 5 anos e 6 meses . .	75
Tabela 29 – Descrição das Variáveis Regredidas - Spread 5 anos e 1 ano	76
Tabela 30 – Descrição das Variáveis Regredidas - Spread 5 anos e 1 ano	77
Tabela 31 – Descrição das Variáveis Regredidas - Spread 5 anos e 2 anos . . .	78

Tabela 32 – Descrição das Variáveis Regredidas - Spread 5 anos e 2 anos . . . 79

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	TEMA E PROBLEMA DE PESQUISA	12
1.2	OBJETIVOS	13
1.2.1	OBJETIVO GERAL	13
1.2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
1.2.3	JUSTIFICATIVA	13
1.3	METODOLOGIA	13
2	FUNDAMENTAÇÃO	16
2.1	TEORIAS DE MERCADO	18
2.1.1	HIPÓTESE DA EXPECTATIVA	18
2.1.2	HIPÓTESE DO PRÊMIO PELA LIQUIDEZ	21
2.1.3	HIPÓTESE DA SEGMENTAÇÃO DE MERCADO	22
2.1.4	HIPÓTESE DO HABITAT PREFERIDO	23
2.2	INTERPRETANDO A CURVA DE JUROS	23
3	MODELAGEM DA CURVA DE JUROS	26
3.1	O MODELO DE NELSON & SIEGEL	26
3.2	CURVA DE JUROS BRASILEIRA	28
4	PODER PREDITIVO DA CURVA DE JUROS	38
4.1	CURVA DE JUROS E ATIVIDADE ECONÔMICA	38
4.2	PREVISÃO E RECESSÃO	44
4.3	INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS	54
5	CONCLUSÃO	60
	REFERÊNCIAS	61
	APÊNDICE A – TABELAS	66
	APÊNDICE B – GRÁFICOS	80

1 INTRODUÇÃO

A estrutura a termo da taxa de juros é a relação entre as taxas e maturidade de prazos diferentes. Ela é uma função que relaciona uma variável financeira à sua maturidade, sendo que o termo de um título com sua maturidade determinada é o tempo até o seu vencimento (CALDEIRA, 2011). A estrutura a termo precifica títulos de maturidades diferentes e relaciona os diferentes termos criando parâmetros para o curto e longo prazo. A disponibilidade de informação sobre os títulos de diferentes prazos dentro da estrutura a termo abre a possibilidade de explicações sobre variáveis econômicas que se relacionem com o comportamento da taxa de juros e outras variáveis que expliquem o comportamento do nível da taxa de juros.

Utiliza-se a estrutura a termo da taxa de juros, também conhecida como curva de juros, para precificar instrumentos de renda-fixa e administrar risco de títulos e derivativos, monitorar variáveis econômicas observáveis e não-observáveis, como por exemplo o prêmio de risco e o risco padrão (**default risk**). Na literatura, a curva de juros é utilizada também para a estimação de outras variáveis, o que torna a curva de juros extremamente relevante para pesquisa.

Essas aplicações das informações extraídas da curva de juros são a mensuração da expectativa de inflação e previsão do nível de inflação, como em trabalhos de Mishkin (1990), previsão e mensuração de taxas futuras, como em trabalhos de Fama (1984, 1987 e 1990) e para previsão de nível de atividade e possíveis recessões, como em Estrella e Hardouvelis (1991), Estrella e Mishkin (1998), Estrella, Rodrigues e Schish (2003) e Estrella (2005).

1.1 TEMA E PROBLEMA DE PESQUISA

A quantidade de informações disponíveis é determinante para a atuação dos agentes que, por terem expectativas racionais, utilizarão toda a informação que estiver ao seu alcance para sua tomada de decisão. A previsão do desempenho da economia fornece informação adicional que permite a melhor tomada de decisões dos agentes econômicos e da autoridade monetária, que também utiliza dessa informação para aplicar a política monetária em seu uso mais efetivo.

Sob esse contexto, o tema do trabalho é a análise do poder de previsão da curva de juros para a atividade econômica, tendo como problema de pesquisa a avaliação da informação relevante para antecipar uma recessão na economia brasileira. É esperado da informação extraída da estrutura a termo da taxa de juros ser capaz de prever o comportamento da economia nos períodos seguintes e se haverá uma recessão ou não.

1.2 OBJETIVOS

Diante desse contexto, o objetivo é estudar a curva de juros para verificar se a estrutura a termo contém informações relevantes que possam auxiliar na previsão da atividade econômica, bem como sua contribuição para a previsão de recessões.

1.2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral é verificar se o comportamento da curva de juros possibilita a extração de informações relevantes que permitam prever de maneira antecipada uma baixa atividade econômica e uma potencial recessão.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

O objetivo específico consiste em verificar o poder preditivo da curva de juros e avaliar se as informações extraídas da curva de juros podem ser utilizadas para previsões sobre o comportamento futuro da atividade econômica brasileira.

1.2.3 JUSTIFICATIVA

Fazer previsões para a atividade econômica é relevante para diversos tipos de agentes econômicos, como investidores, especuladores, consumidores que buscam suavizar seu consumo intertemporal, para a autoridade monetária e formuladores de política econômica. A previsão da estrutura a termo auxilia na tomada de decisões e permite sua otimização por parte dos agentes, possibilitando um desempenho econômico mais eficiente. O uso do spread da taxa de juros entre títulos de 10 anos e títulos de 3 meses é o mais frequentemente usado para previsão da atividade econômica na literatura, colocando-o em posição privilegiado quanto ao seu uso também para o trabalho feito para a economia brasileira.

1.3 METODOLOGIA

A pesquisa é realizada através de uma revisão de literatura sobre o assunto, utilizando-se fontes secundárias de pesquisa e o uso de dados na aplicação de modelos econométricos. Avalia-se a habilidade preditiva do modelo e verifica-se o poder preditivo da informação extraída da curva de juros.

Portanto, trata-se de um trabalho empírico que tem como objetivo avaliar a capacidade do modelo sobre a previsão econômica e a capacidade de previsão da informação da curva de juros, verificando sua relevância para a pesquisa dentro do contexto da curva de juros brasileira. Os dados utilizados são encontrados nas fontes IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e B3 (Brasil, Bolsa e Balcão). Esses dados referem-se aos aspectos macroeconômicos, como nível de crescimento

do PIB, e taxa de juros, para ser construído o modelo econométrico. Também são utilizados dados referentes ao consumo agregado e investimento, também encontrados no IBGE.

A previsão de recessões consiste na previsão de crescimento econômico nulo ou negativo. Para a previsão de recessão econômica, é utilizada como variável explicativa a inclinação da curva de juros, que é extraída através de sua modelagem. Essa variável se comporta correlacionadamente com a atividade econômica e os seus ciclos, o que possibilita a explicação de seu movimento. Adicionalmente, essa variável oscila previamente quando comparada com outras variáveis e, portanto, atua como um indicador antecedente.

A estrutura a termo da taxa de juros, que reflete o comportamento da taxa de juros em diferentes prazos, possui uma relação com o crescimento econômico, pois a taxa de juros influencia no investimento e no consumo, que são componentes principais da economia. Para o seu uso, a curva de juros como indicador antecedente, é preciso extrair a sua informação relevante para a atividade econômica. A diferença entre as taxas de juros de longo prazo e curto prazo afeta as escolhas intertemporais dos agentes, a escolha do spread entre os diferentes prazos pode indicar o comportamento do PIB futuro. Diferentes spreads foram testados por diferentes autores ao longo do tempo, e o spread que apresentou resultados mais satisfatórios e se tornou a variável de referência para o poder preditivo da curva de juros foi a diferença entre os títulos de 10 anos e os de 3 meses, que capta exatamente o longo e o curto prazo.

Esse spread é diretamente proporcional à inclinação da curva de juros, mostrando as percepções dos agentes econômicos do curto e do longo prazo. Outro aspecto importante sobre o poder preditivo do modelo é o seu alcance da previsão. Na literatura, o horizonte de previsão apresenta maior eficácia até 6 trimestres à frente. Para a previsão de recessões, portanto, é preciso determinar o modelo em que relaciona o crescimento econômico e a inclinação da curva de juros dada pelo spread entre o prazo de 10 anos e o de 3 meses. Na literatura essa relação é posta com defasagem para a variável de spread, o que permite que os valores atuais estimem valores futuros para o crescimento. Ao reproduzir essa relação para o caso brasileiro, avalia-se o parâmetro para ponderar a sua contribuição da variável explicativa para a variável explicada. Ao verificar a relevância dessa relação para o caso brasileiro, usa-se um modelo probit para estimar a probabilidade de recessão para o próximo período, de acordo com a literatura.

Adicionalmente, apesar de o modelo econométrico e as técnicas de previsão se demonstrarem ambiciosas, é preciso reconhecer que elas não são perfeitas, um obstáculo a ser contornado para se aproximar do comportamento real das variáveis. Ainda por cima, existe uma dificuldade de mensuração dos dados, havendo também variáveis não observáveis, o que somente dificulta as projeções e o alcance do objetivo do

trabalho. Não obstante, encontrar uma técnica que permita antever o comportamento econômico ainda é inteiramente útil e precioso.

Este trabalho é constituído por cinco capítulos, sendo o primeiro esta introdução. No segundo capítulo é encontrada uma revisão sobre a fundamentação teórica da estrutura a termo, em que busca explicar o porquê de haver uma curva de juros em primeiro lugar e como ela se sustenta teoricamente. A base teórica da estrutura a termo dá apoio para inferência sobre o comportamento das variáveis da curva de juros e auxilia na modelagem da mesma.

No capítulo três é feita uma rápida menção a diferentes tipos de modelagem para a curva de juros e explorado com profundidade o modelo utilizado neste trabalho, o modelo de Nelson & Siegel (1987). Também é estimada a curva de juros brasileira e averiguada a capacidade do modelo em reproduzir a estrutura a termo.

No capítulo quatro é avaliada a informação extraída da curva de juros e seu poder preditivo para previsão de recessão.

O capítulo cinco conclui o trabalho, revisando o que foi realizado nos capítulos anteriores e destacando as possíveis interpretações encontradas, com ênfase em sugestões futuras de pesquisa.

2 FUNDAMENTAÇÃO

A estrutura a termo da taxa de juros é a curva que reúne as taxas de juros para títulos de renda fixa de todas as maturidades. Um título emitido apresentará um taxa de retorno de acordo com sua maturidade e emissor. Para vários títulos de um mesmo emissor, o tesouro nacional por exemplo, de maturidades diferentes, é possível construir uma curva que componha todas as taxas de juros com suas respectivas maturidades. Essa curva de juros é chamada de estrutura a termo da taxa de juros, pois agrupa títulos de prazos diferentes e seus respectivos rendimentos.

A curva de juros encadeia as taxas de juros para diferentes prazos. Dessa forma, a curva de juros apresenta valores em tempos diferentes, tornando-se possível extrair informações sobre o comportamento da economia e sobre o comportamento dos agentes. As taxas de juros de longo prazo refletem as expectativas dos agentes e servem também de referência para investidores.

A curva de juros é um elemento central dentro da pesquisa econômica. Não há um nível de taxa de juros natural para os títulos de longo ou curto prazo, sendo seu valor decidido por oferta e demanda. Ambas as taxas de juros de curto prazo e as taxas de juros de longo prazo podem flutuar livremente de acordo com o comportamento dos agentes econômicos e do mercado.

Apesar de a curva de juros poder assumir várias formas, ela tende a tomar a forma de uma curva crescente com rendimentos marginais decrescentes, como pode ser visto na figura 1. As taxas de juros de longo prazo, portanto, tendem a ser maiores do que as taxas de juros de curto prazo. Mas há casos em que a curva de juros também assume formatos achatados, como ilustrado na figura 2, e outros casos que apresenta até mesmo uma forma invertida, ou seja, com as taxas de juros de curto prazo sendo maiores que as taxas de juros de longo prazo, como na figura 3. Em outras palavras, a relação entre o retorno e maturidade da curva de juros pode variar muito.

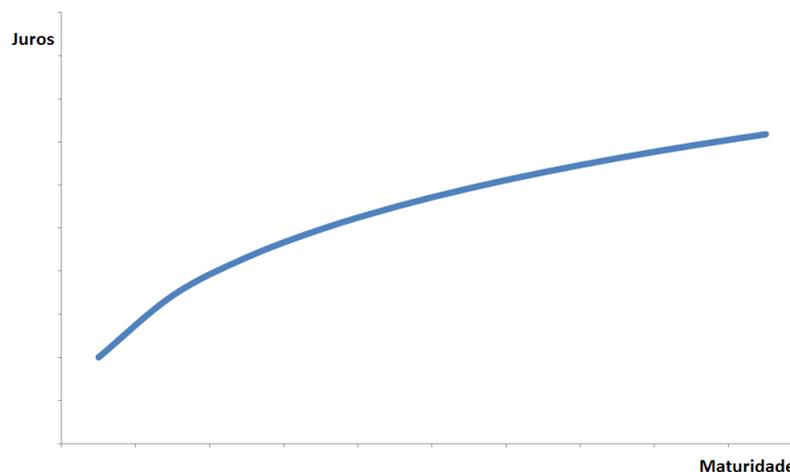


Figura 1 – Curva de Juros Ascendente

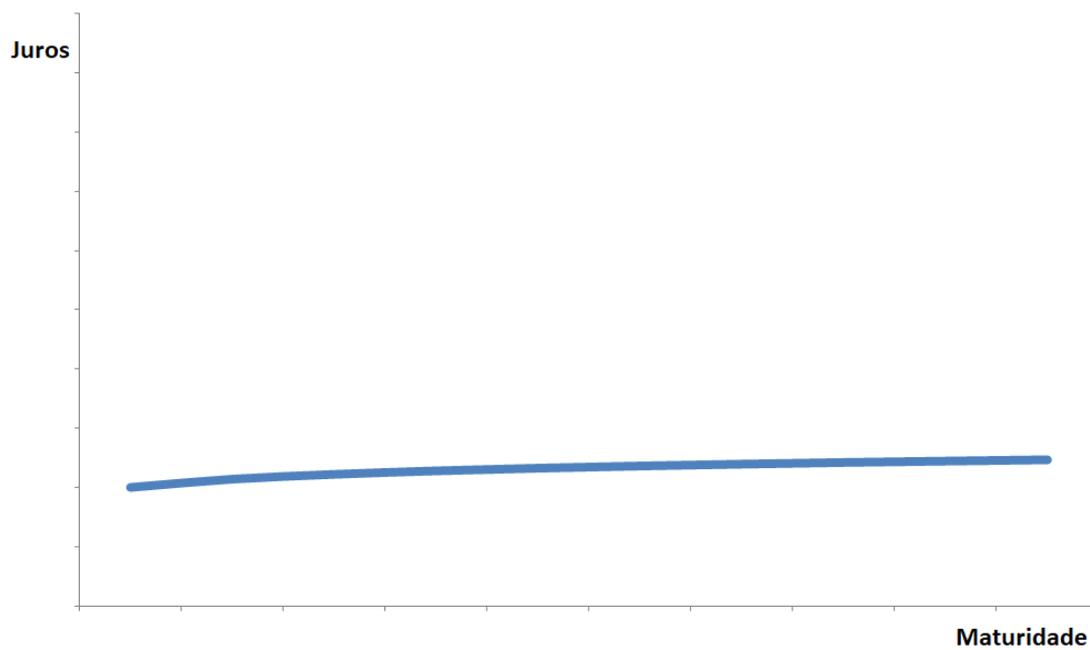


Figura 2 – Curva de Juros Achatada

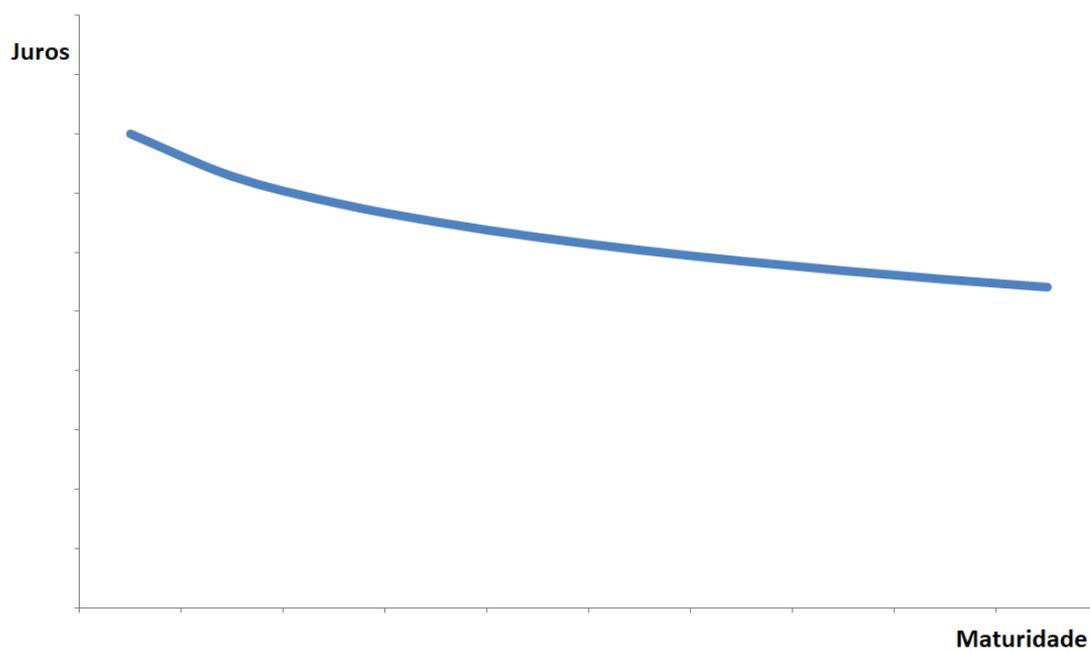


Figura 3 – Curva de Juros Invertida

2.1 TEORIAS DE MERCADO

Para explicar a relação entre retorno e maturidade, formularam-se teorias que explicam o comportamento dos agentes em relação à taxa de juros. Essas teorias servem como base para a modelagem da curva de juros, relacionando o curto com o longo prazo. De acordo com Nawalkha, Soto & Beliaeva (2005), há quatro teorias concorrentes que fundamentam essa relação e que permitem em termos teóricos que a curva de juros possa ser modelada. Elas são a *Hipótese da Expectativa*, *Hipótese de Prêmio pela Liquidez*, *Hipótese da Segmentação de Mercado* e a *Hipótese do Habitat Preferido*.

2.1.1 HIPÓTESE DA EXPECTATIVA

A Hipótese da Expectativa pode ser encontrada a partir de Fisher (1896). Para compreender o funcionamento dessa teoria de mercado, considera-se em um primeiro momento que não haja incerteza sobre o futuro, o que permitiria que os agentes pudessem escolher entre títulos de curto prazo e títulos de longo prazo sem nenhum tipo de prejuízo de informação ou risco. Sabe-se que a curva de juros tende a assumir um formato crescente, porém em um mundo sem incerteza sobre o futuro, não haveria razão para um título de longo prazo possuir uma taxa de juros mais alta do que um título de curto prazo, pois o retorno sobre ambos os títulos estaria garantido. Surge, portanto, a questão sobre o porquê de o formato da curva de juros ser crescente. Por que a curva de juros deveria possuir uma inclinação positiva? Em outras palavras, o que torna a taxa de juros de longo prazo maior do que a taxa de juros de curto prazo?

No seguinte exemplo é considerado dois títulos dentre os quais um agente possa escolher, sendo o primeiro título de uma maturidade de 1 ano e o segundo título de uma maturidade de 2 anos. Por simplificações de explicação, será considerado que ambos os títulos sejam do tipo cupom zero, com o pagamento total em seu vencimento.

Sob a ausência de incerteza e de risco, não há razão de esses títulos oferecerem retornos diferentes. Adicionalmente, se o título de prazo maior desse um retorno maior, haveria espaço para lucro, pois os agentes demandariam mais pelos títulos de longo prazo, tendo como resultado a convergência dos preços dos títulos de ambos os prazos através do mecanismo de oferta e demanda, por fim os agentes se tornando indiferentes entre ambos os títulos. Portanto, se a curva de juros for crescente, e a curva de juros se encontrar em equilíbrio, ou seja, há indiferença por parte dos agentes entre ambos os títulos, mesmo que o título de prazo mais longo ofereça uma taxa de juros maior, haveria nessa situação indícios sobre o comportamento do mercado.

Dessa forma, o esperado é que o agente se mantivesse indiferente entre comprar um título de maturidade de 2 anos ou comprar dois títulos subsequentes de maturidade de 1 ano cada. Porém, se o título de maturidade de 2 anos oferece um

retorno maior do que o primeiro título de maturidade de 1 ano, essa situação implicaria que o segundo título de maturidade de 1 ano ofereceria um retorno ainda maior do que o título de maturidade de 2 anos para o segundo ano, de tal maneira que compensasse o menor rendimento do primeiro título de 1 ano de maturidade e, portanto, qualquer agente se tornaria indiferente hoje entre escolher um título de 2 anos de maturidade ou dois títulos subsequentes de 1 ano de maturidade cada.

Vide o exemplo: Um título de maturidade de 2 anos paga 10% ao ano. No seu vencimento ele pagará 1000\$. Logo, seu preço hoje será de $\frac{1000}{(1,1)^2} = 826,45\$$. O rendimento total ao final de 2 anos foi de 21% ou $(1,1)^2$.

Considera-se agora que o primeiro título de 1 ano de maturidade tenha um retorno de 8%, mas o seu preço também foi de 826,45\$. Isso significa que ao final de um ano o seu retorno será menor do que o título de 2 anos de maturidade para o primeiro ano. Para que o agente fique indiferente entre comprar um título de 2 anos de maturidade e dois títulos subsequentes de 1 ano de maturidade cada, é preciso que ao final de dois anos ambas as escolhas tenham o mesmo rendimento. Ou seja, o segundo título de 1 ano de maturidade deverá igualar a diferença entre o rendimento total do título de 2 anos de maturidade e o rendimento do primeiro título de 1 ano. Assim, o agente será indiferente entre escolher uma das duas estratégias: um título de maior prazo ou vários títulos subsequentes de menor prazo.

Para isso se concretizar, será preciso que o segundo título de 1 ano de maturidade renda:

$$826,45 * (1,1)^2 = 826,45 * 1,08 * (1 + r_2)$$

Para isso $r_2 = 12,03\%$. Logo, mesmo o primeiro título de 1 ano de maturidade dando um retorno menor, o segundo título de 1 ano de maturidade compensaria com um retorno maior a diferença do título de 2 anos de maturidade, deixando assim indiferente a escolha do investidor entre as duas estratégias.

Consequentemente, o rendimento anual do título de prazo mais longo acaba se tornando uma média dos rendimentos dos títulos de curto prazo ao longo dos anos. Isso explica uma expectativa em relação aos agentes e a razão dos diversos formatos da curva de juros.

Se a taxa de juros de curto prazo futura será mais alta, há, portanto, uma expectativa dos agentes de que a taxa de juros de hoje subirá no futuro. A curva de juros não possui somente informação sobre as expectativas dos agentes, como também ainda indica qual é essa expectativa, ou seja, a direção que a taxa de juros tomará. Se a taxa de juros de longo prazo for menor, então há a expectativa de que a taxa de juros de curto prazo cairá. Se a taxa de juros de longo prazo for maior, então há expectativa de que a taxa de juros de curto prazo subirá. Os diferentes formatos da curva de juros poderiam então ser explicados pelas expectativas dos agentes. Com base nisso, forma-se a primeira teoria de mercado sobre a fundamentação da curva

de juros, conhecida como *Hipótese da Expectativa*.

Em suma, a Hipótese da Expectativa centra-se em dois pontos:

- As expectativas sobre as futuras taxas de curto prazo estão refletidas nas taxas futuras.
- O retorno esperado dos títulos de curto prazo é o mesmo em média para os títulos de diferentes maturidades. Desse modo, sabe-se hoje qual será a taxa juros de curto prazo futura.

Mesmo que a Hipótese da Expectativa tenha se tornado um elemento central na teorização da curva de juros, ao longo do século XX ela reapareceu em diferentes contextos com algumas variações. Ao todo, há quatro versões da Hipótese da Expectativa, e sob diferentes ângulos elas se complementam.

- Hipótese da Expectativa Não-Viesada: As atuais taxas futuras são iguais às expectativas das futuras taxas de curto prazo. Um título com prazo de 1 ano que começa no período $t + 1$ pode ser comprado hoje (período t) pelo mesmo preço que será comprado no período $t + 1$.
- Hipótese da Expectativa do Retorno-Maturidade: O retorno total de um título amadurecendo em um determinado período é igual ao retorno esperado do investimento em um mercado até aquela data. Para um título com maturidade de 4 anos, por exemplo, ao terceiro ano seu rendimento terá sido igual ao de um título de 3 anos de maturidade.
- Hipótese da Expectativa Rendimento-Maturidade: O rendimento de um título em seu vencimento é igual ao retorno esperado por período sobre um investimento em um mercado até o seu vencimento. Assim, o rendimento total de um título de longo prazo será a soma de todos os rendimentos de títulos de prazos menores.
- Hipótese da Expectativa Local: O retorno instantâneo de todos os títulos é igual ao retorno do título de curto prazo do período vigente.

Essas quatro versões da Hipótese da Expectativa são consistentes entre si em um mundo sem incerteza. Mas quando há incerteza no ambiente financeiro-econômico, elas se tornam inconsistentes. Adicionalmente, somente a Hipótese da Expectativa Local é consistente com o equilíbrio de ausência de arbitragem quando houver incerteza. Isso acontece porque não há garantia que a taxa futura seja igual à futura taxa de curto prazo, pois as expectativas dos agentes podem não se cumprir por fatores que possam causar instabilidade na curva de juros. Em uma Hipótese da Expectativa pura, o prêmio a termo para títulos de maturidades mais longas é zero. Mas a Hipótese da Expectativa generalizada pode incluir um prêmio a termo, sendo que este é esperado a ser constante.

2.1.2 HIPÓTESE DO PRÊMIO PELA LIQUIDEZ

A Hipótese do Prêmio pela Liquidez foi introduzida por Hicks em seu livro *Value and Capital* de 1939. Incluindo incerteza e risco no exemplo anterior, o cenário se altera. Enquanto sob ausência de incerteza todos os títulos oferecem um retorno equivalente no equilíbrio, em um mundo com incerteza os agentes vão exigir algum tipo de compensação pelo risco de segurar um título por um maior prazo, pois não há garantia que os retornos entre curto e longo prazos se igualem.

A primeira implicação disso é na própria curva de juros. Sob a Hipótese da Expectativa, um título de maior prazo que possui uma taxa de juros mais alta que a taxa de juros de um título de menor prazo indica que o título de curto prazo futuro terá uma taxa de juros mais alta. Porém, na prática, o formato ascendente da curva de juros para maiores maturidades se mantém mesmo com o passar dos anos. A taxa de juros do título de curto prazo tende a não subir mais do que a taxa de juros do título de longo prazo, como é esperado pela Hipótese da Expectativa, e portanto, não compensa a menor taxa de juros do título de curto prazo anterior, ou seja, no final não renderá o mesmo tanto que o título de prazo mais longo e o agente não será indiferente em sua escolha entre os títulos de curto e longo prazo.

Dessa forma, a taxa de juros de longo prazo, sob a Hipótese da Expectativa, indicaria que, quando o tempo passasse, ela se tornaria de forma geral a taxa de juros de curto prazo. A taxa de juros de longo prazo seria na média a taxa de juros de curto prazo futuramente. Mas mesmo com o passar do tempo, isso não ocorre. A taxa de juros de curto prazo se mantém em seu patamar e a taxa de juros de longo prazo se mantém em um patamar mais alto.

Surge, portanto, uma nova questão: Por que a taxa de juros de longo prazo se mantém consistentemente mais alta que a taxa de juros de curto prazo? A resposta converge naturalmente para o aspecto de um mundo com incerteza e a existência do risco.

A existência de um risco de não pagamento dos juros de um título faz os agentes demandarem uma compensação. O risco pode variar de acordo com o título, sendo que cada um terá uma compensação diferente, podendo ser maior ou menor e atingindo um preço de acordo. Mas o risco sempre será maior quanto maior for o prazo do pagamento, sendo assim, o risco cresce junto com a maturidade de um título. Consequentemente, não há obrigação de que o prêmio pago para compensar o risco seja constante, podendo inclusive variar para um mesmo título, dependendo do ambiente econômico.

Dessa forma se constrói a segunda teoria de mercado conhecida como *Hipótese do Prêmio pela Liquidez*. Em outras palavras, o agente recebe um prêmio por sua renúncia da posse do valor líquido; ele abre mão da liquidez, sendo que quanto maior o período de abdicação, maior é o risco que ele corre.

O prêmio a termo se refere à resignação da liquidez, e mesmo sob ausência de incerteza essa teoria de mercado se sustenta, explicando também o que a Hipótese da Expectativa explicava. Com isso, a Hipótese do Prêmio pela Liquidez se torna mais geral que a Hipótese da Expectativa, sendo que as expectativas dos agentes ainda explicam em parte o funcionamento das taxas de juros de curto e longo prazo, com a adição do prêmio pela liquidez para explicar a diferença em nível do curto e do longo prazo.

A ascendência da curva de juros, de acordo com a Hipótese do Prêmio pela Liquidez, se deve ao prêmio pela renúncia da liquidez, que permite os títulos de prazos maiores se tornarem uma escolha vantajosa, sendo o prêmio pela liquidez positivo e crescente com a maturidade do título.

Em suma, sob a Hipótese do Prêmio pela Liquidez, o retorno de títulos de longo prazo deve ser maior que os retornos esperados dos títulos de curto prazo de todos os períodos até o vencimento do título de longo prazo, de maneira a compensar o investidor pela maior volatilidade do preço do título de curto prazo. Dessa maneira, é esperado pelo próprio mercado que as taxas de juros de curto prazo futuras se mantenham em um mesmo patamar, com a estrutura a termo sendo crescente em função da maturidade.

A Hipótese do Prêmio pela Liquidez é capaz de explicar a forma comum e ascendente que a curva de juros assume e mantém ao decorrer do tempo, e a Hipótese do Prêmio pela Liquidez continua se sustentando mesmo se a Hipótese da Expectativa for verdadeira. Dessa forma, a Hipótese do Prêmio pela Liquidez é mais geral, independente da Hipótese da Expectativa ser corroborada ou rejeitada.

2.1.3 HIPÓTESE DA SEGMENTAÇÃO DE MERCADO

Em seu artigo de 1957, Culbertson sugeriu a Hipótese de Segmentação de Mercado. De acordo com essa teoria de mercado, agentes econômicos diferentes participam de segmentos diferentes de mercado. Desse modo, há uma preferência dos agentes em participar de um determinado segmento do mercado. Sob essa hipótese, os agentes que têm preferência por títulos de curto prazo sempre buscarão negociar títulos de curto prazo, enquanto agentes com preferência pelo longo prazo buscarão negociar títulos de prazos mais longo.

De acordo com essa teoria, há uma segmentação do mercado, e portanto, os retornos dos títulos de longo prazo e dos títulos de curto prazo são independentes, ou seja, não há uma relação entre curto e longo prazo, e a curva de juros assume geralmente um determinado formato por uma coincidência, devido ao funcionamento dos segmentos do mercado ser independente.

A independência das taxas de juros de curto prazo e das taxas de juros de longo prazo implica que a curva de juros possa tomar qualquer forma, e que suas

funções de desconto não sejam necessariamente suaves e nem contínuas entre os diferentes segmentos. Essa independência também impede que qualquer informação seja extraída da curva de juros, já que não há relação entre as taxas de juros de curto e de longo prazo.

2.1.4 HIPÓTESE DO HABITAT PREFERIDO

Modigliani e Sutch introduziram a Hipótese do Habitat Preferido em seu artigo de 1966. De acordo com essa teoria de mercado, mesmo que os agentes tenham preferências por diferentes segmentos de mercado, eles ainda estariam dispostos a explorar outras segmentações, desde que houvesse uma compensação. Essa hipótese acaba sendo uma flexibilização da Hipótese da Segmentação de Mercado, em que antes havia uma rigidez na preferência dos agentes, mas que sob a Hipótese do Habitat Preferido os agentes se permitem migrar para outro segmento desde que suas preferências sejam devidamente compensadas.

Dessa forma, os segmentos de mercado se tornam interdependentes e a estrutura a termo e função de desconto são suavizadas e se tornam até mesmo contínuas. Apesar de em termos práticos essa hipótese se aproximar da Hipótese da Expectativa, ainda há uma diferença fundamental. Na Hipótese da Expectativa há uma relação direta entre a taxa de juros de curto prazo e a taxa de juros de longo prazo, sendo que uma sempre pode ser explicada pela outra. Na Hipótese do Habitat Preferido não há relação entre a formação dessas taxas, simplesmente há uma possibilidade maior de escolha pelos agentes, de modo que conecte as diferentes taxas de juros, mas ainda assim essas não podem ser explicadas uma em função da outra.

Isso permite diferentes formatos irregulares para a curva de juros, sendo uma hipótese mais flexível do que a Hipótese da Expectativa, mesmo que na prática haja uma convergência para um formato similar às curvas de juros mais comuns. Ou seja, a curva de juros não é explicada pela expectativa, mas a busca dos agentes de maximizar o seu retorno age como se houvesse uma relação entre as taxas de juros das diferentes maturidades.

2.2 INTERPRETANDO A CURVA DE JUROS

A curva de juros reflete as expectativas dos agentes sobre as taxas futuras. Devido a isso, a curva de juros possui um potencial de informação sobre a economia e o comportamento dos agentes e pode ser uma ferramenta útil para auxiliar nas decisões dos agentes para os títulos de renda fixa. Se for possível extrair as expectativas dos agentes de dentro da curva de juros, essas podem servir de referência para análise da economia.

As taxas de juros mais altas dos títulos de prazo mais longo incluem prêmio por

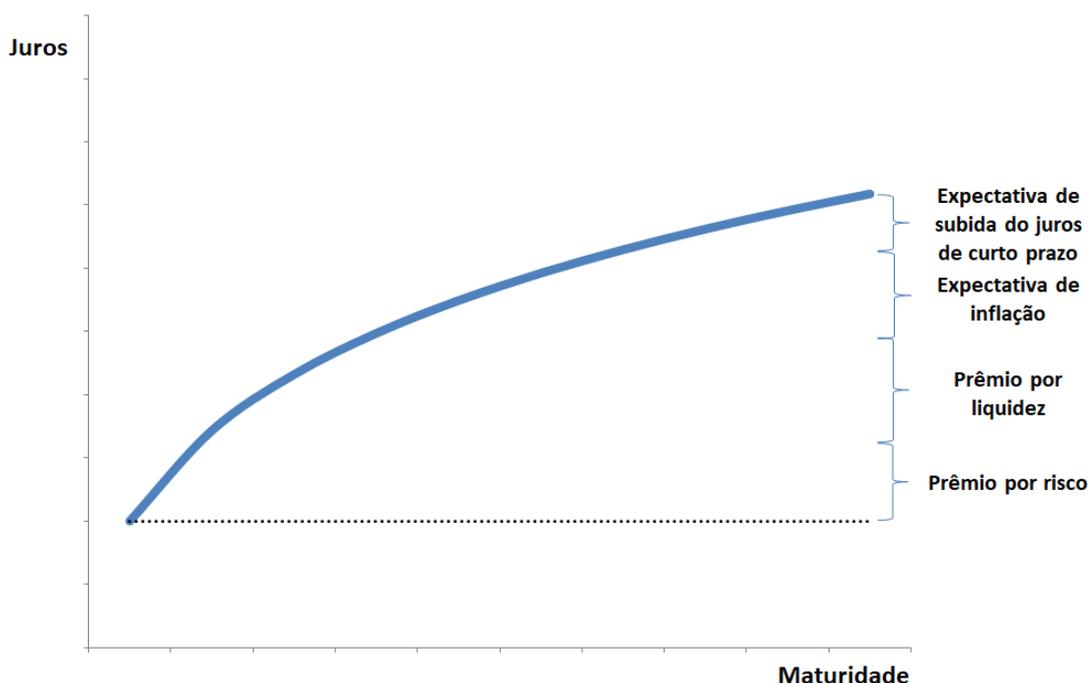


Figura 4 – Composição da Curva de Juros

risco e prêmio por liquidez. O prêmio por risco depende da credibilidade do emissor, sendo que o prêmio por liquidez depende da disposição do agente em abrir mão da disponibilidade do seu dinheiro. O prêmio pela liquidez aumenta junto com a maturidade do título, mas ele não será necessariamente constante. Em outras palavras, o prêmio por liquidez pode flutuar junto com a economia, dependendo do período em que se encontra o título. Ou seja, um título com uma mesma maturidade pode apresentar prêmios pela liquidez diferentes em momentos diferentes. Quando a economia estiver aquecida, o custo de oportunidade de abrir mão de um determinado valor será diferente de quando a economia estiver estagnada, por exemplo.

Outro aspecto sobre a curva de juros é que para taxas futuras poderá haver variação do valor da moeda, ou seja, um aumento generalizado dos preços (inflação). Assim, a quantia investida valerá menos do que quando foi investida. Para proteger o agente dessa possível perda, seria preciso uma correção monetária. Por não se saber de quanto será a inflação, o agente demandará um prêmio para esse ajuste, que será equivalente à sua expectativa de inflação.

Consequentemente, a taxa de juros de longo prazo contém mais informação do que somente prêmio pela liquidez e pelo risco, como busca ilustrar a figura 4.

Assim como as expectativas dos agentes podem variar, as taxas de juros também flutuam com os ciclos econômicos. Portanto, a curva de juros reflete as oscilações dos ciclos econômicos. Isso indica que a estrutura a termo da taxa de juros pode servir como uma previsora da própria atividade econômica. É comum observar um achatamento da curva de juros antes de uma recessão, por exemplo. Porém, se a curva

de juros costuma ser ascendente, explicada por expectativas e prêmios, surge uma nova questão sobre a curva de juros: qual a causa de uma queda da taxa de juros de longo prazo? As próprias expectativas dos agentes podem ser uma explicação, como quando houver uma expectativa de que a taxa de juros de curto prazo futura caia, ou uma expectativa de deflação, o que exigiria um menor prêmio, apesar de não ser tão comum. Uma expectativa de inflação menor poderia também indicar até mesmo um ritmo mais lento na atividade econômica. Seguindo essa mesma lógica na direção contrária, um aumento da taxa de juros de longo prazo poderia indicar um aumento da expectativa de inflação, o que poderia ser causado por um maior gasto público atual para gerar um aquecimento da atividade econômica, sendo este mais um exemplo de como a curva de juros refletiria os ciclos econômicos.

3 MODELAGEM DA CURVA DE JUROS

Os modelos de curva de juros se dividem basicamente em três tipos: Modelos Afim, Modelos Livres de Arbitragem e Modelos Estatísticos. A literatura dos modelos Afim começa com o artigo de Vasicek (1977). Os modelos Afim descrevem a dinâmica da estrutura a termo como função de um número pequeno de fatores. Essa abordagem foca na modelagem da dinâmica da taxa instantânea, que retornos de maturidades diferentes possam ser derivados sob pressupostos sobre prêmio-risco (DIEBOLD & LI, 2006).

A estimação da taxa de juros é crucial para administração de carteiras de ativos e importante tanto para a precificação de derivativos quanto para a administração de risco. Porém, ainda há uma lacuna a ser preenchida por modelos e teorias que sejam capazes de captar as dinâmicas de curto e longo prazo e realizar a previsão de forma contínua no tempo. Os modelos atuais se detêm a previsões estáticas, para se encaixar em um determinado período, e a dinâmica fica restrita ao curto prazo. Consequentemente, os modelos afim são inconsistentes com a hipótese de não-arbitragem, uma vez que demonstram dificuldade de ajuste da curva de juros para todas as maturidades.

A tradição de não-arbitragem foca no encaixe da curva de estrutura a termo em cada ponto no tempo, impossibilitando o uso da arbitragem, que possui importância na precificação de derivativos (DIEBOLD & LI, 2006). Para suprir essa lacuna, os modelos livres de arbitragem usam fatores de ajuste para que o modelo represente melhor a curva de juros. Ainda assim, os modelos livres de arbitragem apresentam suas próprias dificuldades na modelagem da curva de juros.

O modelo de Nelson & Siegel se destacou dentre vários tipos de modelagem da curva de juros por melhor capturar a complexidade da estrutura a termo. Em seu artigo, os autores Nelson & Siegel (1987) sugerem uma representação estatística da curva de juros, que busca alcançar um melhor encaixe do modelo de estrutura a termo. Além de apresentar resultados mais acurados para o modelo da curva de juros, o modelo de Nelson & Siegel performa melhor em previsões.

O modelo de Nelson & Siegel se tornou a escolha mais comum para a modelagem da curva de juros e será o modelo utilizado neste trabalho.

3.1 O MODELO DE NELSON & SIEGEL

O modelo de Nelson & Siegel (1987) consiste em componentes exponenciais para a modelagem da estrutura a termo da taxa de juros. Esse modelo permite usar os parâmetros variáveis como fatores. Isso possibilita a interpretação do nível, da inclinação e da curvatura da curva. Esses mesmos fatores também podem ser usados para a previsão da estrutura a termo.

Para modelar a estrutura a termo será usado o método “Fama-Bliss não-suavizado”,

que em vez de construir os retornos através de uma estimação da curva de desconto, constrói-se sequencialmente taxas futuras para títulos de maturidades maiores. Para uma maior facilidade de interpretação, Diebold & Li (2006) colocam o modelo de Nelson & Siegel (1987) na seguinte forma:

$$f_t(\tau) = \beta_{1t} + \beta_{2t}e^{-\lambda_t\tau} + \beta_{3t}\lambda_t e^{-\lambda_t\tau} \quad (1)$$

Onde τ representa a maturidade do título. Uma novidade apresentada por Diebold & Li (2006) foi a interpretação dos parâmetros do modelo. λ_t representa o fator de decaimento, variando de 0 a 1. Valores baixos para λ_t resultam em um decaimento lento e se encaixa melhor em longos prazos, enquanto grandes valores resultam em um decaimento rápido, o que se encaixa melhor em maturidades mais curtas. λ_t também influencia no valor máximo de β_{3t} .

β_{1t} , por ser constante, não tende a zero em seu limite. Pode ser interpretado como um fator de longo prazo. Como $\lim_{\tau \rightarrow \infty} f_t(\tau) = \beta_{1t}$, esse parâmetro determina o nível da estrutura a termo. β_{1t} representa o nível pois um aumento em β_{1t} causa um aumento proporcional em todas as maturidades.

β_{2t} possui um decaimento rápido e por tender a zero no limite refere-se ao curto prazo. É interpretado como o parâmetro de inclinação. β_{3t} é um fator de médio-prazo e por sua vez o parâmetro de curvatura.

De acordo com Diebold & Li (2006) a dinâmica de um bom modelo de uma curva de retorno precisa ser capaz de reproduzir alguns fatos estilizados, que sempre foram considerados historicamente, considerando o formato médio das curvas de estrutura a termo, a variedade de formatos que as curvas podem assumir, a persistência dos retornos, baixa persistência da amplitude, entre outros. São cinco fatos estilizados principais em que esse modelo se revela estar de acordo, reforçando o seu uso:

1. A curva de juros costuma ser crescente e côncava;
2. A curva de juros pode assumir formatos diferentes ao longo do tempo, o que exige flexibilidade do modelo. Ela deve poder até mesmo possuir um formato inverso;
3. A dinâmica do retorno deve ser consistente, ou seja, não deve possuir picos e vales sucessivos ao longo da curva ao longo das maturidades;
4. O curto prazo deve ser mais volátil do que o longo prazo;
5. Taxas de juros de longo prazo são mais consistentes do que as taxas de juros de curto prazo.

Esses fatos estilizados servem de referência para a modelagem da curva de juros, independentemente do método que for utilizado para a construção do modelo. É

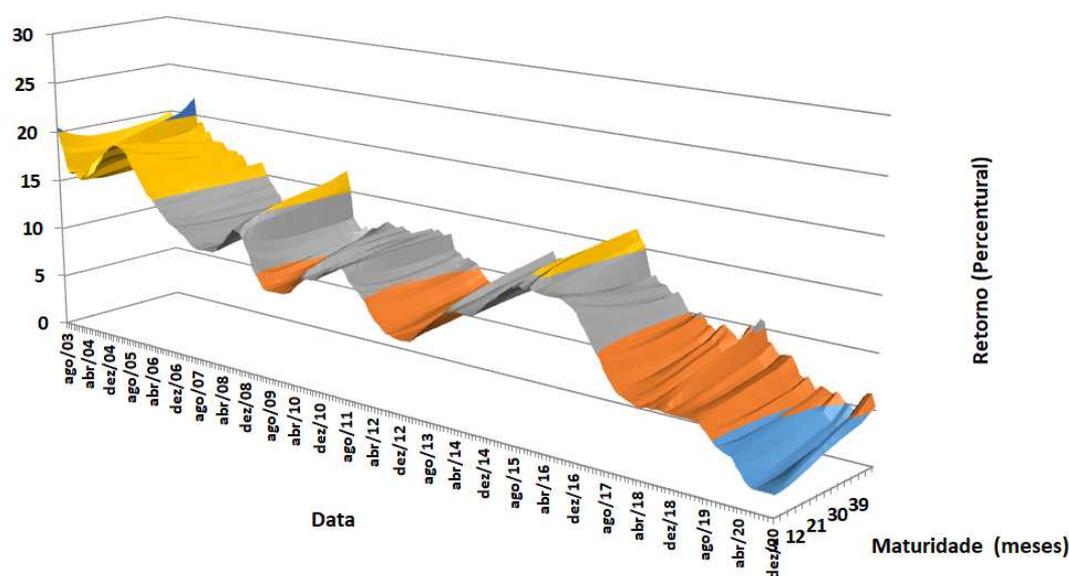


Figura 5 – Curva de Juros Tridimensional

importante notar que os fatos estilizados buscam ressaltar características essenciais em curvas de juros observadas, marcando os pontos principais aos quais os modelos precisam ser capazes de replicar. Além dos formatos padrões e outros que ocorrem com menos frequência, a curva de juros também apresenta comportamentos diferentes para as taxas de juros de curto prazo e taxas de juros de longo prazo.

3.2 CURVA DE JUROS BRASILEIRA

Os dados usados foram os valores dos contratos de DI-futuro brasileiros, encontrados na B3, sendo usado o último valor de cada mês como referência. A série começa em março de 2003 e vai até dezembro de 2020. As maturidade para os títulos usados foram mensais, começando em 3 até 60 meses. A figura 5 mostra que existe a persistência na dinâmica do retorno e que em nível os valores diminuíram ao longo do tempo. A figura 6 foi construída com as médias dos parâmetros da série inteira, dados que se encontram nas tabelas 1, 2, 3 e 4.

A inclinação foi calculada pela diferença entre a maturidade 120 meses e a maturidade de 3 meses. Para encontrar o valor para a maturidade de 120 meses, faz-se uma extrapolação da curva de juros através do modelo de Nelson & Siegel. A curvatura é o valor da soma da maior e menor maturidades e depois subtraindo-se a maturidade mediana multiplicada por 2. As autocorrelações são para a diferença de períodos de 1 mês, 12 meses e 30 meses. Aplicando a fórmula de Nelson & Siegel e utilizando o mesmo valor constante para lambda ($\lambda_t = 0,0609$) que Diebold & Li usaram em seu artigo de 2006, é possível estimar os betas através do método de mínimos

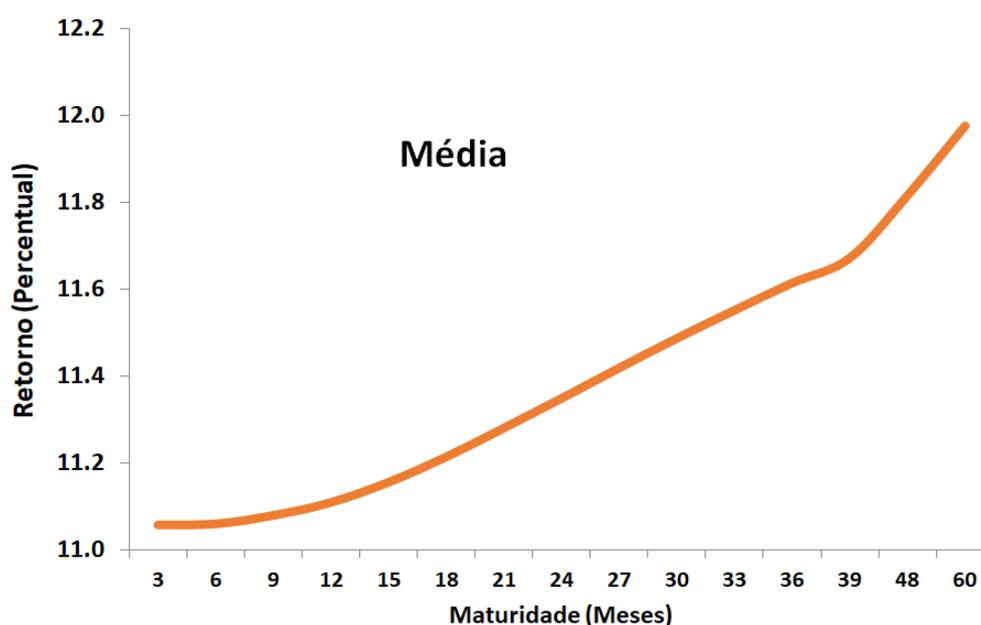


Figura 6 – Curva de Juros Média

Maturidade	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo
3	11.057	4.185	1.925	20.532
6	11.060	4.168	1.916	19.858
9	11.079	4.144	1.943	19.621
12	11.109	4.107	2.035	19.534
15	11.155	4.059	2.133	19.302
18	11.214	4.005	2.305	19.160
21	11.280	3.949	2.457	19.172
24	11.349	3.889	2.615	19.403
27	11.487	3.829	2.805	19.636
30	11.614	3.769	2.977	19.859

Tabela 1 – Estatística Descritiva para Maturidades de 3 a 30 Meses

Maturidade	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo
33	11.815	3.712	3.141	20.050
36	11.975	3.660	3.333	20.270
39	12.092	3.612	3.495	20.484
48	12.171	3.489	3.966	21.096
60	12.245	3.365	4.600	21.840
Inclinação	1.625	1.355	-0.907	4.452
Curvatura	1.583	1.139	-0.556	4.726

Tabela 2 – Estatística Descritiva para Maturidades de 33 a 60 Meses e Inclinação e Curvatura

Maturidade	$\rho(1)$	$\rho(12)$	$\rho(30)$
3	0.996	0.728	0.303
6	0.995	0.730	0.305
9	0.994	0.730	0.309
12	0.993	0.731	0.315
15	0.992	0.731	0.321
18	0.991	0.732	0.329
21	0.989	0.732	0.337
24	0.988	0.733	0.345
27	0.987	0.734	0.351
30	0.986	0.734	0.355

Tabela 3 – Autocorrelação para Maturidades de 3 a 30 Meses

Maturidade	$\rho(1)$	$\rho(12)$	$\rho(30)$
33	0.985	0.733	0.358
36	0.983	0.732	0.361
39	0.982	0.730	0.363
48	0.978	0.726	0.363
60	0.975	0.720	0.357
Inclinação	0.980	0.511	-0.329
Curvatura	0.959	0.311	-0.207

Tabela 4 – Autocorrelação para Maturidades de 33 a 60 Meses e Inclinação e Curvatura

quadrados ordinários. A escolha de um valor fixo para λ_t permite a simplificação da resolução da equação sem perda relevante para os resultados. O valor escolhido se refere exatamente ao valor que maximiza o decaimento do fator de médio prazo β_{3t} que se dá aos 30 meses de maturidade. Comparando o encaixe da curva estimada pelo modelo de Nelson & Siegel com a curva observada, percebe-se que há uma boa aproximação. Na figura 8 ambas as curvas são feitas com a média dos valores ao longo dos anos para as diferentes maturidades.

A figura 7 mostra que o encaixe da curva modelada pelo modelo Nelson & Siegel fica bem próxima da curva observada. Nas figuras 8, 9, 10 e 11 pode ser observado os vários formatos que a curva de juros pode assumir, com o modelo de Nelson & Siegel sendo capaz de reproduzi-las. Esses vários formatos estão de acordo com os fatos estilizados e também mostram que a curva de juros brasileira assumiu várias formas.

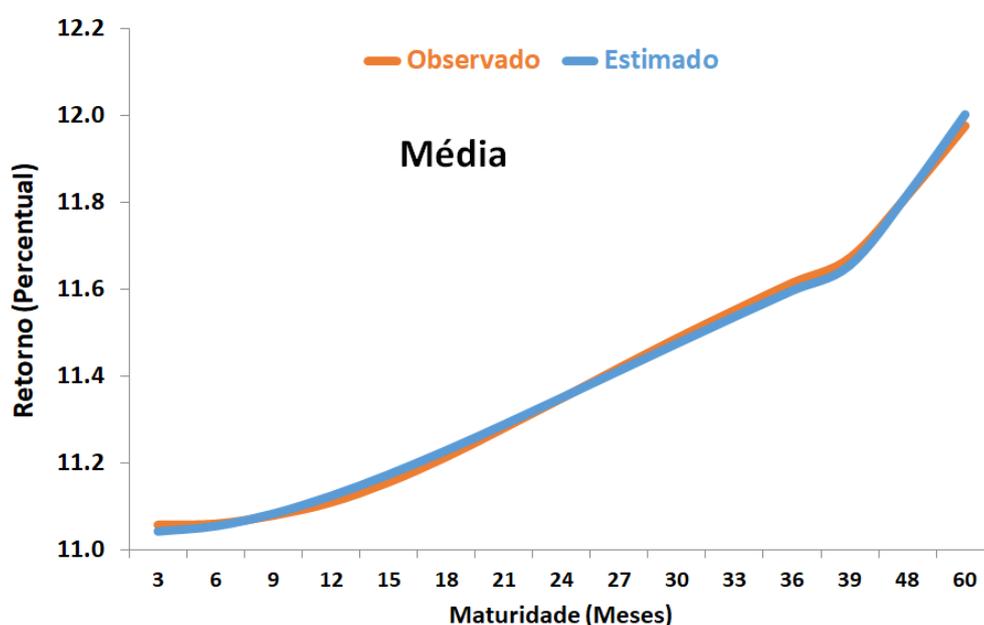


Figura 7 – Curva de Juros Média Observada x Estimada

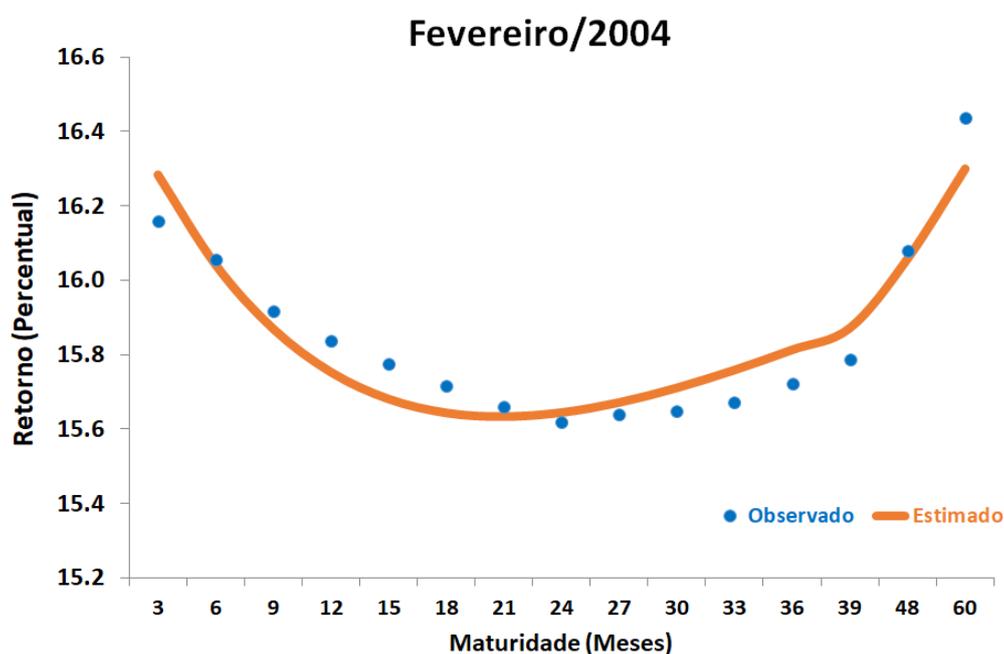


Figura 8 – Curva de Juros Média Observada x Estimada 02/2004

Na figura 12 há uma representação dos resíduos da modelagem da curva de juros ao longo do tempo em todas as maturidades. Nas tabelas 5, 6, 7 e 8 há a estatística descritiva dos resíduos da modelagem da curva de juros brasileira. Nas tabelas 9 e 10 encontra-se a estatística descritiva para os betas estimados para a curva de juros brasileira.

Os gráficos mostram que a estrutura a termo da taxa de juros modelada é

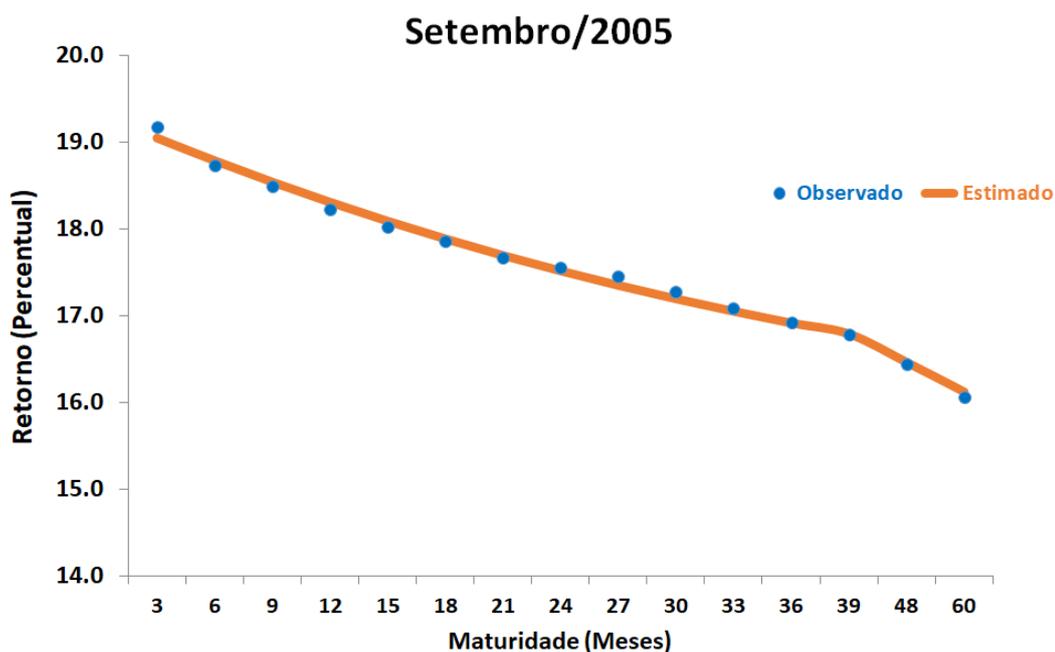


Figura 9 – Curva de Juros Média Observada x Estimada 09/2005

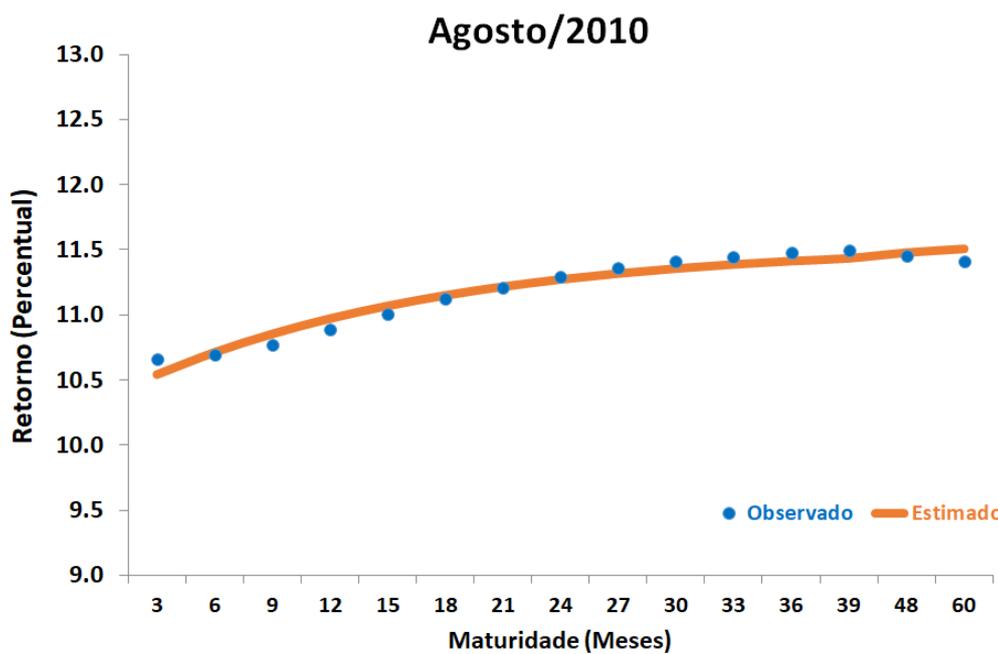


Figura 10 – Curva de Juros Média Observada x Estimada 08/2010

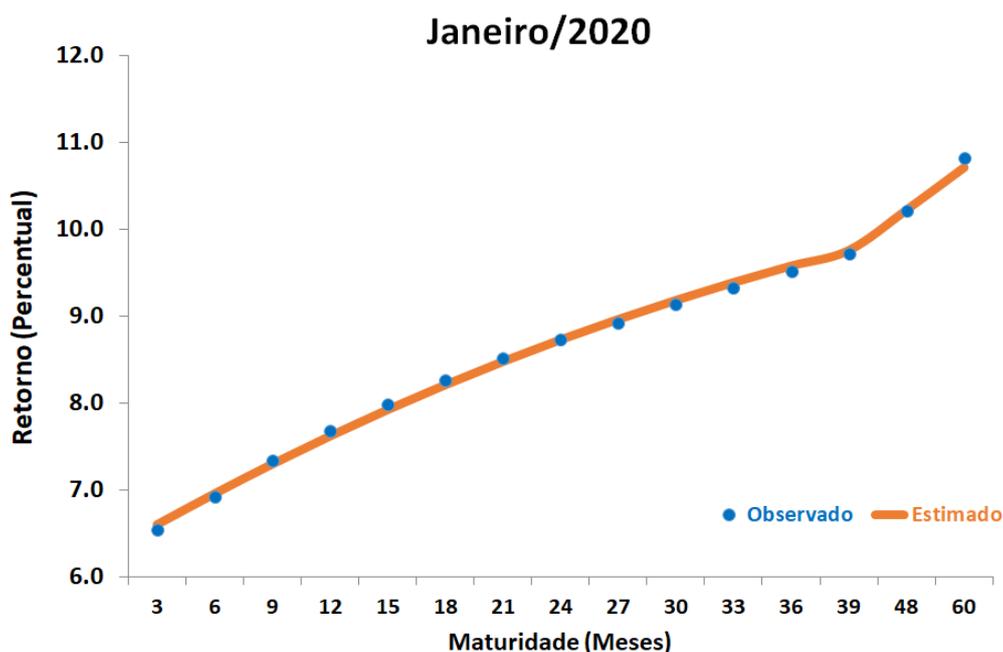


Figura 11 – Curva de Juros Média Observada x Estimada 01/2020

capaz de reproduzir as diversas formas que a curva de juros é capaz de adquirir, mostrando estar de acordo com os fatos estilizados. A média dos resíduos, apesar de baixa, se comporta persistentemente. Diebold & Li encaram que essa persistência dos erros na estimação dos modelos se deve a fatores externos, como a existência de impostos e efeitos de liquidez, que afetam nas decisões dos títulos e suas precificações. O interesse nos betas se dá sobre a interpretação que eles assumem. Dado que eles representam o nível, a inclinação e a curvatura da curva de estrutura a termo, é esperado que seu comportamento seja próximo às dessas características.

Maturidade	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo
3	0.015	0.103	-0.279	0.280
6	0.005	0.034	-0.085	0.107
9	-0.004	0.072	-0.199	0.197
12	-0.015	0.076	-0.251	0.234
15	-0.018	0.061	-0.209	0.152
18	-0.015	0.042	-0.148	0.110
21	-0.008	0.030	-0.111	0.063
24	-0.001	0.034	-0.091	0.123
27	0.006	0.044	-0.104	0.144
30	0.012	0.051	-0.114	0.183

Tabela 5 – Estatística Descritiva dos Resíduos para Maturidades de 3 a 30 Meses

Nas figuras 13, 14 e 15 há a comparação entre os betas e os fatores de nível, inclinação e curvatura da curva de juros. O encaixe para as curvas de nível, inclinação

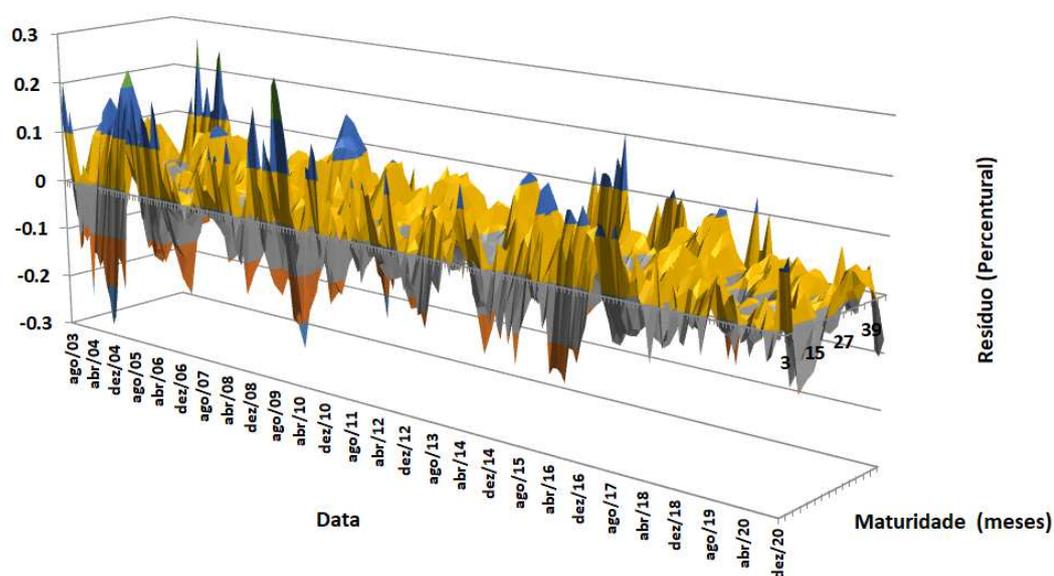


Figura 12 – Curva 3D dos Resíduos

Maturidade	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo
33	0.015	0.053	-0.156	0.161
36	0.018	0.052	-0.148	0.134
39	0.017	0.046	-0.128	0.121
48	-0.002	0.028	-0.131	0.087
60	-0.026	0.091	-0.248	0.264

Tabela 6 – Estatística Descritiva dos Resíduos para Maturidades de 33 a 60 Meses

Maturidade	MAE	RMSE	$\rho(1)$	$\rho(12)$	$\rho(30)$
3	0.015	0.104	0.811	-0.144	0.085
6	0.005	0.034	0.476	-0.086	0.160
9	-0.004	0.072	0.758	-0.168	0.084
12	-0.015	0.077	0.781	-0.091	0.038
15	-0.018	0.063	0.772	-0.051	-0.056
18	-0.015	0.044	0.686	0.052	-0.216
21	-0.008	0.031	0.598	-0.031	-0.095
24	-0.001	0.034	0.674	-0.206	0.138
27	0.006	0.045	0.758	-0.133	0.120
30	0.012	0.052	0.793	-0.032	-0.047

Tabela 7 – Estatística Descritiva dos Resíduos para Maturidades de 3 a 30 Meses

e curvatura parecem ser consistentes para a curva de juros brasileira, assim como o modelo de Nelson & Siegel apresentou resultados positivos para a curva de juros americana encontrados por Diebold & Li em seu artigo de 2006. Essa proximidade

Maturidade	MAE	RMSE	$\rho(1)$	$\rho(12)$	$\rho(30)$
33	0.015	0.055	0.759	-0.019	-0.137
36	0.018	0.055	0.734	-0.035	-0.119
39	0.017	0.048	0.716	0.005	-0.146
48	-0.002	0.028	0.536	-0.024	0.033
60	-0.026	0.094	0.780	-0.038	-0.157

Tabela 8 – Estatística Descritiva dos Resíduos para Maturidades de 33 a 60 Meses

Fator	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo
β_1	13.100	2.864	7.581	23.853
β_2	-2.048	3.145	-8.811	5.674
β_3	-2.295	4.500	-10.901	9.754

Tabela 9 – Estatística Descritiva para os Parâmetros

Fator	$\rho(1)$	$\rho(12)$	$\rho(30)$
β_1	0.929	0.118	-0.076
β_2	0.920	0.040	0.116
β_3	0.927	0.416	0.284

Tabela 10 – Estatística Descritiva para os Parâmetros

entre os betas e os fatores reforça a interpretação de Diebold & Li de que podem ser encarados como representações dos mesmos parâmetros da curva de juros. Interpreta-se como satisfatório o desempenho do modelo para a curva de juros brasileira.

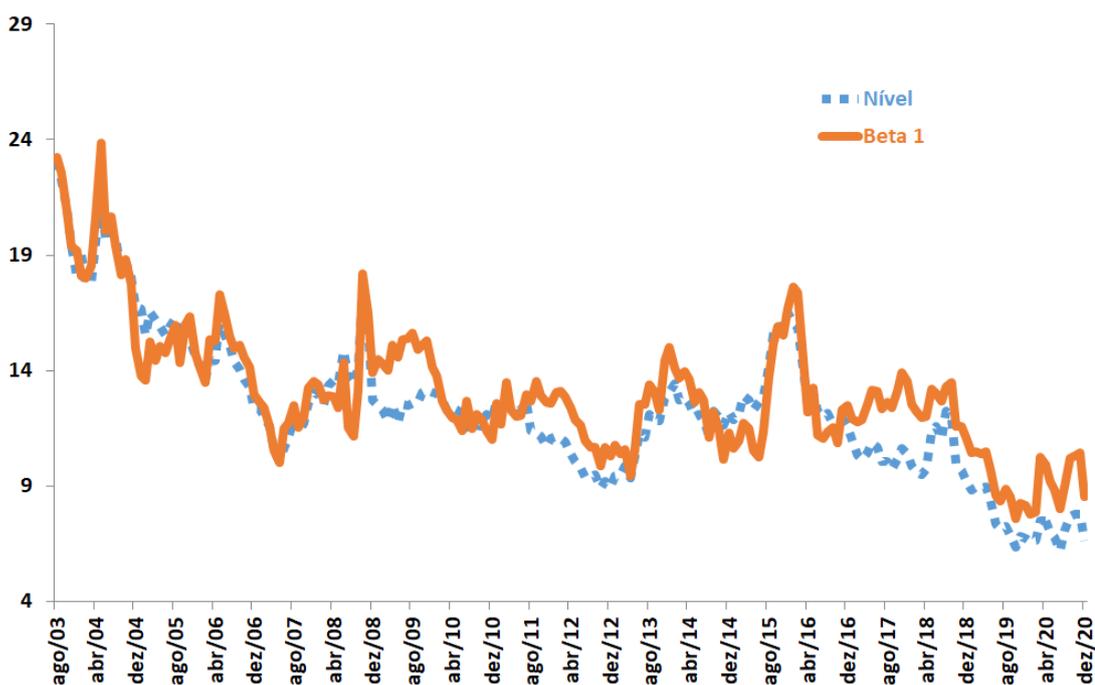


Figura 13 – Encaixe da Curva de Nível e Beta 1

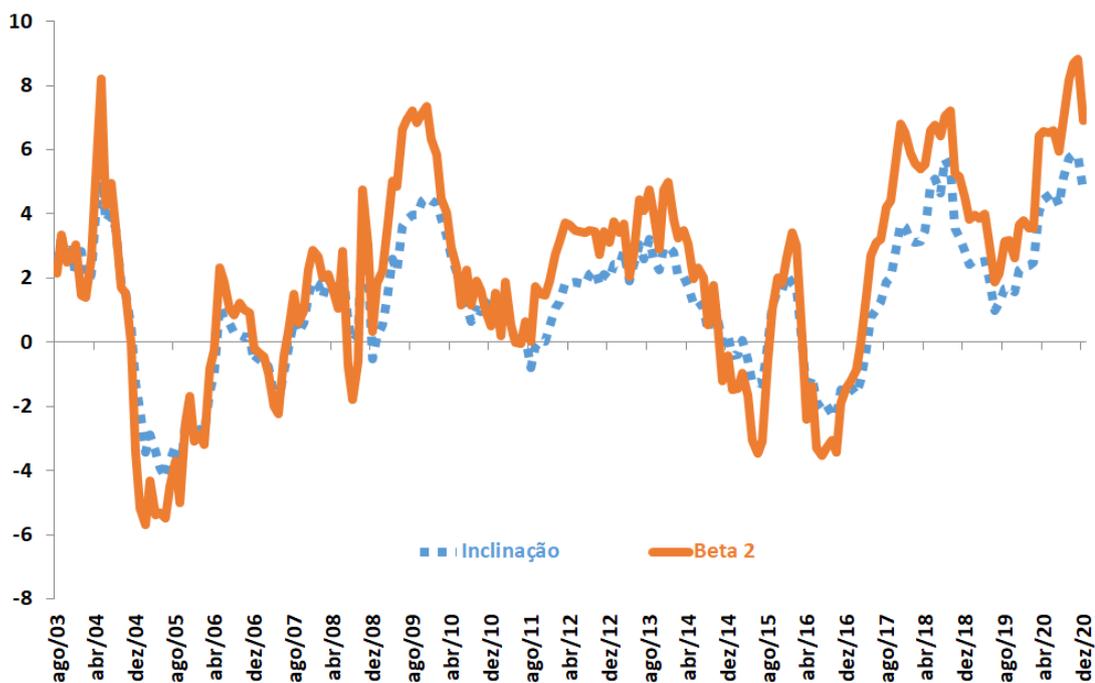


Figura 14 – Encaixe da Curva de Inclinação e Beta 2

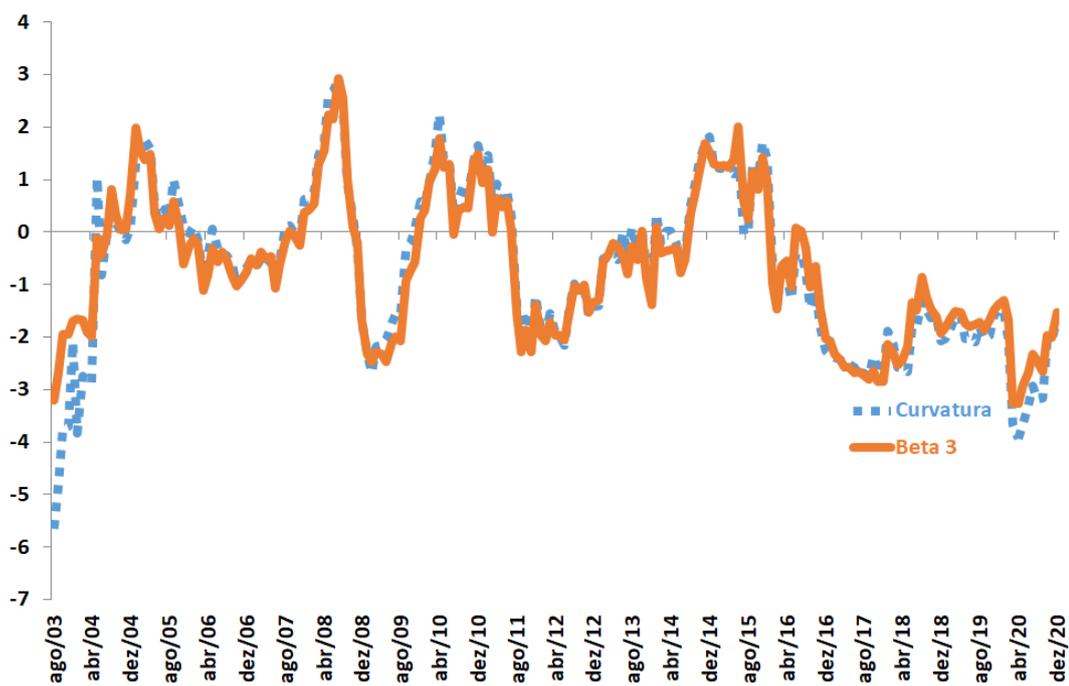


Figura 15 – Encaixe da Curva de Curvatura Observada e Beta 3

4 PODER PREDITIVO DA CURVA DE JUROS

Como já foi visto no capítulo 2, a curva de juros possui informações diretas entre a diferença do longo prazo e curto prazo. Utilizando a curva de juros é possível extrair informações de expectativas e prêmios termo, que são reflexo do comportamento dos agentes econômicos.

Além das informações contidas dentro da curva de juros utilizadas para explicar a própria curva de juros, a estrutura a termo também contém informações sobre a atividade econômica. Apesar de a curva de juros se dar dentro do setor financeiro, todos os setores da economia são interdependentes, ou seja, fatores reais serão refletidos dentro da curva de juros.

Na década de 1980, começou-se a tentar extrair essas informações da curva de juros. Artigos como o de Fama (1984, 1987, 1990), tentam encontrar taxas futuras utilizando a curva de juros, de maneira a prever qual seria o prêmio a termo futuro, o que permitiria agentes econômicos se anteciparem e tomarem melhores decisões. Porém, o próprio mercado financeiro é altamente dinâmico e novas informações adaptam as expectativas racionais dos agentes, que por serem **forward-looking**, alteraria consequentemente os valores futuros de acordo com as novas decisões, sendo as informações absorvidas pelas taxas de juros e dificultando sua previsão.

Houve também artigos que buscaram prever a inflação futura, como em Fama (1990) e Mishkin (1990), pois a curva de juros inclui expectativas de inflação e essas poderiam informar sobre a inflação futura e afetá-la. Outra possibilidade de informação da curva de juros seria sobre a atividade econômica. Antes de aprofundar sobre os trabalhos feitos na extração da informação da atividade econômica da curva de juros, é preciso entender primeiro os mecanismos que agem sobre a curva de juros e sua relação com a atividade econômica.

4.1 CURVA DE JUROS E ATIVIDADE ECONÔMICA

A relação da curva de juros com a atividade econômica pode ser dada em duas direções: da curva de juros para a atividade econômica e da atividade econômica para a curva de juros. Essa relação pode ser vista a partir de vários ângulos.

O primeiro deles se dá pela própria taxa de juros de curto prazo. A taxa de juros de curto prazo tem um efeito direto na decisão dos agentes entre consumo e poupança, além de possibilitar ou impedir investimentos de curto prazo, como também o papel do crédito para amplificação de consumo. Em grande parte, a taxa de juros de curto prazo afeta o mercado monetário, e dependendo da situação econômica (uma economia aquecida ou uma economia em desaceleração econômica, por exemplo) pode se encontrar em um nível mais alto ou mais baixo.

A taxa de juros de longo prazo tem um papel maior no investimento, já que

o trade-off consumo-poupança dos agentes não é imediato, e sim a suavização do consumo entre curto e longo prazo para a maximização do consumo intertemporal. A taxa de juros de longo prazo se relaciona com investimentos de longo prazo, que resultam em maior capacidade de produção e conseqüentemente crescimento econômico. O papel da expectativa também tem uma participação maior na taxa de juros de longo prazo do que na taxa de juros de curto prazo. A expectativa dos agentes afeta a economia em duas etapas: pela curva de juros, através do aumento ou da queda da taxa de juros de longo prazo, e pelo investimento, que ocorrerá com maior probabilidade em níveis de taxas de juros de longo prazo mais baixas e em ambientes econômicos mais otimistas, seja em uma economia aquecida ou pós-recessão. Assim, as expectativas dos agentes afeta indiretamente o crescimento econômico através da atividade econômica.

Outro fator capaz de afetar a curva de juros é a própria inflação. Mesmo que a inflação afete o presente, a sua expectativa futura afetará a taxa de juros de longo prazo, que contém um prêmio para compensar o agente. A informação da curva de juros, se extraída, permite que agentes possuam mais detalhes sobre a economia e tomem melhores decisões.

Toda a informação da curva de juros se encontra principalmente entre a taxa de juros de curto prazo e a taxa de juros de longo prazo. A diferença entre essas duas taxas é chamada na literatura de inclinação da curva de juros. A inclinação da curva de juros é o spread das taxas de juros de longo e curto prazo, ou seja, a subtração entre um e o outro. Como foi explorado no capítulo 2, a diferença entre a taxa de juros de longo prazo e a taxa de juros de curto prazo inclui exatamente os prêmios a termo e expectativas dos agentes sobre os aspectos futuros da economia. Dessa maneira, o spread da curva de juros é uma quantificação das expectativas e prêmios a termo, e portanto, a inclinação contém a maior parte da informação a ser extraída da curva de juros sobre a atividade econômica.

No começo dos anos 1990 vários economistas tentaram encontrar uma relação entre a curva de juros e a atividade econômica. No início ainda não havia uma definição clara de como deveria ser calculado o spread para encontrar a inclinação da curva de juros. Assim, foram utilizados diferentes spreads, como a diferença entre títulos de 1 ano e de 3 meses, de 2 anos e de 3 meses, de 5 anos e de 3 meses, e até de 10 anos e de 3 meses. De todos esses spreads, o que se mostrou melhor como variável informativa foi a diferença entre as maturidades de 10 anos e de 3 meses.

Os primeiros economistas a usarem o spread entre 10 anos e 3 meses foram Estrella e Hardouvelis em seu artigo de 1991. Utilizando dados da inclinação da curva de juros para o spread de 10 anos e 3 meses, os autores encontraram uma correlação entre o achatamento da inclinação da curva de juros e períodos de recessão na economia americana. Comparada com outras variáveis utilizadas, a inclinação da

curva de juros se mostrou a que possui melhor capacidade de previsão de baixa atividade econômica.

Apesar de a inclinação da curva de juros não apresentar a mesma força preditiva para crescimento econômico (ANG, PIAZZESI & WEI, 2006; CHINN & KUCKO, 2010; DE PACE, 2013), seu papel para antecipar recessões econômicas demonstrou um potencial tão forte que ainda hoje é utilizado como um indicador antecedente para a previsão de recessões, seja por bancos centrais ou pesquisadores acadêmicos.

A inclinação da curva de juros se mostrou tão capaz de prever recessões em uma economia que ela foi utilizada repetidamente em diversos trabalhos posteriores, como Harvey (1993), Plosser & Rowenhorst (1994), Haubrich & Dombrovsky (1996), Bernard & Gerlach (1998), Estrella & Mishkin (1998), Wright (2007), Nyberg (2010), Moersch & Pohl (2011), Evegnidis & Siripoulos (2014), Croushore (2015), Moench & Liu (2016), Kozlowski (2018), Bauer & Mertens (2018) e Engstrom & Sharpe (2019) para a curva de juros americana.

Para países europeus e outros da América do Norte, encontra-se Plosser & Rowenhorst (1994), Bernard & Gerlach (1998), Nyberg (2010), Moersch & Pohl (2011) para a Alemanha, Plosser & Rowenhorst (1994), Bernard & Gerlach (1998), Moersch & Pohl (2011) para Canadá, França e Reino Unido, Bernard & Gerlach (1998) para Bélgica e Holanda, e Hvozdenska (2015) para Dinamarca, Noruega, Suécia, Islândia e Finlândia, apresentando o mesmo desempenho notável para todos esses países.

A inclinação da curva de juros também foi usada para outros países como Pagan (2010) e Kaya (2013) para a Turquia, Kim & Limpaphayon (1997), Bernard & Gerlach (1998), Nakaota (2005), Moersch & Pohl (2011) para o Japão e Moersch & Pohl (2011) para a Austrália.

Surge a questão do porquê a inclinação da curva de juros ser capaz de prever baixa atividade econômica. Primeiramente, é importante ressaltar que a correlação entre a inclinação da curva de juros e recessão econômica se dá quando há um achatamento da inclinação, ou seja, a diferença entre a taxa de juros de longo prazo e taxa de juros de curto prazo se torna menor.

Isso pode ocorrer através de três maneiras:

1. aumento da taxa de juros de curto prazo
2. queda da taxa de juros de longo prazo
3. uma combinação dos movimentos das taxas de juros de curto e longo prazo

Quando há uma queda da taxa de juros de longo prazo, investimentos que demandam mais capital e mais tempo para dar retorno se tornam mais atraentes. A queda do custo gera uma oportunidade e provoca troca de investimentos de curto prazo para investimentos de longo prazo, que podem trazer um maior retorno devido a

queda da taxa de juros de longo prazo. Wright (2007) ressalta que, pela hipótese da expectativa, o prêmio a termo adiciona um nível à taxa de juros de longo prazo. Por causa disso, a sua relação com o crescimento econômico é diferente da relação com a inclinação. Enquanto uma curva achatada e uma menor inclinação indicam um menor crescimento, um menor prêmio a termo diminuiria a taxa de juros de longo prazo, tornando mais vantajoso investimentos mais longos e estimulando o crescimento e igualmente achatando a curva de juros. Essa aparente contradição se dá em uma desaceleração econômica no curto prazo em troca de um potencial de crescimento maior no longo prazo.

O aumento da taxa de juros de curto prazo, apesar de possuir o mesmo efeito de mudança de investimento do curto prazo para o longo prazo, possui também um efeito recessivo, pois também age sobre o consumo. Seu papel atua da mesma forma que uma política monetária contracionista, o que reforça a própria importância do papel que a política monetária vai ter diante da curva de juros.

A estrutura a termo é um importante mecanismo para a transmissão da política monetária. A política monetária não tem controle sobre a taxa de juros de longo prazo, mas pode influenciá-lo indiretamente através da taxa de juros de curto prazo, afetando o investimento e o crescimento econômico.

Plosser & Rowenhorst (1994) afirmam que é importante notar que a habilidade de a estrutura a termo prever a baixa atividade econômica futura vem da informação contida no curto prazo, em que a autoridade monetária possui influência direta, e da informação contida no longo prazo, em que a influência da autoridade monetária só pode ser dada indiretamente. A informação gerada do curto prazo terá como fonte a própria política monetária, influenciando diretamente na atividade econômica futura próxima. A informação gerada pelo longo prazo dependerá das expectativas e decisões dos agentes, que também levam o curto prazo e a política monetária em consideração, afetando fatores de longo prazo igualmente pertinentes para o crescimento econômico.

A correlação entre a inclinação da estrutura a termo e a medida da atividade econômica real dependem também do comportamento da expectativa da inflação, e a sua interação entre expectativa de inflação e expectativa de juros futuros. Admitidamente, o spread não responde a variações permanentes na expectativa de inflação, pois essa terá um efeito em nível em todos os prazos da curva de juros. Variações do spread, portanto, estão associadas a mudanças temporárias dos movimentos dos fatores entre curto e longo prazo. Adicionalmente, mudanças permanentes na taxa de juros real também terão pouco efeito na inclinação da estrutura a termo, pois afetarão igualmente o curto e longo prazo.

Como os comportamentos padrões de crescimento econômico variam pouco entre diferentes países, diferentemente do comportamento da inflação em que ocorre em diferentes proporções, torna-se provável que o papel da estrutura a termo em

previsão será afetado pelo caráter da inflação. Em ênfase, a previsão da inclinação da curva de juros deve se tornar um melhor indicador de crescimento econômico futuro real em países com baixa e estável inflação, e um melhor indicador de crescimento econômico futuro nominal para países com inflação alta e oscilatória (PLOSSER & ROWENHORST, 1994).

Apesar da influência da política monetária de curto prazo na taxa de juros de curto prazo, a informação contida na taxa de juros de curto prazo ainda é considerada por possuir autonomia para informação da atividade econômica, não dependendo da política monetária para decidir resposta da atividade, mas já levando em consideração a atuação esperada da autoridade monetária. Ou seja, a informação da taxa de juros de curto prazo não provém exclusivamente da política monetária, e nem é independente desta, pois os agentes já formularam suas decisões levando em conta a própria política monetária, não sendo necessário considerar essa em separado por já estar inclusa na própria taxa de juros de curto prazo. A política monetária se torna relevante para o curto prazo quando agir com surpresa, atuando fora do que é normalmente previsto e esperado, agindo como um choque de curto prazo e finalmente tendo um efeito que sobrevaloriza a informação de curto prazo para a economia e a estrutura termo.

A inclinação da estrutura a termo é frequentemente interpretada pela política monetária como um indicador da expectativa atual relativa à política monetária futura. Se a taxa de juros de curto prazo é baixa em relação à taxa de juros de longo prazo, a política monetária é considerada flexível. Correspondentemente, uma estrutura a termo achatada é tomada como indicativo de uma política monetária rígida e possivelmente contracionista. Taxas de juros altas, por causa de uma política monetária contracionista, resultam em adiamento dos investimentos e conseqüentemente um declínio na atividade econômica futura próxima. O baixo investimento atual gera um menor crescimento econômico no curto prazo.

Adicionalmente, se os agentes convergirem suas expectativas para um baixo crescimento futuro e acreditarem que a relação inflação-desemprego da curva de Phillips se manterá, seria esperado da inflação que ela caísse e que conseqüentemente a curva de juros tenderia a se inverter, pois com expectativa de baixa da taxa de juros de longo prazo por parte dos agentes, a taxa de juros de longo prazo tenderia a cair até um ponto em que fique menor do que a taxa de juros de curto prazo, ou seja, a curva de juros ficaria com uma inclinação negativa. Portanto, essa informação preditiva é consistente com a teoria monetária em que a política monetária atua através da taxa de juros para afetar o trade-off inflação-desemprego e que a inflação e o crescimento do produto estão relacionados no curto prazo. É extremamente importante ressaltar que devido à vertente macroeconômica atual novo-keynesiana (pois na época muitos dos artigos sobre esse assunto ainda não haviam sido escritos sob essa ótica), mesmo que uma política monetária expansionista possa afetar o produto através da taxa de juros,

seu efeito ainda é considerado temporário, pois o aumento da atividade econômica é resultante do aquecimento capaz de diminuir o hiato do produto, e não causa de uma mudança permanente no crescimento econômico, sendo este último somente afetado de maneira permanente por choques de produtividade.

Um ponto chave a compreender sobre a inversão da curva de juros é que uma curva de juros invertida não causa uma recessão, e sim reflete as condições que tornam uma recessão mais provável. Essa correlação funciona porque as decisões dos agentes e o efeito dos fatores reais serão refletidos na curva de juros. A atuação da curva de juros em conjunto com outros fatores da economia é o que permite validar a curva de juros como uma proxy para observação e mensuração desses fatores reais. Se o spread for positivo, haverá uma expectativa de crescimento econômico. Se ele diminuir ou se tornar negativo, a expectativa resultante é de desaceleração. Uma economia com crescimento econômico sustentável tende a ter o seu spread, ou inclinação, da taxa de juros positivo. Mas é importante notar que mesmo que o valor positivo da inclinação indique atividade econômica, não é possível inferir que quanto maior for o spread maior será o potencial de crescimento econômico. Isso acontece porque a taxa de juros é o preço do capital. E os preços não são indicativos de rendimentos, apenas indicativos para alocação de recursos.

Outro fator importante referente à relação da curva de juros e atividade econômica é a política fiscal. Apesar de não ter sido ainda explorada a relação da política fiscal com a inclinação da curva de juros na literatura, os efeitos da política fiscal na economia já são conhecidos. Uma análise rápida para compreender o efeito da política fiscal na curva de juros poderia ser feita através de um caso extremo: em uma situação de dominância fiscal. Sob dominância fiscal, a política monetária ficaria subjugada à política fiscal, podendo assim a política fiscal se refletir na curva de juros através da política monetária.

O último ponto a ser ponderado sobre a relação da curva de juros e a atividade econômica se refere ao setor externo e a possibilidade de estruturas termos de outros países afetarem a estrutura a termo doméstica. Um aumento da taxa de juros interna pode representar captação de recursos externos. Economias consideradas pequenas no ambiente econômico internacional podem ser afetadas pela volatilidade da taxa de juros internacional, além de a taxa de juros de países com economia pequena possuírem um patamar mínimo para que a taxa de juros interna se iguale à taxa de juros internacional. Ainda por cima, países que possuem a desconfiança de agentes externos observarão um prêmio ao risco soberano, o que também representaria em aumentos da taxa de juros interna.

É importante reforçar que a informação referente à recessão não vem das taxas de juros de curto prazo e longo prazo independentemente, e sim da sua inclinação. Se houver movimentos na mesma direção e proporção das taxas de juros de diferentes

prazos, ainda não haveria mudança na inclinação da curva de juros.

4.2 PREVISÃO E RECESSÃO

A primeira etapa para o uso da inclinação da curva de juros é averiguar seu poder explicativo em relação ao crescimento econômico. Existe vantagens em se utilizar a curva de juros para previsões. Os dados sobre a curva de juros são gerados diariamente, o que é útil para analisar consequências macroeconômicas de mudanças pouco notáveis na economia. Outro detalhe é que os dados referentes à curva de juros não sofrem revisão, o que impede criar previsões com dados preliminares. Como os dados referentes ao crescimento econômico são trimestrais, para gerar uma informação da inclinação da curva de juros comparável, é realizada uma média dos spreads contidos no período trimestral de referência. Os dados utilizados para o PIB são de valores correntes deflacionados pelo IPCA com o valor do ano de 1995 de referência, e podem ser encontrados na série de contas nacionais trimestrais no IBGE.

Para encontrar o poder preditivo da curva de juros em relação à atividade econômica, é utilizado o mesmo modelo de Estrella e Hardouvelis (1991), também utilizado como modelo de referência na literatura por outros autores para outras economias. O PIB é uma variável trimestral. Para obter a variável dependente utiliza-se a fórmula para variação acumulada

$$Y_{t,t+k} = \frac{400}{k} \cdot \log \frac{Y_{t+k}}{Y_t} \quad (2)$$

Sendo k o horizonte de previsão em trimestres e Y_{t+k} o nível real do PIB durante o trimestre $t+k$ e $Y_{t,t+k}$ é a porcentagem da variação entre o trimestre atual t e o trimestre futuro $t+k$.

Também é examinado a previsibilidade da variação percentual marginal anualizada do PIB real do trimestre futuro $t+k-j$ até o trimestre futuro $t+k$:

$$Y_{t+k-j,t+k} = \frac{400}{j} \cdot \log \frac{Y_{t+k}}{Y_{t+k-j}} \quad (3)$$

Observe que a variação percentual cumulativa $Y_{t,t+k}$ é a média das variações percentuais marginais consecutivas $Y_{t+i-1,t+i}$ para $i = 1, 2, 3, \dots, at k$. Assim, cada $Y_{t+i-1,t+i}$ provê uma informação mais precisa de quão longe no futuro a estrutura a termo pode prever.

Para a curva de juros é usado o spread entre a taxa de juros de 10 anos e a taxa de juros de 3 meses, sendo que a taxa de juros para 10 anos é extrapolado para os dados brasileiros através do modelo Nelson-Siegel para a curva de juros.

$$spread_t = i_t^L - i_t^C \quad (4)$$

sendo i^L longo prazo, 10 anos, e i^C curto prazo, 3 meses.

Para os dados da taxa de juros é usada uma média trimestral para comparar com os dados do PIB. Essa transformação é feita através de uma média aritmética simples com todos os valores diários pertencentes ao trimestre. Essa comparação possui uma ênfase qualitativa sobre a relação da curva de juros e o crescimento do PIB, não havendo preocupação em prever de quanto será o PIB quantitativamente.

A regressão básica se torna:

$$Y_{t,t+k} = \beta_0 + \beta_1 \text{spread}_t + \mu_t \quad (5)$$

sendo que $Y_{t,t+k}$ e spread_t já foram definidos nas equações 4.1 e 4.3.

Com a amostra trimestral, o horizonte de previsão k varia de 1 até 20 trimestres à frente. A sobreposição dos horizontes de previsão cria alguns problemas econométricos. A amostra sobreposta gera um erro médio móvel que não afeta a consistência dos regressores MQO, mas afeta seu erro-padrão. Para gerar a inferência correta, os erro-padrões precisam ser ajustados. É usado o método de ajuste de Newey West. O lag escolhido para cada correção de Newey West é feito de acordo com cada regressão, mas o erro-padrão não parece ser sensível ao tamanho do lag, sendo utilizado o lag de tamanho zero para simplificação.

Os resultados desse teste feito para as economias de outros países foram consistentes. Não por acaso essa relação entre curva de juros e crescimento do PIB foi estabelecida há 30 anos, funcionando desde então e mantendo sua funcionalidade até hoje, tendo seu uso ainda atualmente e o spread da curva de juros sendo classificado como um dos principais indicadores antecedentes para o PIB na economia americana.

A variação cumulativa demonstra capacidade preditiva 4 trimestres à frente nos resultados encontrados em trabalhos para as outras economias. Nesses trabalhos, essa capacidade preditiva dura até 16 trimestres à frente. Para a variação marginal, o poder preditivo vai até 8 trimestres à frente. Esses foram os resultados para economia norte-americanas (EUA e Canadá), europeias e incluindo Japão e Turquia. O esperado é que o mesmo resultado se mostre para o Brasil. Nas Tabelas 11 e 12 há os resultados encontrados para a economia brasileira, com o desvio-padrão entre parênteses.

Porém, para o Brasil o resultado foi bem diferente, inclusive desencorajador. Não se encontra a menor relevância para essa relação nos dados brasileiros. O R^2 resultante para os outros países chegam a ficar maior que 0,3 para 4 trimestres à frente (para $k = 4$), enquanto para o Brasil ele é 100 vezes menor. À primeira vista, a curva de juros brasileira não contém um poder preditivo sobre o PIB e portanto, não seria capaz de prever recessões.

Para efeitos de comparação, essa relação é reproduzida para os EUA. os dados usados para o spread são dos títulos do tesouro americano com cumpom zero. Os dados da curva de juros e do PIB americano são retirados do **Federal Reserve Eco-**

Variação Acumulada				
Trimestres a Frente	Número de Observações	Beta 0	Beta 1	R ²
1	68	1.763567 (1.430646)	0.146347 (0.737482)	0.000613
2	67	1.802623 (1.087747)	-0.102932 (0.397678)	0.000665
3	66	1.883803 (0.728777)	-0.039223 (0.251759)	0.000222
4	65	2.004335 (0.480408)	-0.084999 (0.170305)	0.002143
5	64	2.19453 (0.497236)	-0.234142 (0.181316)	0.016916
6	63	2.255061 (0.502743)	-0.284235 (0.202214)	0.025441
7	62	2.31988 (0.423901)	-0.319727 (0.204422)	0.041763
8	61	2.314756 (0.336720)	-0.324993 (0.158574)	0.056959
12	57	2.174224 (0.309874)	-0.206537 (0.161620)	0.027061
16	53	2.025242 (0.323962)	-0.072194 (0.155880)	0.003778
20	49	2.129898 (0.331625)	-0.239258 (0.141011)	0.047162

Tabela 11 – Descrição das Variáveis Regredidas - Spread 10 anos e 3 meses

nomi Data (FRED). Quando utilizada a mesma amostra do artigo original de Estrella & Hardouvelis (1991), do ano 1956 até 1988, encontra-se o valor de 0,3 para o R^2 . Porém, quando a amostra é estendida até o ano de 2020, o valor do R^2 cai para pouco mais de 0,11, 4 trimestres à frente, como pode ser visto na tabela 13. A tabela 13 contém os resultados para a variação acumulada e a tabela 14 contém os resultados para a variação marginal, ambas referentes aos dados da economia americana.

Ressalta-se que o esperado para o valor de β_1 é que seja positivo. A relação entre a inclinação da curva de juros e o crescimento econômico é proporcional, sendo que ambas deveriam caminhar na mesma direção. Quando a inclinação da curva de juros diminui, o crescimento econômico também diminuiria. Porém, para o Brasil o β_1 adquire valores negativos, o que torna contraintuitiva essa relação. Isso implicaria que uma menor inclinação favoreceria um maior crescimento econômico. Essa relação inversamente proporcional para a economia brasileira é contraditória com a teoria vista.

Para as outras economias se descobriu uma correlação entre o achatamento do spread da curva de juros 4 trimestres anteriores ao crescimento negativo do PIB. Visualmente é possível constatar essa relação - mesmo que o teste visual não comprove

Variação Marginal				
Trimestres a Frente	Número de Observações	Beta 0	Beta 1	R ²
1	68	1.763567 (1.430646)	0.146347 (0.737482)	0.000613
2	67	1.841357 (1.448863)	0.123633 (0.584668)	0.000419
3	66	2.030706 (1.479871)	0.07416 (0.584747)	0.000150
4	65	2.167611 (1.506375)	-0.276842 (0.591743)	0.002150
5	64	2.61901 (1.512300)	-0.857603 (0.585461)	0.020976
6	63	2.380720 (1.565130)	-0.595199 (0.751979)	0.010081
7	62	2.615179 (1.518641)	-0.585747 (0.937424)	0.009966
8	61	2.204620 (1.467608)	-0.496216 (1.012240)	0.007229
12	57	1.832332 (0.547932)	-0.252136 (0.250153)	0.016347
16	53	0.959791 (0.689851)	0.438508 (0.286569)	0.049630
20	49	1.586277 (0.676611)	-0.611423 (0.256871)	0.102491

Tabela 12 – Descrição das Variáveis Regredidas - Spread 10 anos e 3 meses

nada -, porém, para o caso brasileiro, essa relação parece inclusive ser inversa, como pode ser visto na figura 16. Os períodos de recessão estão sombreados no gráfico, mostrando que a inclinação da curva de juros parece se comportar independentemente do crescimento do PIB. Para determinar o que é recessão, é utilizada a definição de estagnação ou crescimento negativo durante dois trimestres consecutivos. Com isso é possível determinar os períodos em que a economia brasileira passou por recessão, resumidos nas tabelas 15 e 16. Para efeitos de comparação, a figura 17 mostra o gráfico equivalente para os Estados Unidos. Os períodos de recessão americana são retirados da **National Bureau of Economic Research** (NBER).

Para as economias dos outros países, a inclinação da curva de juros também demonstra possuir capacidade de previsão para os componentes agregados Consumo e Investimento, mas não para o gasto público, que pode ser considerado exógeno e pouco sensível à taxa de juros. Para o Brasil, essa relação também é difusa, como visto nas tabelas 17 e 18, questionando-se a real capacidade informativa da inclinação da curva de juros para a economia. Os dados utilizados para o consumo e o investimento são de valores correntes deflacionados pelo IPCA com valores encadeados do ano

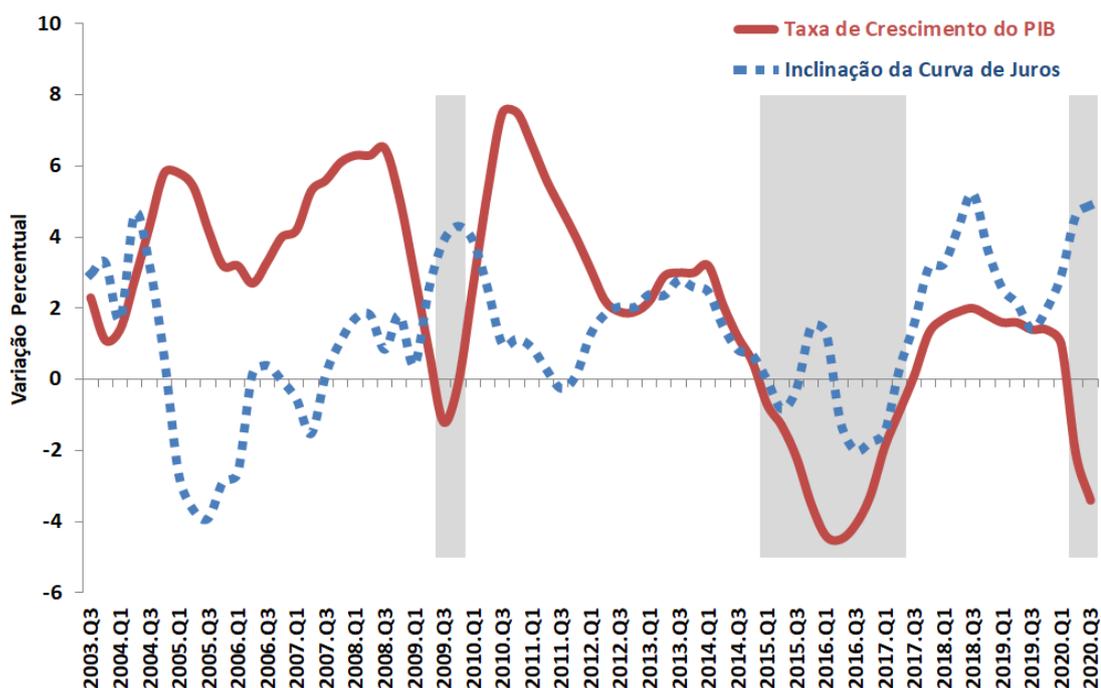


Figura 16 – Taxa de Crescimento do PIB x Inclinação da Curva de Juros - Brasil - Spread 10 anos e 3 meses

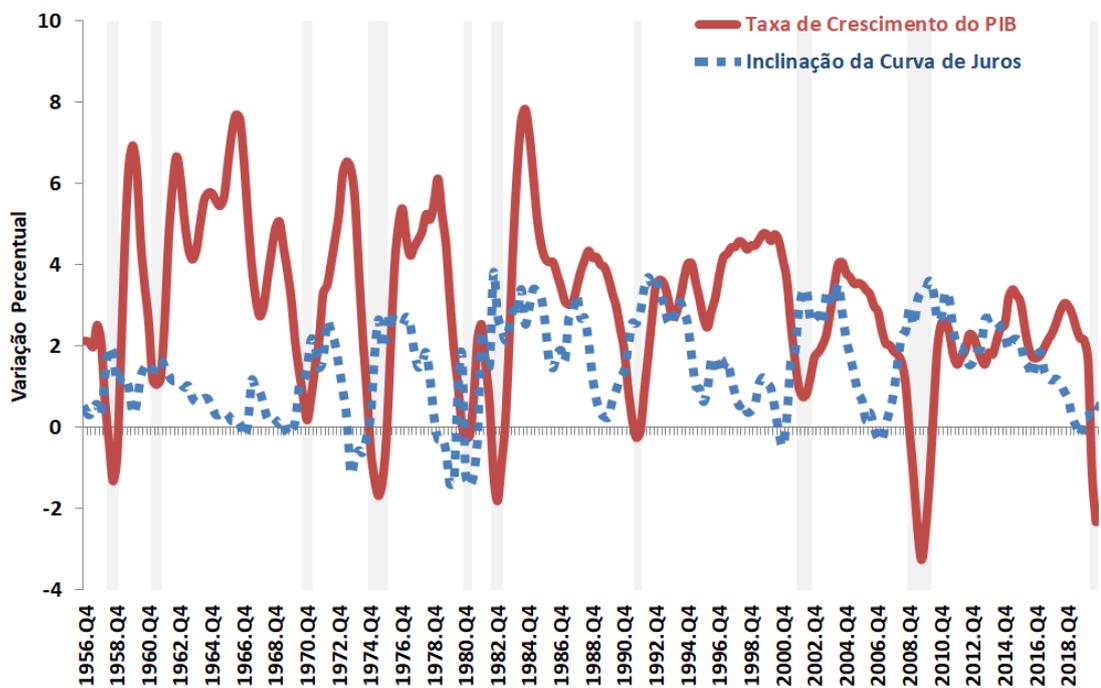


Figura 17 – Taxa de Crescimento do PIB x Inclinação da Curva de Juros - Estados Unidos - Spread 10 anos e 3 meses

Variação Acumulada				
Trimestres a Frente	Número de Observações	Beta 0	Beta 1	R ²
1	258	2.011444 (0.556662)	0.592099 (0.239327)	0.022814
2	257	1.771565 (0.350112)	0.719012 (0.158298)	0.068934
3	256	1.804026 (0.298741)	0.721585 (0.140394)	0.095863
4	255	1.855825 (0.253409)	0.700496 (0.118628)	0.114671
5	254	1.935858 (0.230968)	0.653835 (0.106128)	0.119426
6	253	2.044262 (0.210659)	0.587344 (0.095189)	0.113954
7	252	2.133674 (0.194800)	0.532102 (0.086900)	0.107554
8	251	2.240318 (0.181917)	0.467079 (0.080238)	0.094746
12	247	2.622535 (0.158290)	0.238313 (0.071053)	0.038165
16	243	2.836476 (0.131165)	0.099979 (0.055901)	0.008906
20	239	2.999301 (0.107371)	-0.003044 (0.049407)	0.000010

Tabela 13 – Descrição das Variáveis Regredidas - Estados Unidos - Spread 10 anos e 3 meses

de 1995, e podem ser encontrados na série de contas nacionais trimestrais no IBGE. Por a inclinação entre o juros de 10 anos e o de 3 meses apresentar uma baixa relevância em relação ao crescimento econômico, é realizado o mesmo procedimento neste trabalho para spreads diferentes. Levanta-se a possibilidade de por a economia brasileira ser uma economia mais jovem, essa relação poderia ser encontrada através de outras medidas de inclinação. Porém, os resultados encontrados para os outros spreads foram igualmente irrisórios. As tabelas contendo os seus dados encontram-se no apêndice.

A correlação encontrada em trabalhos sobre outras economias entre a inclinação da curva de juros e o crescimento econômico se mostrou relevante para os períodos de recessão. 4 trimestres anteriores às suas recessões, a inclinação da curva de juros se achatava para suas economias. Convencionou-se a usar um modelo probit para estimar a probabilidade de uma recessão quando houvesse o achatamento da curva de juros. Os resultados encontrados para outras economias se mostraram encorajadores, com o modelo probit sendo capaz de prever todas as recessões que

Variação Marginal				
Trimestres a Frente	Número de Observações	Beta 0	Beta 1	R ²
1	258	2.011444 (0.556662)	0.592099 (0.239327)	0.022814
2	257	1.73903 (0.575081)	0.775011 (0.244577)	0.038993
3	256	1.753429 (0.635204)	0.77135 (0.281498)	0.038539
4	255	1.826096 (0.658601)	0.709977 (0.290824)	0.032582
5	254	2.048798 (0.632557)	0.557745 (0.268947)	0.019945
6	253	2.391102 (0.570965)	0.335947 (0.228421)	0.007210
7	252	2.474556 (0.541868)	0.276383 (0.209882)	0.004859
8	251	2.820534 (0.532499)	0.063708 (0.213333)	0.000260
12	247	3.246464 (0.300068)	-0.187764 (0.133672)	0.008515
16	243	3.366627 (0.234156)	-0.308797 (0.103082)	0.024177
20	239	3.53312 (0.227910)	-0.41596 (0.120427)	0.044107

Tabela 14 – Descrição das Variáveis Regredidas - Estados Unidos - Spread 10 anos e 3 meses

essas economias tiveram e apenas alguns alarmes falsos para recessões que poderiam ter ocorrido, mas não se realizaram. O modelo probit foi inclusive capaz de prever a recessão de 2008 para a economia americana 4 trimestres antes.

O modelo probit é o mesmo utilizado por Estrella & Hardouvelis (1991), também usado como modelo de referência na literatura pelos outros autores para detectar a probabilidade de recessão das outras economias através da inclinação da curva de juros. Para o modelo probit, utiliza-se $X_t = 1$ quando houver recessão e $X_t = 0$ quando não houver uma recessão econômica. A variável utilizada é o spread entre a taxa de juros de 10 anos e de 3 meses.

$$Pr[X_t = 1 | spread_{t-4}] = F(\beta_0 + \beta_1 spread_{t-4}) \quad (6)$$

Sendo Pr a probabilidade e F a distribuição cumulativa normal e X igual a 1 quando houver recessão. Os resultados encontrados em trabalhos para economias de outros países geram um pseudo-R² próximo de 0.3, mas para o Brasil se mostra irrisório, demonstrando que esse modelo baseado no spread da curva de juros não

Crescimento Econômico					
Ano	Trimestre	Taxa Acumulada em 4 Trimestres	Ano	Trimestre	Taxa Acumulada em 4 Trimestres
2003	T1	3.6	2007	T1	4.2
	T2	3.2		T2	5.3
	T3	2.3		T3	5.6
	T4	1.1		T4	6.1
2004	T1	1.4	2008	T1	6.3
	T2	2.8		T2	6.3
	T3	4.3		T3	6.5
	T4	5.8		T4	5.1
2005	T1	5.8	2009	T1	3.0
	T2	5.4		T2	0.8
	T3	4.2		T3	-1.2
	T4	3.2		T4	-0.1
2006	T1	3.2	2010	T1	2.6
	T2	2.7		T2	5.3
	T3	3.3		T3	7.5
	T4	4.0		T4	7.5

Tabela 15 – Crescimento Econômico por Trimestre

apresenta capacidade preditiva para as recessões brasileiras dentro do período testado. As probabilidades de recessão podem ser vistas na figura 18, sendo que nenhuma delas capta as recessões que houveram na economia brasileira nesse período. A equação 4.5 é o modelo probit, e sua função log-verossimilhança é:

$$\log L = \sum_{X_t=1} \log F(\beta_0 + \beta_1 \text{spread}_{t-4}) + \sum_{X_t=0} \log F(1 - \beta_0 + \beta_1 \text{spread}_{t-4}) \quad (7)$$

Maximizando a função log-verossimilhança dada na equação 4.6 para os parâmetros β_0 e β_1 para o período de 2003 à 2020 resulta nos valores:

$$Pr[X_t = 1 | \text{spread}_{t-4}] = F(-0.7361457 - 0.050325 \text{spread}_{t-4})$$

$$\text{Pseudo-}R^2 = 0.0045 \quad (0.1958533) \quad (0.090782)$$

Sendo os valores dentro dos parentêses os desvios-padrão, com o modelo sob um nível de significância estatística de 5%.

Para efeitos de comparação, o mesmo modelo é aplicado para os dados americanos, encontrando-se um resultado satisfatório. É possível ver na figura 19 que o modelo é capaz de captar todas as recessões para a economia americana para toda a amostra.

Crescimento Econômico					
Ano	Trimestre	Taxa Acumulada em 4 Trimestres	Ano	Trimestre	Taxa Acumulada em 4 Trimestres
2011	T1	6.6	2016	T1	-4.4
	T2	5.6		T2	-4.5
	T3	4.8		T3	-4.1
	T4	4.0		T4	-3.3
2012	T1	3.1	2017	T1	-1.9
	T2	2.2		T2	-0.9
	T3	1.9		T3	0.1
	T4	1.9		T4	1.3
2013	T1	2.2	2018	T1	1.7
	T2	2.9		T2	1.9
	T3	3.0		T3	2.0
	T4	3.0		T4	1.8
2014	T1	3.2	2019	T1	1.6
	T2	2.1		T2	1.6
	T3	1.2		T3	1.4
	T4	0.5		T4	1.4
2015	T1	-0.7	2020	T1	1.0
	T2	-1.3		T2	-2.1
	T3	-2.2		T3	-3.4
	T4	-3.5		T4	

Tabela 16 – Crescimento Econômico por Trimestre

Maximizando a função log-verossimilhança dada na equação 4.6 para os parâmetros β_0 e β_1 para o período de 1956 à 2020 resulta nos valores:

$$Pr[X_t = 1 | spread_{t-4}] = F(-0.0677972 - 0.9092263 spread_{t-4})$$

$$Pseudo-R^2 = 0.3201 \quad (0.1451584) \quad (0.1312622)$$

Sendo os valores dentro dos parentêses os desvios-padrão, com o modelo sob um nível de significância estatística de 5%. É possível notar que o valor para o Pseudo- R^2 para a economia americana se mantém próximo de 0.3, assim como encontrado em estudos anteriores. Mesmo aumentando a amostra até o ano de 2020, o modelo ainda mantém sua relevância para a economia americana. Outra observação importante é o valor negativo para o β_1 . Ele indica que quanto maior a inclinação da curva de juros, menor a probabilidade de recessão. Do mesmo modo, quanto menor a inclinação da curva de juros, maior a probabilidade de uma recessão.

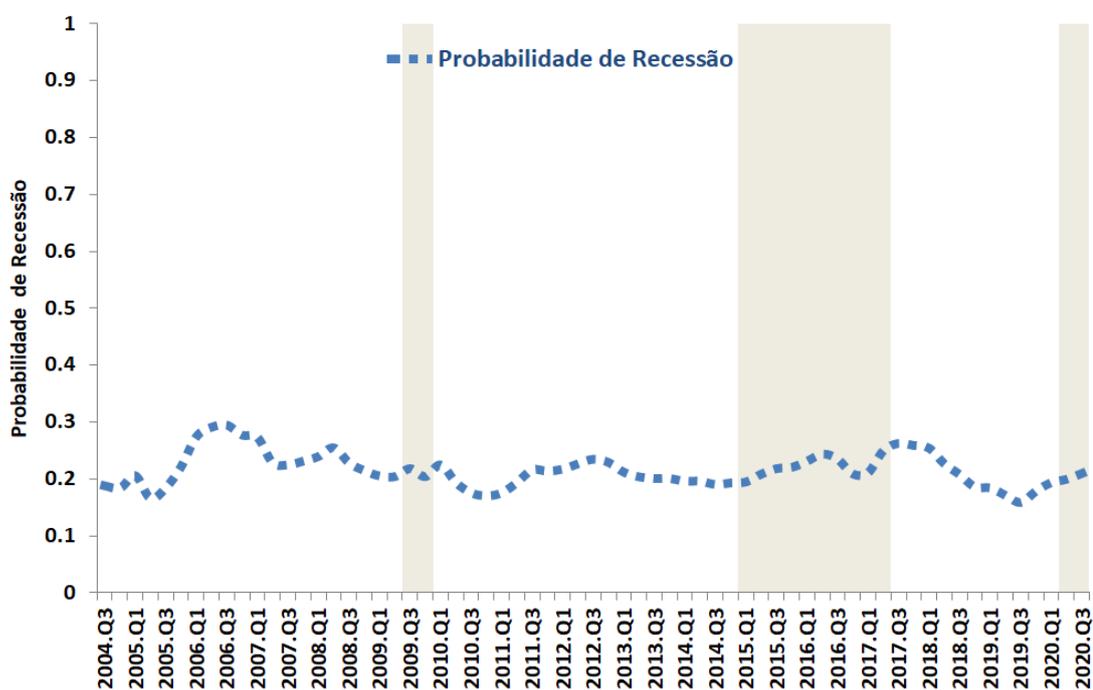


Figura 18 – Curva de Probabilidade de Recessão Econômica - Brasil - Spread 10 anos e 3 meses

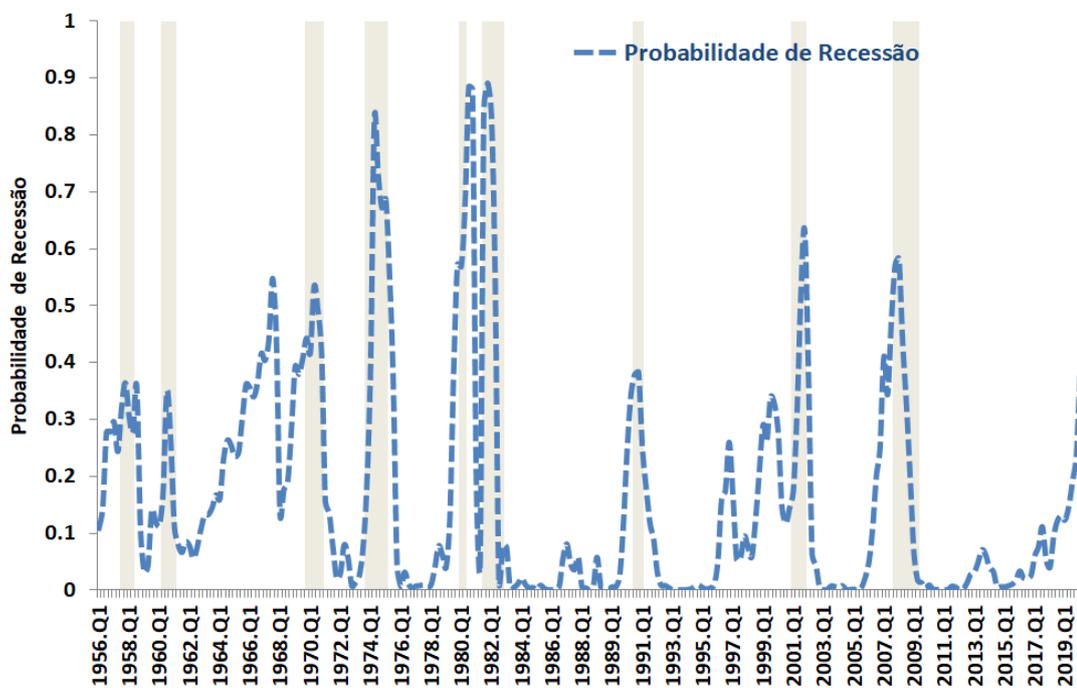


Figura 19 – Curva de Probabilidade de Recessão Econômica - Estados Unidos - Spread 10 anos e 3 meses

Despesa de Consumo das Famílias - Variação Acumulada				
Trimestres a Frente	Número de Observações	Beta 0	Beta 1	R ²
1	68	2.787344 (1.935614)	-0.180409 (0.940006)	0.000529
2	67	2.673533 (1.245466)	-0.401478 (0.518907)	0.006733
3	66	2.769286 (0.888464)	-0.287537 (0.308484)	0.007937
4	65	2.834211 (0.515976)	-0.155091 (0.171807)	0.006501
5	64	3.033078 (0.566619)	-0.276429 (0.228795)	0.016445
6	63	3.112164 (0.532264)	-0.377192 (0.242720)	0.032840
7	62	3.230322 (0.484862)	-0.454496 (0.230039)	0.061097
8	61	3.218559 (0.372869)	-0.398335 (0.173577)	0.069598
12	57	3.063845 (0.354881)	-0.268034 (0.171261)	0.035128
16	53	2.978728 (0.385482)	-0.183411 (0.181757)	0.018773
20	49	3.016599 (0.393325)	-0.250210 (0.170018)	0.038149

Tabela 17 – Descrição das Variáveis Regredidas - Spread 10 anos e 3 meses

4.3 INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Analisando os dados é possível notar três aspectos que distoam do esperado. O primeiro se refere ao ano de 2005 até o primeiro trimestre de 2006, em que a curva de juros se encontra invertida, com inclinação negativa também no último trimestre de 2006 e a primeira metade do ano de 2007. O esperado é que houvesse uma desaceleração econômica em até quatro trimestres à frente desse período, de acordo com o que foi observado em outras economias. Porém, a taxa de crescimento econômico parece inafetada pelo comportamento da curva de juros. Uma taxa de juros de curto prazo alta deveria agir como uma política monetária contracionista, mas parece não haver efeito sobre o crescimento. No entanto, a taxa de juros de curto prazo age como o previsto, pois o Brasil usa como regime monetário as metas de inflação. A taxa de juros de curto prazo alta se encontra em um patamar que possa frear o consumo para evitar uma explosão inflacionária. Mas isso não explica a situação por completo, pois um menor consumo deveria afetar o nível de atividade econômica e, portanto, o crescimento. Adicionalmente, o Brasil é um país em que a economia é considerada pequena

Formação Bruta de Capital Fixo - Variação Acumulada				
Trimestres a Frente	Número de Observações	Beta 0	Beta 1	R ²
1	68	1.123621 (2.894033)	1.004080 (1.374332)	0.006768
2	67	1.515827 (2.350464)	0.306818 (0.829438)	0.001238
3	66	1.677318 (1.727383)	0.297901 (0.549226)	0.002322
4	65	2.015178 (1.316841)	0.004425 (0.406084)	0.000001
5	64	2.467101 (1.268004)	-0.354092 (0.417979)	0.006272
6	63	2.611379 (1.271308)	-0.482098 (0.422377)	0.012038
7	62	2.64963 (1.135001)	-0.522156 (0.425632)	0.016712
8	61	2.781629 (0.980054)	-0.672149 (0.350555)	0.032532
12	57	2.758495 (0.807721)	-0.888863 (0.406163)	0.063917
16	53	2.300707 (0.836505)	-0.530086 (0.398822)	0.025996
20	49	2.497593 (0.846034)	-0.884309 (0.353103)	0.083813

Tabela 18 – Descrição das Variáveis Regredidas - Spread 10 anos e 3 meses

em âmbito internacional, possuindo por sua vez um câmbio vulnerável à movimentos internacionais da taxa de juros de economias maiores. Isso implica que a taxa de juros brasileira esteja sempre em um nível superior ao da média internacional, para poder atrair capital externo e estimular o seu crescimento. Se houver perturbações que prejudiquem a imagem do país e gerem incertezas, causando um maior risco, torna-se necessária uma compensação na taxa de juros doméstica para contrabalançar o possível desequilíbrio, o que poderia afetar a taxa de câmbio. Uma taxa de juros alta então possui o duplo efeito de frear o consumo e estabilizar o câmbio, em uma tentativa de não prejudicar o crescimento.

O segundo aspecto se refere à segunda metade do ano de 2009, em que a inclinação da curva de juros é positiva e, portanto, favorável ao crescimento econômico. Mas nesse período há decréscimo, sem haver previamente o achatamento da curva de juros em 4 trimestres anteriores. Isso se torna extremamente contratuitivo pelo que vem sendo proposto pelo modelo. A maior explicação seria em torno da crise de 2008 do mercado imobiliário nos EUA, em que teve impacto em todo o mundo globalizado e também afetou brevemente a economia brasileira.

O terceiro aspecto se refere à recessão prolongada de 2015, que teve sua duração por 10 trimestres. Apesar de haver uma declinação da curva de juros que antecede à recessão, ela não continua em direção à uma curva de juros invertida, tendo uma breve alta antes de se inverter novamente. Mesmo que haja uma expectativa de acordo com o modelo proposto de a curva de juros anteceder esse movimento negativo da economia, a curva de juros parece se mover na direção contrária, o que torna menos clara a relação entre a curva de juros e o crescimento econômico.

Os resultados encontrados pelo modelo se demonstraram contraditórios ao esperado, mas conseqüentemente levantaram novas questões. A primeira delas é por que o modelo não captou as mesmas relações para a economia brasileira se ele funcionou para outras economias? A primeira conclusão seria de que o modelo não funciona e deveria ser descartado. Ainda por cima, questiona-se por que o mesmo modelo poderia funcionar para as economias avançadas. Talvez o motivo pudesse ser apenas uma coincidência, uma correlação casual que pareceu funcionar dessa vez, mas que não há garantia nem robusteza em seu funcionamento. É como concluir que uma sombra causada por uma nuvem passageira fosse indício de chuva, sendo que as observações se deram à mesma chance de essas nuvens estarem carregadas de água. A possibilidade de nuvens não carregadas de umidade e nem capazes de trazer chuva ficariam descartadas por falta de sua observação. Mas isso não comprovaria que sempre que houvesse uma sombra causada por uma nova nuvem, essa nuvem estaria carregada de água. Isso indica que o modelo pode funcionar atualmente para as economias avançadas, mas que nem sempre essa relação trará o mesmo significado, podendo haver variação de efeito e até tempo. Essa possibilidade já foi levantada pelos próprios autores que utilizaram esse modelo. Na literatura houve uma preocupação de avaliar se o modelo continua em funcionamento, pois o comportamento de uma economia pode mudar à medida em que ela avança e se desenvolve. A princípio, o modelo poderia ser descartado para a economia brasileira por não apresentar poder preditivo, o que invalidaria a busca entre uma relação da curva de juros e o crescimento econômico. Porém, esse modelo vem sendo e foi confirmado por diversos autores que essa relação ainda continua válida, além de funcionar para várias economias diferentes. Um modelo que vem apresentando um resultado consistente talvez não devesse ser descartado tão apressadamente, pois ainda contribui para a pesquisa e mantém sua utilidade como instrumento de pesquisa.

Esse impasse de o modelo funcionar para outras economias, mas não para a economia brasileira, leva a pesquisa para a próxima questão: por que ele parece não captar a mesma relação entre a curva de juros brasileira e o seu crescimento econômico? Na verdade, isso não é um aspecto exclusivo da economia brasileira. Kim & Limpaphayon (1997) e Hu (1993) descobriram que o mesmo modelo não funcionava para a economia japonesa até 1983. Nesse ano, o Japão passou por uma reforma

em seu regime financeiro, e essa relação só começou a ser encontrada a partir de então. De acordo com Kim & Limpaphayon (1997) e Hu (1993), houve um movimento no Japão de maior liberalização financeira, o que mudou o comportamento da curva de juros e essa passou a refletir a atividade econômica. Anteriormente a isso, as taxas de juros eram controladas e decididas por órgãos governamentais, para direcionar a economia de acordo com os interesses políticos da época. Taxas de juros controladas pelo governo não são dirigidas por forças econômicas do mercado, e por sua vez, não deverão conter informação dos agentes e nem poder de previsão econômico, pois não refletem expectativas de consumidores e investidores. Conseqüentemente não há uma relação direta entre a curva de juros e o crescimento econômico. Essa ausência de relação no Brasil se assemelha ao caso japonês anterior à década de 1980. Isso gera um desdobramento à questão econômica, em que permeia a própria questão jurídica em torno da economia, o que fica de fora do escopo deste trabalho e exige um maior aprofundamento de pesquisa. Paralelamente ao caso japonês, a necessidade de uma maior liberalização do setor financeiro no Brasil poderia ser o fator que explicasse não só o funcionamento desse modelo, mas a aparente desconexão entre a curva de juros e o crescimento econômico. Mas ainda é precipitado afirmar que o obstáculo seja esse, pois assim como existe a chance de o modelo funcionar apenas por uma coincidência, existe também a chance de ele não ter funcionado por um acaso. Pode ser que essa relação esteja ainda se construindo dentro da economia brasileira e possa futuramente se revelar, à medida em que a economia avance e continue crescendo.

Outra questão levantada gira em torno do papel da política fiscal dentro de uma economia. Em um caso de dominância fiscal, a política monetária assumiria um papel passivo. Nesse caso, a política fiscal poderia afetar a curva de juros ao ponto de distorcer as informações que poderiam ser extraídas. Uma intervenção excessiva de um governante que busca otimizar sua utilidade através de políticas de curto prazo que garantam sua reeleição poderia afetar a curva de juros de modo a inviabilizar sua relação verdadeira com o crescimento. Essa relação poderia ser ofuscada através de políticas econômicas, tanto fiscal quanto monetária, em que buscam manter a atividade econômica em alta ao custo da inflação. Para corroborar essa questão seria necessário um maior estudo que também foge ao escopo deste trabalho. Mas é possível levantar essa questão para que seja direcionado novos esforços em busca de explicações. Mesmo que o caso de dominância fiscal fosse capaz de distorcer as informações da curva de juros dessa maneira, não necessariamente seria esse o caso para o Brasil. De acordo com Gadelha e Divino (2008), a economia brasileira na verdade estaria sobre uma regime de dominância monetária até 2008. Isso se reforçaria pelo fato de a economia estar comprometida com o regime de metas de inflação, em que exigiria uma maior disciplina fiscal por parte do setor público. Após esse período não é possível afirmar se houve uma mudança de quadro econômico, mas a tese de que poderia

haver uma dominância fiscal que estaria distorcendo a informação da curva de juros perde força.

A questão então se volta para os limites do modelo, algo que não foi explorado pelos artigos anteriores. Esse modelo não parece ser capaz de captar recessões que não sejam oriundas do setor financeiro. Se a recessão não é causada por falta de investimento, não será refletida nesses dados. Naturalmente o desafio se direciona às possíveis origens de uma recessão econômica. A crise de 2008 foi uma crise externa à economia brasileira, pois teve sua origem nos EUA, ou seja, a causa não provém de questões financeiras internas, mas por fatores externos ao setor financeiro nacional. Conseqüentemente, um setor financeiro moderno costuma estar mais integrado com os setores financeiros de outros países, mostrando a incapacidade dos dados de refletirem uma vulnerabilidade externa.

Já a recessão de 2015 é conhecida por ter origem em uma crise fiscal, em que a arrecadação pública se encontrou em um patamar inferior ao dos gastos do setor público. Se uma crise tem origem em um setor da economia em que apresenta baixa sensibilidade à taxa de juros, a curva de juros não será capaz de captar a fonte das instabilidades. Isso realça que apesar da capacidade informativa da curva de juros, ela ainda não reflete a economia como um todo, havendo setores econômicos que possam não ter um contato direto com a curva de juros.

Isso revela a necessidade inclusive de se avaliar a origem de possíveis recessões que surgiriam de fora da esfera econômica de um país. Esse levantamento é importante principalmente por causa da atualidade se encontrar em uma época de pandemia, em que o crescimento econômico da maioria dos países do mundo ficou comprometido, e que não é observável na curva de juros, que apesar de incluir um maior risco sobre a incerteza dos investimentos e baixa produção na curva de juros, possui sua taxa de juros de curto prazo em baixa para poder estimular a atividade.

Outro ponto é que fatores não econômicos que possam afetar o crescimento econômico são de difícil mensuração. Como incluir no modelo a possibilidade e os efeitos de uma guerra? Seu efeito seria estrutural para a curva de juros? Seria absorvido como um risco não diversificável? E perturbações políticas, como impeachments, manifestações civis, greves de caminhoneiros, eleições de candidatos duvidosos? Mesmo que em parte possam ser captadas pela curva de juros devido ao risco e à insegurança, como incluir na modelagem da recessão?

Se houve um ponto que este presente estudo reforçou foi o da incapacidade desse modelo baseado na curva de juros captar efeitos da economia como um todo, o oposto do que foi intencionado ao seu início. O modelo se mostrou limitado para questões que uma economia amadurecida não duela mais, mas que para uma economia em desenvolvimento possuem um peso significativo; questões resultantes de suas peculiaridades, como por exemplo volatilidades maiores. Isso, no entanto, em

nenhum momento invalida a busca por modelos que consigam compreender a economia; na verdade incentiva o desenvolvimento de modelos mais completos e capazes de alcançar um maior entendimento da economia e seu comportamento e ressalta que a medida que uma economia avança, suas relações parecem se tornar melhores estabelecidas e mais complexas.

5 CONCLUSÃO

A curva de juros revela o comportamento dos agentes e suas expectativas e age como uma importante ferramenta para a pesquisa econômica. Além do potencial de informação que ela possui, o spread da curva de juros - diferença entre a taxa de juros de longo prazo e a taxa de juros de curto prazo - atua como um indicador antecedente, auxiliando nas decisões da autoridade monetária e nas decisões dos agentes econômicos.

Apesar de a curva de juros brasileira possuir uma maturidade menor do que a curva de juros americana, com a extrapolação dos dados para prazos mais longos cria-se a possibilidade de abstrair comportamentos parecidos. Assim o spread da curva de juros brasileira ainda agiria como um indicador antecedente. Porém, ao contrário do que foi pretendido no começo deste trabalho, não se encontrou evidência para a relação esperada entre a curva de juros brasileira e o crescimento econômico. A baixa relevância apresentada pelo modelo parece reforçar uma independência entre as duas variáveis, e em alguns momentos uma relação oposta: uma curva de juros invertida e sua inclinação negativa estariam predispondo um crescimento econômico positivo.

Isso é completamente contraditório, pois ao indicar um comportamento oposto ao das outras economias citadas neste trabalho, reforça a ideia de que a curva de juros não possui nenhum poder preditivo sobre o crescimento econômico brasileiro. Apesar de ser uma possibilidade, essa não é a interpretação mais indicada. A relação entre a curva de juros e os fatores econômicos são previstos na teoria econômica, e negar isso equivale a negar a própria teoria em que se baseia a curva de juros. Logo, essa afirmação de ausência de informação se torna paradoxal e não consegue ser sustentada.

A interpretação correta é de que de acordo com esse modelo a curva de juros brasileira não apresenta informação relevante sobre o crescimento econômico brasileiro para o período testado, e nem é capaz de antecipar possíveis recessões.

Os resultados estão de acordo com o que é esperado da pesquisa científica, ou seja, em encontrar ou não relações entre variáveis e identificá-las. Apesar de aplicações semelhantes para a curva de juros de outros países terem se mostrado positivas e servido como uma ferramenta adicional para uso da pesquisa econômica, o mesmo não pode ser observado para o caso brasileiro. Entretanto, ganha-se novas direções para pesquisa, que poderiam trazer uma maior definição sobre esse problema e em certos casos permitiriam voltar a essa questão futuramente para um maior esclarecimento de suas limitações.

REFERÊNCIAS

ANDOLFATTO, D.; SPEWAK, A. Does the yield curve really forecast recession?, **Economic Synopses**, Federal Reserve Bank St. Louis, n. 30, p. 1-2, 2018.

BENZONI, L.; CHYRUK, O.; KELLEY, D. Why does the yield-curve slope predict recessions?, **Federal Reserve Bank of Chicago**, 2018.

BAUER, M. D.; MERTENS, T. M. Economic Forecasts with the Yield Curve, **Federal Reserve Bank of San Francisco Economic Letter**, 2018a.

BAUER, M. D.; MERTENS, T. M. Information in the Yield Curve about Future Recessions, **Federal Reserve Bank of San Francisco Economic Letter**, 2018b.

BERNARD, H.; GERLACH, S. Does the Term Structure Predict Recessions? The International Evidence, **International Journal of Finance and Economics**, v. 3, p.195-215, 1998.

BODIE, Z.; KANE, A.; MARCUS, A. J. Investments, **McGraw-Hill Education**, 10th edition, 2014.

BORDO, M. D.; HAUBRICH, J. G. The Yield Curve, Recessions and the Credibility of the Monetary Regime: Long Run Evidence 1875-1997, **NBER Working Paper Series**, n. 10431, 2004.

CALDEIRA, J. F. Estimação da Estrutura a Termo da Curva de Juros no Brasil através de Modelos Paramétricos e Não Paramétricos, **Análise Econômica**, v. 29, n. 55, p. 95-122, 2011.

CHAUVET, M.; POTTER, S. Forecasting Recessions Using the Yield Curve, **Journal of Forecasting**, v. 24, p. 77-103, 2005.

CHINN, M. D.; KUCKO, K. J. The Predictive Power of the Yield Curve Across Countries and Time, **NBER Working Paper**, n. 16389, 2010.

CROUSHORE, D.; MARSTEN, K. Reassessing the relative power of the yield spread in forecasting recessions, **Journal of Applied Econometrics**, v. 31, n. 6, p. 1183-1191, 2015.

DE PACE, P. Gross domestic product growth predictions through the yield spread: Time-variation and structural breaks, **International Journal of Finance & Economics**, v. 18, n. 1, p. 1-24, 2013.

CULBERTSON, J. M. The Term Structure of Interest Rates, **The Quarterly Journal of Economics**, v. 71, n. 4, p.485-517, 1957.

DIEBOLD, F. X.; LI, C. Forecasting the Term Structure of Government Bond Yields, **Journal of Econometrics**, v. 130, p. 337-364, 2006.

ENGSTROM, W. C.; SHARPE, S. A. The near-term forward yield spread as a leading indicator: a less distorted mirror, **Financial Analysts Journal**, v. 75, n. 4, p. 37-49, 2019.

ESTRELLA, A.; HARDOUVELIS, G. A. The Term Structure as a Predictor of Real Economic Activity, **The Journal of Finance**, v. 46, n. 2, p. 555-576, 1991.

ESTRELLA, A.; MISHKIN, F. S. Predicting U.S. Recessions: Financial Variables as Leading Indicators, **The Review of Economics and Statistics**, v. 80, n. 1, p. 45-61, 1998.

ESTRELLA, A.; RODRIGUES, A. R.; SCHICH, S. How stable is the predictive power of the yield curve? Evidence from Germany and the United States, **The Review of Economics and Statistics**, v. 85, n. 3, p. 629-644, 2003.

ESTRELLA, A. Why does the yield curve predict output and inflation?, **The Economic Journal**, v. 115, n. 505, p. 722-744, 2005.

EVGENIDIS, A.; SIRIOPOULOS, C. Does the yield spread retain its forecasting ability during the 2007 recession? A comparative analysis, **Applied Economic Letters**, v.

21, n. 12, p. 817-822, 2014.

FABOZZI, F. J. Interest Rate, Term Structure, And Valuation Modeling, **Jonh Wiley and Sons**, 1st edition, 2002.

FAMA, E. F. Term Structures Forecasts of Interest Rates, Inflation, and Real Returns, **Journal of Monetary Economics**, v. 25, p. 59-76, 1990.

FAMA, E. F.; BLISS, R. R. The information in long-maturity forward rates, **The American Economic Review**, v. 77, n. 4, p. 680-692, 1987.

FAMA, E. F. The Information in the Term Structure, **Journal of Financial Economics**, v. 13, p. 509-528, 1984.

FRED - FEDERAL RESERVE ECONOMIC DATA, **Economic Data**, 1950-2021.

GADELHA, S. R. D. B.; DIVINO, J. A. Dominância Fiscal ou Dominância Monetária no Brasil? Uma análise de causalidade. **Economia Aplicada**, v. 12, n. 4, p. 659-675, 2008.

HARDOUVELIS, G. A. The Predictive Power of the Term Structure During Recent Monetary Regimes, **The Journal of Finance**, v. 43, n. 2, p. 339-356, 1988.

HARVEY, C. R. The Term Structure and World Economic Growth, **The Journal of Fixed Income**, v. 1, p. 7-19, 1991.

HARVEY, C. R. Term Structure Forecasts Economic Growth, **Finacial Analysts Journal**, v. 49, n. 3, p. 6-8, 1993.

HAUBRICH, J. G.; DOMBROSKY, A. M. Predicting Real Growth Using the Yield Curve, **Economic Review**, v. 26, p. 1-10, 1996.

HICKS, J. R. Value and Capital: An Inquiry into Some Fundamental Principles of Economic Theory, **Oxford Clarendon Press**, 1939.

HVOZDENSKA, J. The Yield Curve As a Predictor of Gross Domestic Product Growth in Nordic Countries, **Procedia Economics and Finance**, v. 26, p. 438-445, 2015.

HU, Z. The yield curve and real activity, **IMF Working Paper**, n. 40, 1993

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, **Contas Nacionais Trimestrais**, 1999-2021.

KAYA, H. On The Predictive Power Of The Yield Spread For Future Growth And Recession: The Turkish Case, **International Review of Economics and Management**, v. 1, n. 1, p. 74-91, 2013.

KIM, K. A.; LIMPAPHAYOM, P. The effect of economic regimes on the relation between term Structure and real activity in Japan, **Journal of Economics and Business**, v. 49, p. 379-392, 1997.

KOZLOWSKI, S.; SIM, T. Predicting recessions using trends in the yield spread, **Journal of Applied Statistics**, v. 46, n. 7, p. 1323-1335, 2018.

LIU, W.; MOENCH, W. What predicts US recessions?, **International Journal of Forecasting**, v. 32, n. 4, p. 1138-1150, 2016.

MISHKIN, F. S. What does the term structure tell us about future inflation?, **Journal of Monetary Economics**, v. 25, p. 77-95, 1990.

MISHKIN, F. S. Economics of Money, Banking and Financial Markets, **Pearson**, 11th Edition, 2016.

MODIGLIANI, F.; SUTCH, R. Innovations in Interest-Rate Policy, **American Economic Review**, v. 56, p. 178-197, 1966.

MOERSCH, M.; POHL, A. Predicting Recessions with the Term Spread – Recent Evidence From Seven Countries, **Applied Economic Letters**, v. 18, n. 13, p. 1285-1288, 2011.

NAKAOTA, H. The Term Structure of Interest Rates in Japan: the Predictability of Economic Activity, **Japan and the World Economy**, v. 17, p. 311-326, 2005.

NAWALKHA, S. K.; SOTO, G. M.; BELIAEVA, N. A. Interest Rate Risk Modeling, **Jonh Wiely and Sons**, 1st edition, 2005.

NELSON, C. R.; SIEGEL, A. F. Parsimonious Modeling of Yield Curves, **The Journal of Business**, v. 60, n. 4, p. 473-489, 1987.

NYBERG, H. Dynamic Probit Models and Financial Variables in Recession Forecasting, **Journal of Forecasting**, v. 29, p. 215-230, 2010.

PAGAN, A. Can Turkish Recessions Be Predicted?, **Working Paper 1027**, TÜSİAD-KOÇ University Economic Research Forum, 2010.

PLOSSER, C. I.; ROWENHORST, K. G. International Term Structures and Real Economic Growth, **Journal of Monetary Economics**, v. 33, p. 133-155, 1994.

VASICEK, O. An Equilibrium Characterization of the Term Structure, **Journal of Financial Economics**, v. 5, p. 177-188, 1977.

WRIGHT, J. H. The Yield Curve and Predicting Recessions, **Finance and Economics Discussion Series**, Federal Reserve Board of Governors, n. 7, 2007.

APÊNDICE A – TABELAS

Variação Acumulada				
Trimestres a Frente	Número de Observações	Beta 0	Beta 1	R ²
1	68	1.649349 (1.469078)	0.238705 (0.795360)	0.001511
2	67	1.696102 (1.104693)	-0.010792 (0.418508)	0.000007
3	66	1.756312 (0.738150)	0.072962 (0.268869)	0.000708
4	65	1.892244 (0.496898)	0.015205 (0.188174)	0.000063
5	64	2.110376 (0.510337)	-0.157970 (0.193495)	0.007071
6	63	2.185739 (0.513178)	-0.220298 (0.213279)	0.014028
7	62	2.252398 (0.435176)	-0.255969 (0.217832)	0.024553
8	61	2.267841 (0.349705)	-0.278130 (0.172244)	0.038243
12	57	2.164198 (0.314449)	-0.192814 (0.172330)	0.021418
16	53	1.983826 (0.326246)	-0.027632 (0.164002)	0.000509
20	49	2.080546 (0.344293)	-0.194424 (0.158611)	0.028710

Tabela 19 – Descrição das Variáveis Regredidas - Spread 10 anos e 6 meses

Variação Marginal				
Trimestres a Frente	Número de Observações	Beta 0	Beta 1	R ²
1	68	1.649349 (1.469078)	0.238705 (0.795360)	0.001511
2	67	1.673810 (1.454147)	0.266197 (0.620273)	0.001791
3	66	1.860954 (1.481458)	0.222513 (0.622191)	0.001244
4	65	2.114822 (1.512299)	-0.228151 (0.625359)	0.001342
5	64	2.670198 (1.505494)	-0.900428 (0.607941)	0.021236
6	63	2.388871 (1.560913)	-0.600641 (0.795969)	0.009423
7	62	2.558558 (1.525772)	-0.531159 (0.982345)	0.007517
8	61	2.303640 (1.471833)	-0.589380 (1.048461)	0.009349
12	57	1.911483 (0.525394)	-0.345258 (0.256678)	0.027836
16	53	0.910607 (0.669048)	0.506122 (0.282133)	0.060745
20	49	1.526865 (0.712403)	-0.565407 (0.305412)	0.080797

Tabela 20 – Descrição das Variáveis Regredidas - Spread 10 anos e 6 meses

Variação Acumulada				
Trimestres a Frente	Número de Observações	Beta 0	Beta 1	R ²
1	68	1.462706 (1.538893)	0.403939 (0.922311)	0.003648
2	67	1.536917 (1.143776)	0.129797 (0.482110)	0.000812
3	66	1.58488 (0.757348)	0.230917 (0.311567)	0.005897
4	65	1.748852 (0.519257)	0.147812 (0.226271)	0.004941
5	64	1.997252 (0.530628)	-0.058905 (0.225929)	0.000815
6	63	2.093355 (0.529957)	-0.142001 (0.241829)	0.004818
7	62	2.164287 (0.451245)	-0.181621 (0.244441)	0.010196
8	61	2.209446 (0.369106)	-0.231023 (0.202000)	0.021730
12	57	2.155791 (0.320979)	-0.189715 (0.198628)	0.016878
16	53	1.947731 (0.324374)	0.014174 (0.182837)	0.000110
20	49	2.017224 (0.356980)	-0.141863 (0.189467)	0.012827

Tabela 21 – Descrição das Variáveis Regredidas - Spread 10 anos e 1 ano

Variação Marginal				
Trimestres a Frente	Número de Observações	Beta 0	Beta 1	R ²
1	68	1.462706 (1.538893)	0.403939 (0.922311)	0.003648
2	67	1.433885 (1.483101)	0.487466 (0.714379)	0.005005
3	66	1.665444 (1.504691)	0.407347 (0.710540)	0.003467
4	65	2.073984 (1.527621)	-0.198712 (0.716448)	0.000845
5	64	2.709776 (1.497442)	-0.972623 (0.686463)	0.020526
6	63	2.416518 (1.554858)	-0.651743 (0.895642)	0.009172
7	62	2.502646 (1.534121)	-0.499781 (1.076499)	0.005489
8	61	2.461240 (1.478641)	-0.772448 (1.128751)	0.013226
12	57	2.024695 (0.492391)	-0.499834 (0.289503)	0.047488
16	53	0.903850 (0.637887)	0.561496 (0.287221)	0.061674
20	49	1.411631 (0.753852)	-0.490231 (0.383040)	0.050972

Tabela 22 – Descrição das Variáveis Regredidas - Spread 10 anos e 1 ano

Variação Acumulada				
Trimestres a Frente	Número de Observações	Beta 0	Beta 1	R ²
1	68	1.350040 (1.573208)	0.614321 (1.193021)	0.005644
2	67	1.414851 (1.169890)	0.294246 (0.638212)	0.002755
3	66	1.458227 (0.765244)	0.428598 (0.413405)	0.013373
4	65	1.647109 (0.530406)	0.300099 (0.298693)	0.013379
5	64	1.902002 (0.538527)	0.037116 (0.291633)	0.000212
6	63	2.006379 (0.536914)	-0.074812 (0.303897)	0.000873
7	62	2.078454 (0.459733)	-0.123978 (0.304543)	0.003090
8	61	2.15203 (0.384840)	-0.218259 (0.263141)	0.012612
12	57	2.128047 (0.327118)	-0.197080 (0.259111)	0.011768
16	53	1.923086 (0.317622)	0.059849 (0.232111)	0.001281
20	49	1.942448 (0.354901)	-0.079007 (0.247514)	0.002661

Tabela 23 – Descrição das Variáveis Regredidas - Spread 10 anos e 2 anos

Variação Marginal				
Trimestres a Frente	Número de Observações	Beta 0	Beta 1	R ²
1	68	1.350040 (1.573208)	0.614321 (1.193021)	0.005644
2	67	1.231069 (1.523972)	0.825111 (0.958015)	0.009462
3	66	1.529598 (1.558255)	0.657611 (0.959209)	0.005947
4	65	2.057947 (1.551872)	-0.228559 (0.965367)	0.000734
5	64	2.67469 (1.495323)	-1.173487 (0.918287)	0.019574
6	63	2.387657 (1.539348)	-0.782777 (1.148449)	0.008638
7	62	2.430845 (1.526098)	-0.541500 (1.336038)	0.004191
8	61	2.595042 (1.465860)	-1.142345 (1.375556)	0.018809
12	57	2.052111 (0.468372)	-0.678696 (0.399171)	0.056568
16	53	0.972349 (0.594975)	0.64231 (0.332408)	0.052523
20	49	1.251817 (0.743008)	-0.425493 (0.502960)	0.025682

Tabela 24 – Descrição das Variáveis Regredidas - Spread 10 anos e 2 anos

Variação Acumulada				
Trimestres a Frente	Número de Observações	Beta 0	Beta 1	R ²
1	68	1.929586 (1.402338)	0.012935 (0.829532)	0.000003
2	67	1.892501 (1.064005)	-0.259968 (0.512420)	0.002681
3	66	2.046443 (0.715964)	-0.262953 (0.323856)	0.006342
4	65	2.135663 (0.463111)	-0.289711 (0.208833)	0.015821
5	64	2.265065 (0.476814)	-0.423025 (0.233952)	0.035105
6	63	2.298368 (0.483417)	-0.458347 (0.258605)	0.042162
7	62	2.364242 (0.407124)	-0.509844 (0.255214)	0.067904
8	61	2.332575 (0.323169)	-0.483672 (0.197659)	0.081072
12	57	2.185978 (0.306699)	-0.313437 (0.196991)	0.041417
16	53	2.097688 (0.326215)	-0.201800 (0.192368)	0.018924
20	49	2.225618 (0.315457)	-0.443152 (0.164292)	0.099928

Tabela 25 – Descrição das Variáveis Regredidas - Spread 5 anos e 3 meses

Variação Marginal				
Trimestres a Frente	Número de Observações	Beta 0	Beta 1	R ²
1	68	1.929586 (1.402338)	0.012935 (0.829532)	0.000003
2	67	2.079107 (1.460263)	-0.117774 (0.710985)	0.000240
3	66	2.336021 (1.488806)	-0.281376 (0.710147)	0.001372
4	65	2.177743 (1.514536)	-0.409014 (0.722716)	0.002983
5	64	2.402000 (1.533016)	-0.942118 (0.708013)	0.016094
6	63	2.256989 (1.580270)	-0.682989 (0.888009)	0.008460
7	62	2.647965 (1.508570)	-0.870253 (1.112505)	0.014066
8	61	2.014891 (1.438997)	-0.441161 (1.192860)	0.003672
12	57	1.778911 (0.557562)	-0.266025 (0.299675)	0.012093
16	53	1.087186 (0.704074)	0.398540 (0.366301)	0.026280
20	49	1.665718 (0.643642)	-0.913492 (0.289349)	0.141297

Tabela 26 – Descrição das Variáveis Regredidas - Spread 5 anos e 3 meses

Variação Acumulada				
Trimestres a Frente	Número de Observações	Beta 0	Beta 1	R ²
1	68	1.806135 (1.430893)	0.159271 (0.947703)	0.000378
2	67	1.792911 (1.084753)	-0.134471 (0.549544)	0.000601
3	66	1.930163 (0.728370)	-0.113897 (0.348106)	0.000996
4	65	2.035708 (0.478144)	-0.160297 (0.230929)	0.004049
5	64	2.200212 (0.491689)	-0.338476 (0.254792)	0.018787
6	63	2.250372 (0.496989)	-0.394536 (0.283362)	0.026102
7	62	2.321678 (0.421261)	-0.451643 (0.283218)	0.044481
8	61	2.310128 (0.334301)	-0.4498 (0.221037)	0.058409
12	57	2.195512 (0.307856)	-0.326070 (0.217269)	0.036584
16	53	2.061951 (0.328648)	-0.155346 (0.208893)	0.009297
20	49	2.197334 (0.330069)	-0.41895 (0.186800)	0.073752

Tabela 27 – Descrição das Variáveis Regredidas - Spread 5 anos e 6 meses

Variação Marginal				
Trimestres a Frente	Número de Observações	Beta 0	Beta 1	R ²
1	68	1.806135 (1.430893)	0.159271 (0.947703)	0.000378
2	67	1.911765 (1.456639)	0.089311 (0.769637)	0.000116
3	66	2.186423 (1.476758)	-0.090268 (0.764686)	0.000118
4	65	2.144293 (1.514722)	-0.362887 (0.782568)	0.001963
5	64	2.505774 (1.524691)	-1.069346 (0.763632)	0.017332
6	63	2.299985 (1.575646)	-0.735050 (0.980952)	0.008187
7	62	2.64177 (1.521038)	-0.857921 (1.230129)	0.011411
8	61	2.142560 (1.446692)	-0.611922 (1.323921)	0.005885
12	57	1.882475 (0.538719)	-0.439147 (0.317388)	0.026897
16	53	1.009810 (0.691965)	0.530616 (0.383465)	0.038618
20	49	1.655441 (0.692767)	-0.929363 (0.357162)	0.120772

Tabela 28 – Descrição das Variáveis Regredidas - Spread 5 anos e 6 meses

Variação Acumulada				
Trimestres a Frente	Número de Observações	Beta 0	Beta 1	R ²
1	68	1.558213 (1.511651)	0.474091 (1.226797)	0.002405
2	67	1.604078 (1.138650)	0.102348 (0.669744)	0.000247
3	66	1.740178 (0.755521)	0.130783 (0.420870)	0.000927
4	65	1.882192 (0.504235)	0.036231 (0.298659)	0.000146
5	64	2.092377 (0.518475)	-0.212813 (0.319002)	0.005228
6	63	2.170323 (0.521077)	-0.309095 (0.346611)	0.011255
7	62	2.253254 (0.443004)	-0.384325 (0.342840)	0.022561
8	61	2.277103 (0.354227)	-0.429093 (0.280380)	0.037081
12	57	2.219726 (0.310121)	-0.387513 (0.271416)	0.034907
16	53	2.03327 (0.325483)	-0.126426 (0.250528)	0.004255
20	49	2.150054 (0.349061)	-0.401392 (0.241531)	0.047683

Tabela 29 – Descrição das Variáveis Regredidas - Spread 5 anos e 1 ano

Variação Marginal				
Trimestres a Frente	Número de Observações	Beta 0	Beta 1	R ²
1	68	1.558213 (1.511651)	0.474091 (1.226797)	0.002405
2	67	1.619791 (1.478028)	0.469832 (0.936948)	0.002272
3	66	1.99522 (1.483327)	0.157174 (0.920488)	0.000253
4	65	2.127734 (1.521579)	-0.359622 (0.953818)	0.001359
5	64	2.622304 (1.509505)	-1.286507 (0.923057)	0.017662
6	63	2.384859 (1.571080)	-0.894518 (1.196741)	0.008518
7	62	2.657849 (1.542171)	-0.933034 (1.473288)	0.009454
8	61	2.380623 (1.465699)	-0.992034 (1.582891)	0.01079
12	57	2.071532 (0.501270)	-0.802694 (0.375650)	0.060709
16	53	0.973924 (0.668499)	0.660481 (0.430994)	0.041345
20	49	1.572377 (0.763504)	-0.92427 (0.501713)	0.084133

Tabela 30 – Descrição das Variáveis Regredidas - Spread 5 anos e 1 ano

Variação Acumulada				
Trimestres a Frente	Número de Observações	Beta 0	Beta 1	R ²
1	68	1.330609 (1.593512)	1.043203 (1.979911)	0.005456
2	67	1.398527 (1.203680)	0.509132 (1.087441)	0.002809
3	66	1.558588 (0.783023)	0.514264 (0.680625)	0.006558
4	65	1.748249 (0.529258)	0.299733 (0.493060)	0.004550
5	64	1.984843 (0.539840)	-0.095913 (0.509314)	0.000483
6	63	2.081605 (0.541317)	-0.265581 (0.531256)	0.003759
7	62	2.179963 (0.461199)	-0.400585 (0.512034)	0.011012
8	61	2.251524 (0.376217)	-0.556789 (0.443352)	0.027917
12	57	2.241658 (0.311759)	-0.615449 (0.434496)	0.037434
16	53	2.025032 (0.311693)	-0.174731 (0.393182)	0.003502
20	49	2.079691 (0.351477)	-0.466308 (0.391442)	0.028937

Tabela 31 – Descrição das Variáveis Regredidas - Spread 5 anos e 2 anos

Variação Marginal				
Trimestres a Frente	Número de Observações	Beta 0	Beta 1	R ²
1	68	1.330609 (1.593512)	1.043203 (1.979911)	0.005456
2	67	1.270364 (1.536296)	1.275702 (1.526697)	0.007701
3	66	1.864718 (1.551156)	0.457407 (1.518133)	0.000980
4	65	2.165488 (1.551774)	-0.571690 (1.574786)	0.001566
5	64	2.682423 (1.500578)	-1.918292 (1.515694)	0.017848
6	63	2.429072 (1.558064)	-1.346631 (1.841823)	0.008733
7	62	2.702913 (1.552498)	-1.412023 (2.217634)	0.009728
8	61	2.710759 (1.475138)	-2.084587 (2.424198)	0.021304
12	57	2.241434 (0.462327)	-1.596938 (0.613056)	0.102160
16	53	1.042265 (0.625174)	0.845618 (0.628337)	0.029202
20	49	1.409073 (0.782401)	-1.070573 (0.819767)	0.050755

Tabela 32 – Descrição das Variáveis Regredidas - Spread 5 anos e 2 anos

APÊNDICE B – GRÁFICOS

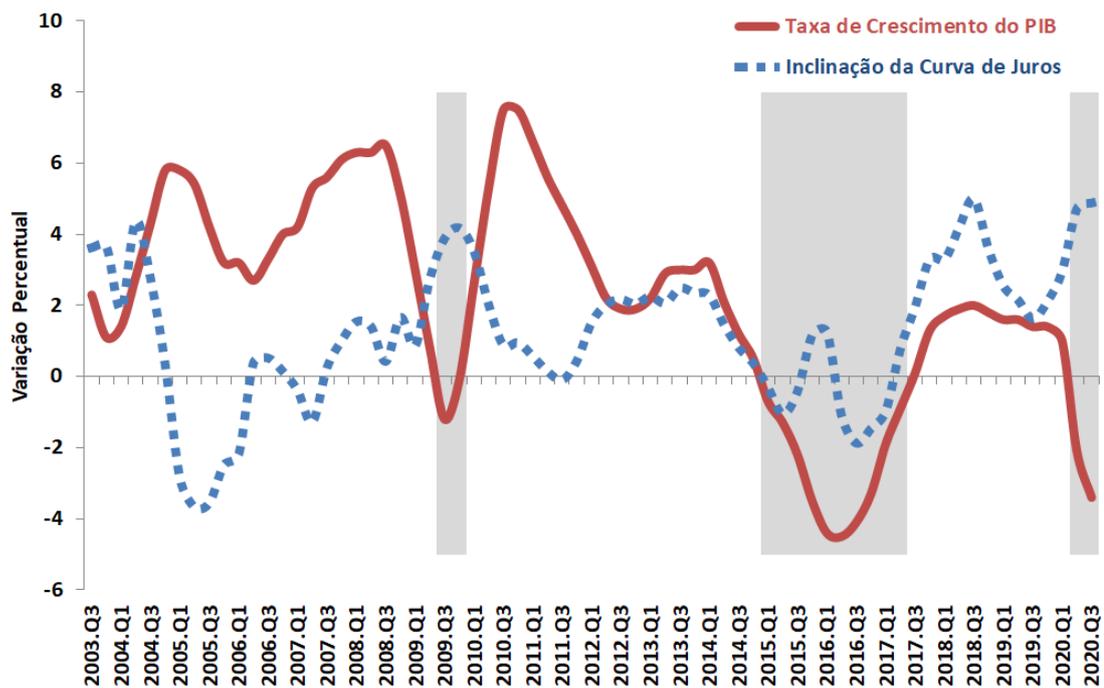


Figura 20 – Taxa de Crescimento do PIB x Inclinação da Curva de Juros - Spread 10 anos e 6 meses

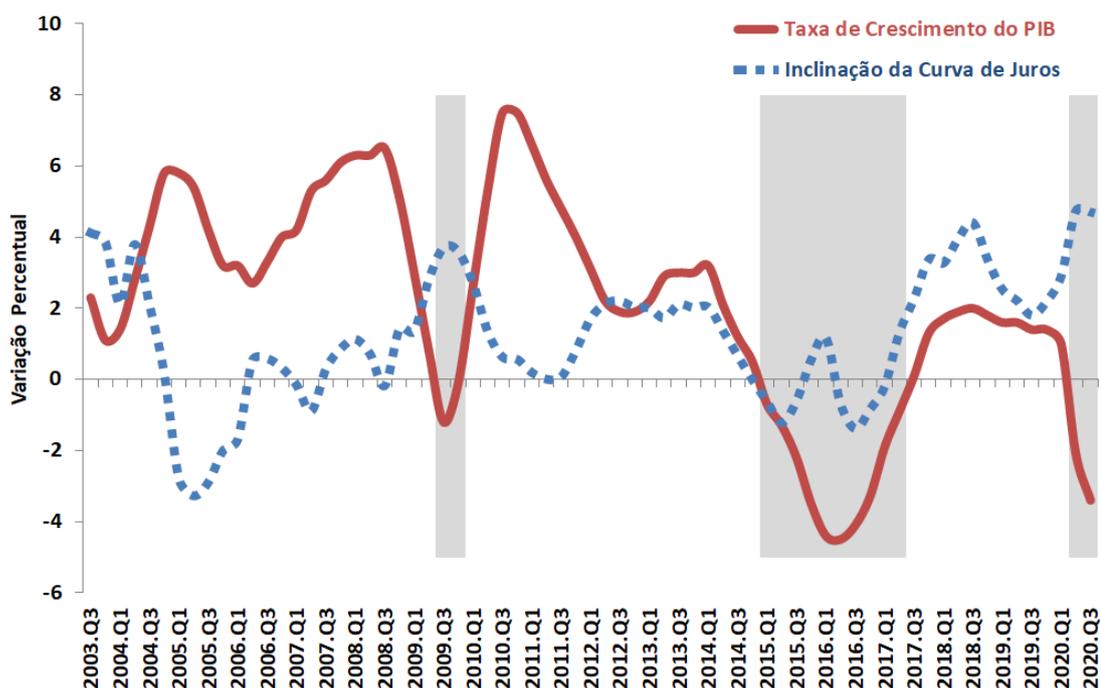


Figura 21 – Taxa de Crescimento do PIB x Inclinação da Curva de Juros - Spread 10 anos e 1 ano

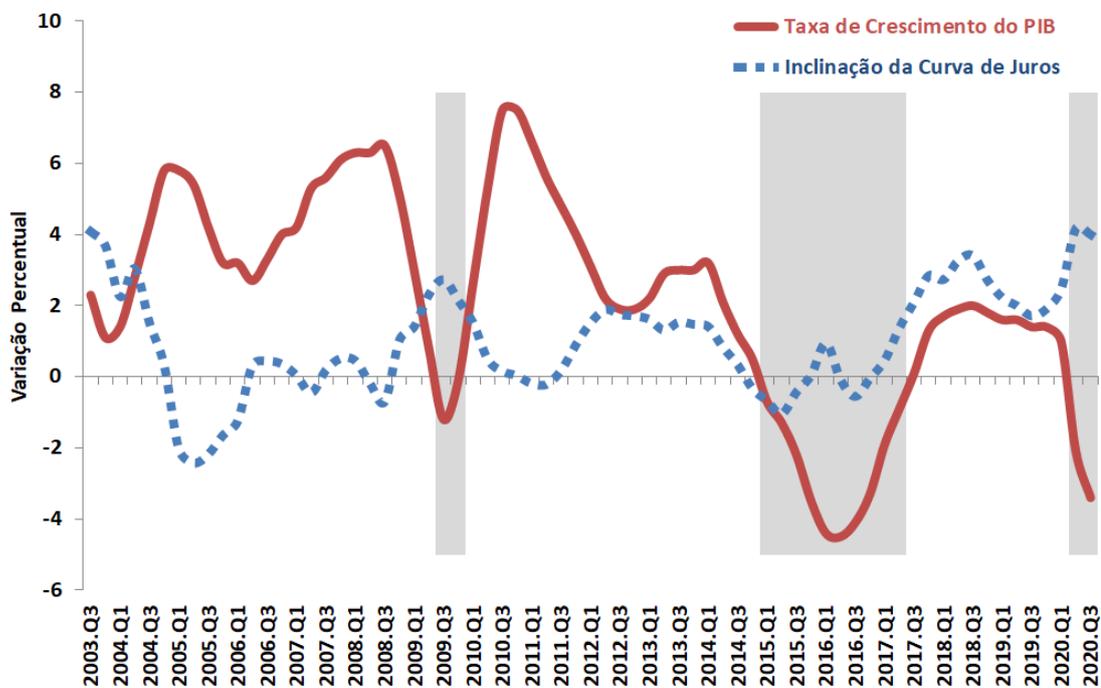


Figura 22 – Taxa de Crescimento do PIB x Inclinação da Curva de Juros - Spread 10 anos e 2 anos

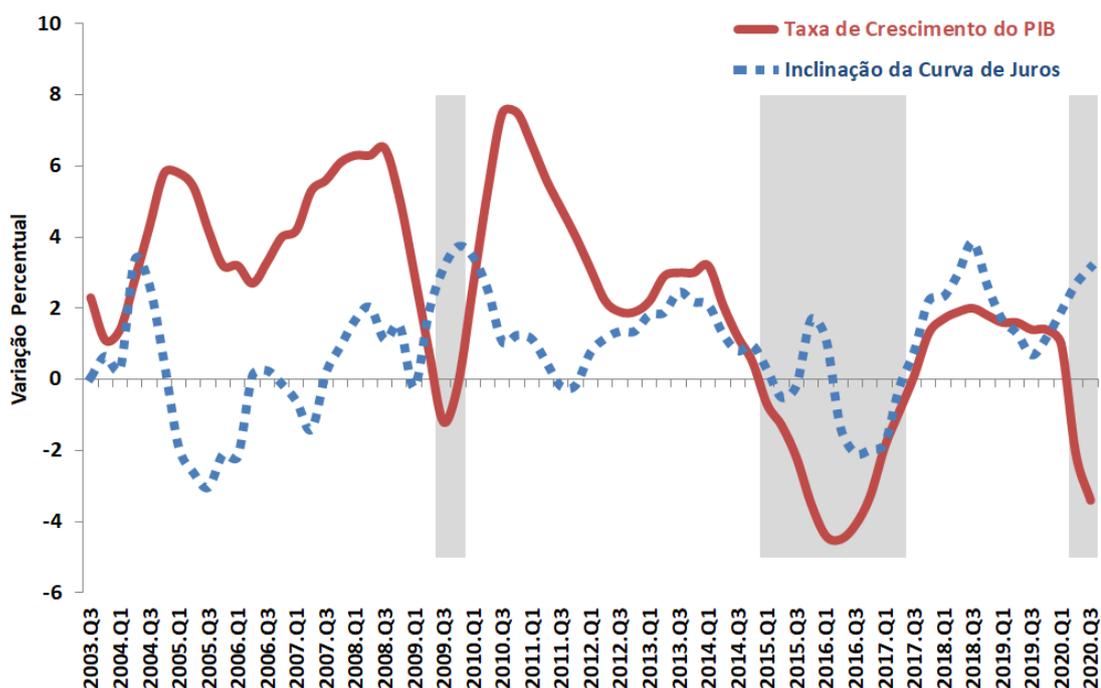


Figura 23 – Taxa de Crescimento do PIB x Inclinação da Curva de Juros - Spread 5 anos e 3 meses

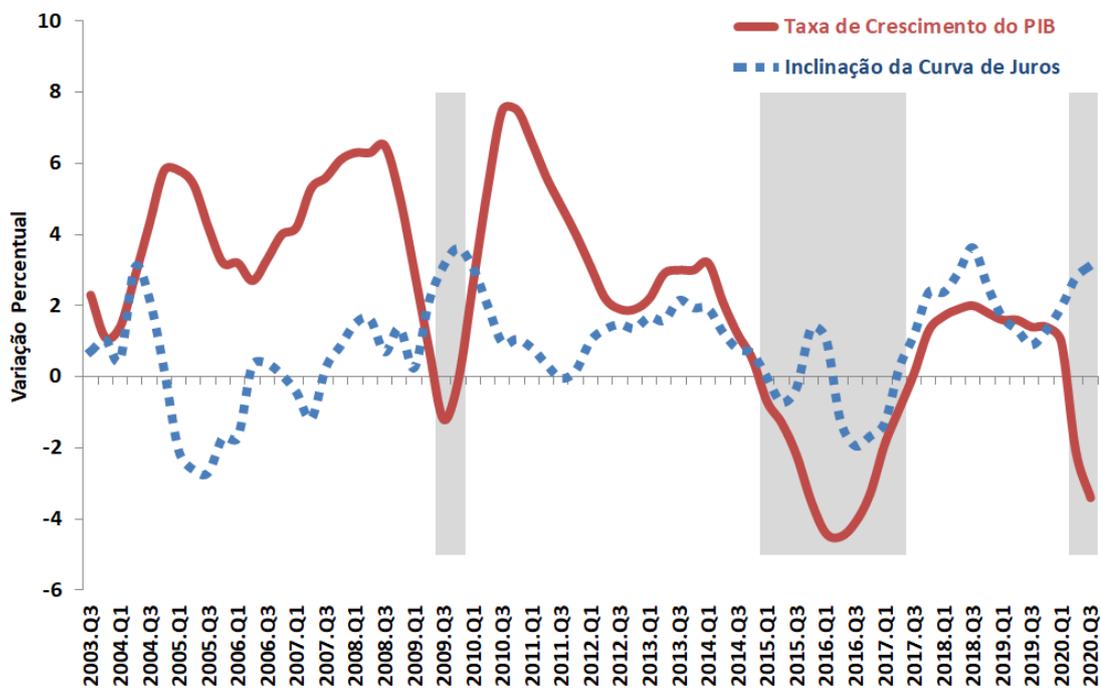


Figura 24 – Taxa de Crescimento do PIB x Inclinação da Curva de Juros - Spread 5 anos e 6 meses

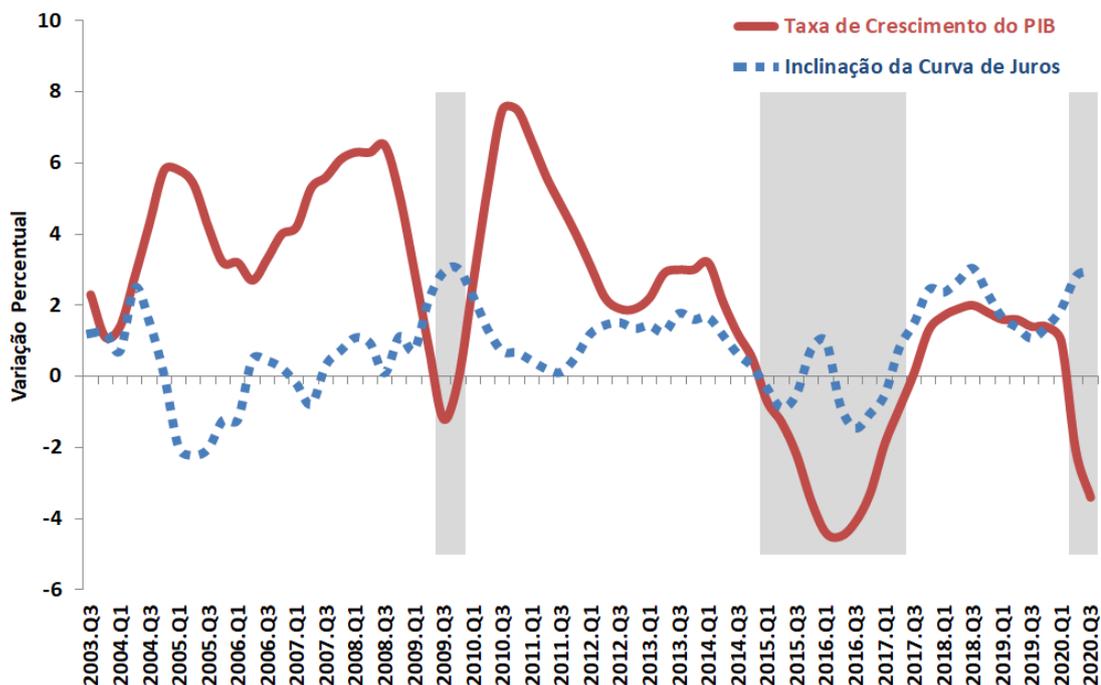


Figura 25 – Taxa de Crescimento do PIB x Inclinação da Curva de Juros - Spread 5 anos e 1 ano

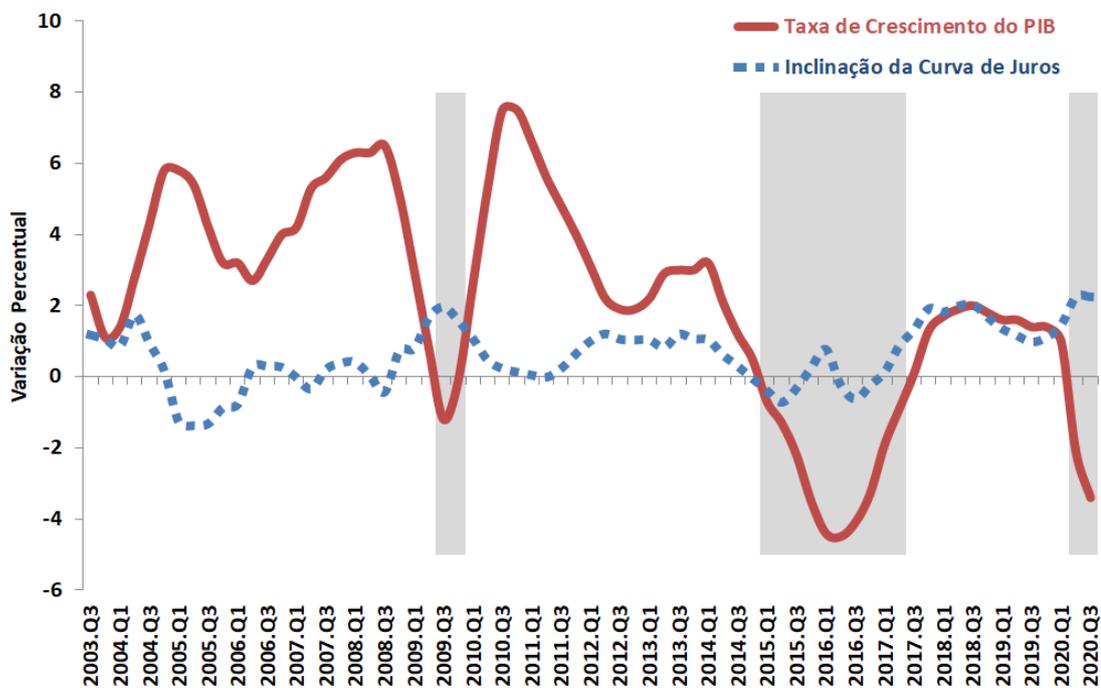


Figura 26 – Taxa de Crescimento do PIB x Inclinação da Curva de Juros - Spread 5 anos e 2 anos