

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE ECONOMIA  
MONOGRAFIA DE BACHARELADO

**ESTUDO DA CURVA DE RENDIMENTOS COMO  
INDICADOR DE RECESSÃO ECONÔMICA NOS  
ESTADOS UNIDOS**

ARTHUR JOSÉ JACCOUD BARRETO ORLANDE  
Matrícula nº: 115035061

ORIENTADOR: Prof. Eduardo Pontual Ribeiro

RIO DE JANEIRO/RJ

ABRIL 2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE ECONOMIA  
MONOGRAFIA DE BACHARELADO

**ESTUDO DA CURVA DE RENDIMENTOS COMO  
INDICADOR DE RECESSÃO ECONÔMICA NOS  
ESTADOS UNIDOS**

---

ARTHUR JOSÉ JACCOUD BARRETO ORLANDE  
Matrícula nº: 115035061

ORIENTADOR: Prof. Eduardo Pontual Ribeiro

RIO DE JANEIRO/RJ  
ABRIL 2019

*As opiniões expressas neste trabalho são da exclusiva responsabilidade do autor*

*Para os meus pais,*

## AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho aos meus pais, por serem a essência de tudo que me possibilitaram conquistar. Ao meu pai, pelo exemplo de caráter e a minha mãe por me estimular a inquietude. Obrigado pelo exemplo, pelo amor incondicional e por todos os ensinamentos.

Agradeço à minha irmã Fernanda, em quem eu sempre pude me espelhar, seja nos primeiros passos, na escola, e agora, na profissão escolhida. Obrigado Maria Paula, Isabella e Victor por personificarem o conceito de amizade.

Este trabalho também é resultado do exemplo dos meus tios, avôs e avós. Arthur, Renato e Helcio foram fundamentais na minha formação como pessoa e profissional. Agradeço em especial as minhas avós Pompeia e Magali, por além de tudo, serem exemplos de perseverança.

Agradeço à Paula Melichar, por ser a principal responsável pela minha felicidade e por ter estado sempre ao meu lado ao longo de mais um importante período da minha vida. Agradeço também à Ana, Zé, Marcela e Eduardo, por serem exemplos de pessoas e profissionais.

Aproveito este espaço para destacar a importância da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Suas imperfeições são retrato de muitos problemas nacionais, mas não devem, nunca, se sobrepor ao seu papel de mudança ativa, ao garantir educação de qualidade, gratuita e humana. Agradeço ao Professor Eduardo Pontual Ribeiro por sua orientação.

Agradeço por fim a todos os amigos que tornaram a experiência do Instituto de Economia inesquecível.

## RESUMO

Um período de recessão econômica é caracterizado por um ambiente de expressiva incerteza e relevantes impactos sociais. Após períodos de aumento da taxa de desemprego e queda do nível de renda das famílias oriundos, das recessões econômica, muitos pesquisadores se dedicaram a construir modelos econométricos para tentar prever o momento da contração econômica. Logo constatou-se que esse trabalho é de extrema complexidade. Uma possível explicação é que as recessões seriam, simplesmente, imprevisíveis. Entretanto, essa visão imediatista é contradita pela evidência apresentada no presente trabalho, de que a curva de rendimentos fornece informações úteis para prever períodos futuros de expansão e retração da atividade econômica.

Desde o final da década de 1980, a diferença entre a taxa de juros nominal de dez anos e dois anos nos Estados Unidos é observada com atenção, por ser um indicador de expectativa de política monetária do *Federal Reserve*. Os momentos em que esta diferença passa a ser menor do que zero estão associados a expectativas do mercado de que o Banco Central precisará afrouxar as condições monetárias, em um futuro próximo. Esta necessidade está relacionada a tentativa de deixar as condições financeiras estimulativas para sair, ou evitar, uma recessão. Logo, a “inclinação de longo prazo”, como ficou conhecida na literatura econômica, tem alguma relação com os períodos de recessão nos Estados Unidos. Nesse sentido, serão apresentados no trabalho as diversas visões sobre a capacidade preditiva dessa inclinação, assim como a análise dos dados que as fundamentam.

Além disso, serão analisadas as visões contemporâneas sobre o assunto, tal como o estudo sobre a “inclinação de curto prazo”. Esta teria um melhor poder de previsão para o momento atual, considerando as políticas de afrouxamento das condições monetárias desde a Crise de 2008.

**SÍMBOLOS, ABREVIATURAS, SIGLAS E CONVENÇÕES**

NBER *THE NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESEARCH*

FED *THE FEDERAL RESERVE*

NYSE *NEW YORK STOCK EXCHANGE*

PIB *PRODUTO INTERNO BRUTO*

GDP *GROSS DOMESTIC PRODUCT*

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| CAPÍTULO I – O MODELO DA INCLINAÇÃO DE LONGO PRAZO.....                         | 8  |
| I.1 A construção da curva de juros nominal nos Estados Unidos.....              | 8  |
| I.2 A definição de recessão do National Bureau of Economic Reserach (NBER)..... | 10 |
| I.3 A contribuição de Harvey (1989) e de Stock e Watson (1989).....             | 12 |
| I.4 A generalização de Estrella e Mishkin (1995).....                           | 13 |
| CAPÍTULO II – VISÕES CONTEMPORÂNEAS SOBRE A INCLINAÇÃO DE LONGO PRAZO.....      | 16 |
| II.1 O modelo de Rudebusch e Williams (2007).....                               | 16 |
| II.1.1 A taxa de juros neutra da economia.....                                  | 20 |
| II.2. O modelo de Johansson e Meldrum (2018).....                               | 23 |
| II.3 O modelo Bauer e Mertens (2018).....                                       | 27 |
| II.4 O modelo Engstrom e Sharpe (2018).....                                     | 29 |
| CAPÍTULO III - Análise econométrica do modelo de ENGSTROM e SHARPE (2018).....  | 35 |
| CAPÍTULO IV – CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....                                       | 43 |
| BIBLIOGRAFIA.....   | 44 |

## **CAPÍTULO I – O MODELO DA INCLINAÇÃO DE LONGO PRAZO**

### **I.1 A CONSTRUÇÃO DA CURVA DE JUROS NOMINAL NOS ESTADOS UNIDOS**

As taxas de juros utilizadas para o presente estudo são as taxas de retorno pagas pelo Tesouro dos Estados Unidos nos títulos que servem para o endividamento do governo no mercado primário interno da dívida pública. Partindo do princípio de que a probabilidade de um governo entrar em moratória em uma obrigação denominada em sua própria moeda é próxima de zero, as taxas dos títulos de um país são consideradas “livre de risco”. Esta característica é resultado da certeza por parte do comprador dos papéis que os pagamentos dos cupons e do principal serão realizados de acordo com o estabelecido no início da negociação.

As taxas de juros dos títulos do tesouro representam a taxa de juros média anual de hoje até o vencimento de cada papel. Além disso, representa a taxa nominal de mercado.

Para poder comparar um título de 2 anos em 2010 com um título de 2 anos de 2018, é preciso fazer a “rolagem” do mesmo, ou seja, a cada dia que passa, torna-se necessária atualizar o vencimento do título de referência. Esse processo é fundamental para que o efeito da duração do papel não influencie na análise dos dados, porque títulos mais curtos respondem de forma diferente que títulos longos em determinados eventos. Por exemplo, as taxas de títulos pré-fixados de curta duração tendem a responder mais intensamente a divulgações de índices de preços, pois incorporam imediatamente o efeito da política monetária de curto prazo. Por outro lado, títulos de longa duração tendem a responder mais a medidas estruturais, como por exemplo, à recente mudança da composição de títulos da carteira do tesouro dos Estados Unidos. Essa mudança foi uma tentativa de aumentar a liquidez do sistema financeiro no contexto da Crise de 2008 através da recompra de títulos do tesouro por parte do Banco Central estadunidense. O impacto se deu pelo aumento do balanço do FED e de oferta de moeda para o sistema. Outra explicação para a menor sensibilidade das taxas de juros de longo prazo à política monetária é o fato do valor da parte longa convergir para a taxa de juros de equilíbrio e o fato do prêmio de risco por vencimento assintotar a partir de um determinado período de tempo.

A tabela 1 mostra a taxa de juros implícita nos títulos do tesouro para determinados vencimentos. Tal taxa de juros também é apresentada na figura 1, que é conhecida como “Curva de juros nominal”. Licha (2013) utiliza a denotação de “Curva de rendimentos”, a qual seria “um

gráfico que apresenta as taxas de juros de títulos com diferentes termos de maturidade, mas os mesmos riscos, liquidez e impostos. ”. A diferença entre o nível de cada ponto é o objeto de análise deste estudo, tendo em vista as teorias de que as diferenças entre as taxas de determinados vencimentos podem indicar a proximidade de um período de recessão econômica.

| <b>Vencimento</b> | <b>Taxa de juros a.a.</b> |
|-------------------|---------------------------|
| 1 mês             | 2,403%                    |
| 2 meses           | 2,415%                    |
| 3 meses           | 2,442%                    |
| 6 meses           | 2,532%                    |
| 12 meses          | 2,582%                    |
| 24 meses          | 2,550%                    |
| 36 meses          | 2,534%                    |
| 60 meses          | 2,545%                    |
| 84 meses          | 2,599%                    |
| 120 meses         | 2,697%                    |
| 360 meses         | 2,981%                    |

Tabela 1. Taxa de juros implícita

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Tesouro dos Estados Unidos (acesso: 10:34:00 em 08/01/19)

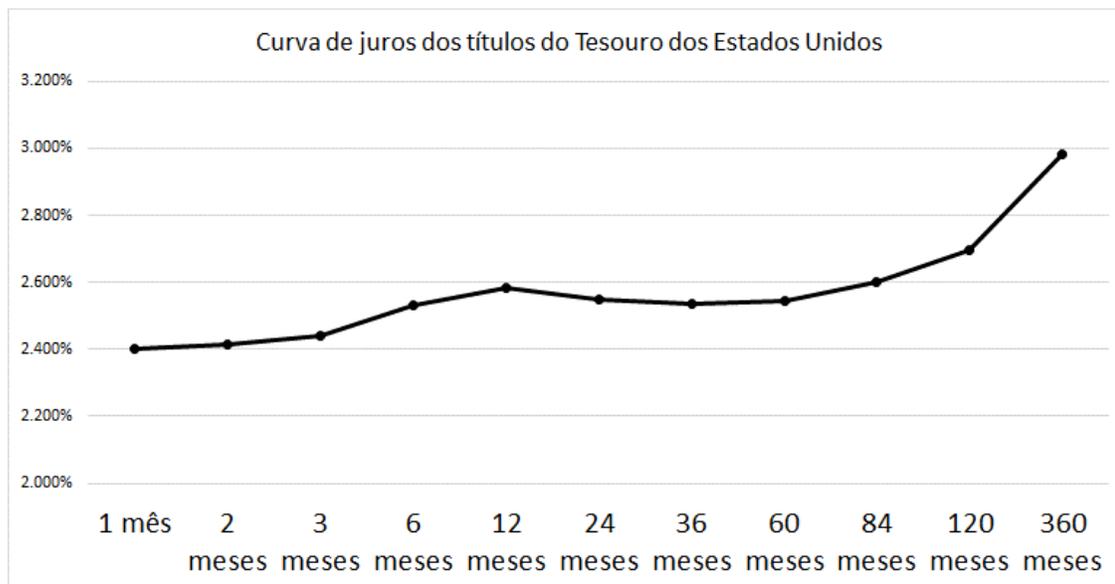


Figura 1.1. Curva de Rendimentos dos Estados Unidos

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Tesouro dos Estados Unidos (acesso: 10:34:00 em 08/01/19)

Para explicar a forma que as taxas desses títulos representam as expectativas do mercado, Licha (2013) aborda duas teorias: a “Teoria das expectativas” e a “Teoria do habitat preferido”. A primeira analisa uma situação na qual dois títulos possuem vencimentos distintos e são substitutos perfeitos, no sentido de que os agentes são indiferentes em comprar um título de curto prazo em um primeiro momento e renová-lo em um segundo, ou comprar o título de longo prazo em um momento inicial. Nesse contexto, a taxa de juros de longo prazo depende da média da taxa de juros de curto prazo com a taxa de juros esperada de longo prazo. Nessa teoria, o diferencial de taxas só seria negativo em caso da taxa esperada de longo prazo ser menor do que a de curto. Além disso, se a taxa de juros de curto e longo prazo fossem idênticas, a curva de rendimentos seria horizontal, o que não faria sentido tendo em vista que todos os agentes iriam preferir o título curto por ter menor incertezas sobre o período e, desse modo, os títulos deixariam de ser substitutos perfeitos.

Nesse sentido, o autor introduz a “Teoria do habitat perfeito”, na qual os títulos de maturidades diferentes são substitutos imperfeitos. Nesta situação. A diferença entre as taxas de curto e longo prazo representam a preferência dos agentes econômicos por meio da oferta e demanda de títulos. Essa diferença é chamada de “Prêmio a termo (ou de liquidez)”. Com isso, assim como na teoria das expectativas, as taxas de juros de longo prazo são representadas pela a média dos juros curtos esperados, entretanto, soma-se a isso um prêmio a termo.

## **I.2 A DEFINIÇÃO DE RECESSÃO DO *NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESERACH* (NBER)**

Como dito anteriormente, os impactos sociais de uma recessão econômica são tão expressivos que incentivam o estudo de modelos que ajudem a prever tais períodos. Entretanto, o conceito de recessão não é unânime entre os economistas.

De modo geral, toda a bibliografia que fundamenta esta tese converge para o conceito de recessão econômica descrito pelo *National Bureau of Economic Reserach* (NBER). A hegemonia da definição do NBER se explica pelo fato desse instituto ser uma organização privada sem fins lucrativos fundada em 1920 construída a partir de um painel independente de peritos. Nesse sentido, é referência, desde sua fundação, na demarcação de períodos de recessão nacional nos Estados Unidos. O NBER publica uma ordem cronológica trimestral determinando se houve, ou não, uma recessão no trimestre. Esta ordem é representada em uma sequência binária na qual o número 1 representa um trimestre de recessão e o 0 um trimestre de expansão.

Por outro lado, o conceito mais atual do Instituto não é o mesmo utilizado em muitos manuais de economia. Krugman e Wells (2012), por exemplo, definem tais períodos como um “descendo de base ampla, em que o produto e o emprego diminuem em muitas indústrias”. Simultaneamente, em muitos países, “recessão” é definido como uma sequência de dois trimestres com contração real de produto interno bruto nacional. Nesse sentido, a expressão “recessão econômica”, é frequentemente entendida como um declínio no PIB real em relação ao trimestre anterior por dois trimestres consecutivos, caracterizando uma recessão técnica. Contudo, a contração da atividade também pode ser causada por um fator idiossincrático em um determinado setor da economia ou também por eventos temporários. É por isso que grande parte dos artigos acadêmicos do banco central dos Estados Unidos utilizam a definição do Departamento Nacional de Pesquisa Econômica - NBER), que diz que uma recessão é definida como um declínio significativo da atividade espalhada por toda a economia, visível em vários indicadores macroeconômicos, durando mais do que alguns meses. Rudebusch e Williams (2007) utilizam a seguinte definição de recessão do NBER (2003):

*A recession is a significant decline in economic activity spread across the economy, lasting more than a few months, normally visible in real GDP, real income, employment, industrial production, and wholesale-retail sales. A recession begins just after the economy reaches a peak of activity and ends as the economy reaches its trough. Between trough and peak, the economy is in an expansion.*

Por mais que a série cronológica em questão seja dividida por trimestres, o Instituto analisa as divulgações mensais dos dados econômicos para poder demarcar em qual trimestre se encontra os picos ou os vales do nível da atividade. Alguns autores discutem esse método. Diebold e Rudebusch (1992) descrevem as incertezas inerentes a demarcação de um mês específico a ser considerado como o início de uma recessão. Mais impreciso ainda é a generalização do início de uma recessão de um mês para um trimestre. Krugman e Wells (2012) ressaltam a problemática da marcação da NBER para a determinação da recessão de 2001. De acordo com o instituto, a recessão durou de março de 2001 até novembro do mesmo ano. Entretanto, alguns críticos argumentam que a recessão foi mais longa, tendo em vista a não recuperação do mercado de trabalho, enquanto que outros mostram que ela teria começado meses antes com o início do declínio da produção industrial. Portanto, o método mais usado nas referências bibliográficas que sustentam este artigo é de que a recessão se inicia no trimestre seguinte ao pico do nível da atividade nacional. Como referência,

por ser o conceito adotado pela maioria dos trabalhos divulgados por membro do *Federal Reserve*, seguirei a mesma definição que Rudebusch e Williams (2007).

### **I.3 A CONTRIBUIÇÃO DE HARVEY (1989) E DE STOCK E WATSON (1989)**

Stock e Watson (1989) apresentam em seu trabalho tentativas de consolidar “*Leading Economic Indicators*”. Estes permitiram a previsão, e conseqüentemente, a preparação, dos agentes para períodos de desaceleração da atividade econômica. Nesse contexto, os autores fazem regressões para fazer atribuições de probabilidade para cada modelo e medir, assim, sua eficiência.

Este trabalho se tornou fundamental na utilização da inclinação de taxa de juros como um indicador com poder preditivo de recessão, pois defende que essa seria consistente em uma economia monetária funcional. A utilização da inclinação como indicador estaria de acordo a visão de que a política monetária funciona por meio de taxa de juros e que a inflação e o crescimento do produto estão positivamente relacionados. O ponto levantado pelo os autores é de que os agentes de mercado antecipam o período de recessão. A curva das taxas de juros dos papéis do Tesouro americano seriam, portanto, resultado das mudanças de expectativas dos agentes. Essa antecipação dos agentes é refletida nas taxas de juros da economia, no sentido de que se o mercado prevê uma recessão próxima, as taxas de juros de curto prazo devem se elevar tendo em vista a necessidade de um aperto das condições monetárias para a suavização da desaceleração da atividade no curto prazo. Simultaneamente, existe a visão de que as taxas reais da economia seriam baixas em um momento de falta de demanda por crédito e investimento, como uma tentativa do *policy maker* de estimular a atividade econômica. Taxas de juros de referência mais baixas buscam combater o adiamento de um investimento frente a possibilidade de consumir, e como consequência, o declínio na atividade. Partindo do princípio de que vale a Curva de Phillips, em um momento de recessão, espera-se um aperto das condições monetárias no curto prazo e uma suavização no longo prazo, que também pode ser entendido como um período de alta inflação inicial e uma redução desta a partir da recessão econômica. Os autores, portanto, apresentam resultados em linha com o que seria esperado de acordo com essa visão macroeconômica.

Harvey (1989) defende a utilização da inclinação da curva de juros partindo do princípio de que “*investors get more benefit from one dollar in a recession (when their consumption levels are low) than from one dollar at the peak of the business cycle (when their consumption is high)*”

“. A inclinação da taxa de juros de 10 anos com a taxa de juros de 3 meses teria previsto as 4 recessões mais recentes na época. Além disso, o autor apresenta o conceito de Taxa Marginal de Substituição como a intensidade em que uma pessoa troca consumo hoje por consumo futuro. Essa taxa seria sustentada pela expectativa dos agentes sobre o estado atual da economia e seria fator causal para a formação de preços dos ativos, principalmente dos títulos com taxa “livre de risco”, pois a sequência temporal de vencimentos desses títulos permite o seu entendimento como uma representação fiel da decisão de “não consumir” no tempo.

Nesse contexto, partindo do princípio de que a taxa de juros de um título responde a oferta e a demanda pelo mesmo, Harvey diz que se existe a expectativa de recessão por parte dos agentes, estes vão preferir vender os seus títulos de curto prazo e comprar títulos de longo prazo. Logo, a taxa de juros dos títulos curtos vai se elevar enquanto que as de longo prazo vai diminuir. Esse fenômeno gera a inversão da curva de taxas de juros.

A importância deste estudo se dá pela existência de evidência estatística de uma situação que representa a expectativa do mercado de política monetária de curto prazo e recessões. Representaria, portanto, a segunda situação do fato estilizado descrito por Licha (2013) na análise da “Curva de Rendimentos”:

*Se a taxa de juros nominal de política é menor ou igual que a taxa de juros nominal de equilíbrio ( $i \leq i_e$ ) espera-se que a curva de rendimentos tenha inclinação positiva. Se a taxa de juros nominal de política é maior que a taxa de juros de equilíbrio ( $i > i_e$ ) espera-se que a curva de rendimentos tenha inclinação negativa*

#### **I.4 A GENERALIZAÇÃO DE ESTRELLA E MISHKIN (1995)**

Os autores escrevem seu trabalho com o intuito de examinar a performance de determinadas variáveis em prever recessões. Em primeiro lugar, os autores comparam a utilização de modelos de variáveis simples e dos indicadores líderes (*leading indicators*), como o proposto por Stock e Watson (1989). Nesse contexto, os autores comparam o modelo a cima com o modelo da inclinação da curva de juros e chegam a conclusão que a inclinação tem maior poder preditivo do que outras variáveis. Dentre essas, podemos destacar: crescimento real trimestral, dados de mercado de casas, câmbio efetivo, dados de manufatura e base monetária. Isso porque na recessão de 1991, a curva de juros inclinou negativamente suficientemente antes do trimestre no qual a recessão iniciou, indicação tal que não é observada nos modelos de indicadores líderes.

Além disso, os autores trabalham a diferença entre um modelo com as taxas de juros de curto e longo prazo e o outro no qual se incluí o preço do índice das principais ações listadas na bolsa de Nova York, representadas pelos índices NYSE (*New York Stock Exchange*). Nesse sentido, utilizando o modelo de Probit, os autores analisam esses indicadores para o período de 1 a 8 trimestres e concluem que a adição dos preços das ações torna o modelo mais eficiente em prever recessões em um intervalo de 1 a 2 trimestres. Entretanto, se tornam menos eficientes nos outros intervalos, tornando-o menos efetivo.

Os autores concluem, portanto, que os modelos de variáveis simples são mais indicados do que os quais utilizam uma amostra mais complexa de variáveis. Os resultados evidenciam que em um modelo com muitas variáveis, existe o risco de uma sobreposição de relações de dependência-independência das variáveis. Esse resultado é observado na Figura 1.1, no qual a área hachurada representa os períodos de recessão, baseados na metodologia NBER, a linha escura representa a inclinação dos títulos do tesouro de 10 anos e 3 meses e a linha clara representa a combinação do diferencial com os modelos da bolsa de Nova York.

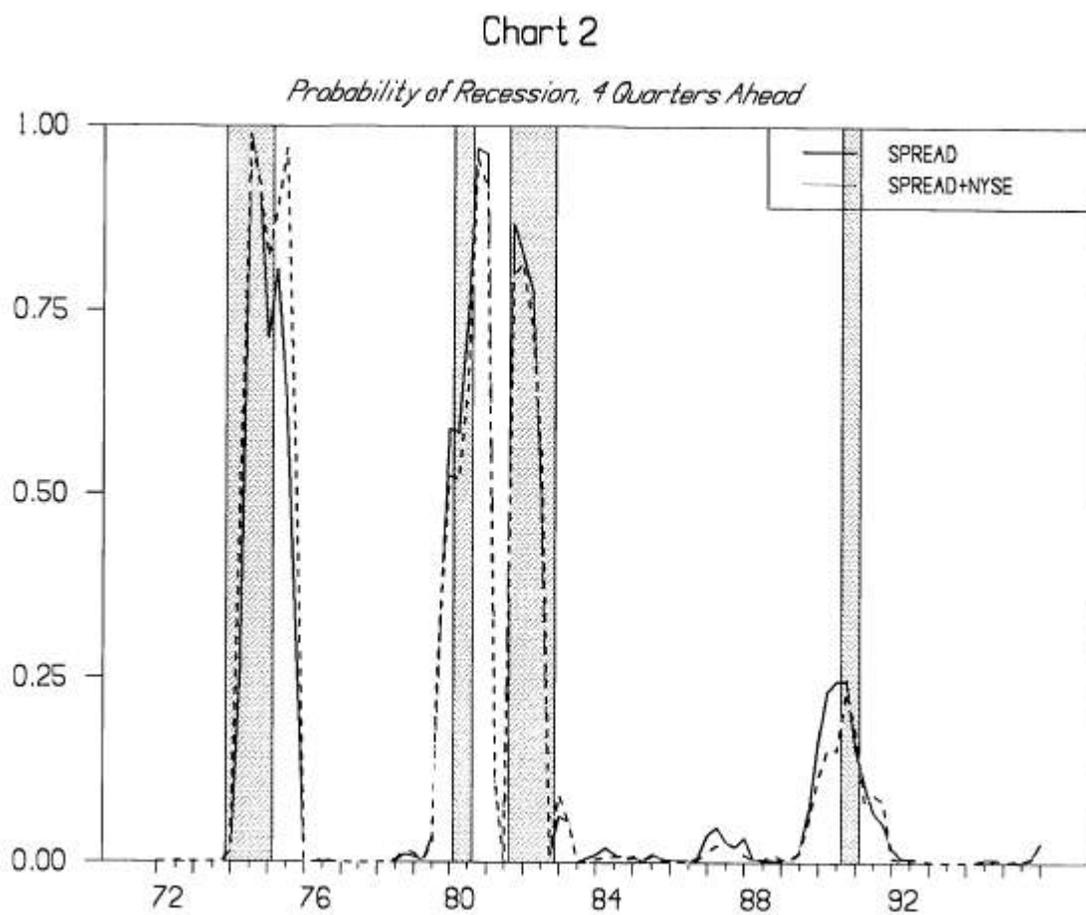


Figura 1.2. Probabilidade de recessão pelos modelos de ESTRELLA E MISHKIN (1995)

Fonte: ESTRELLA E MISHKIN (1995)

## CAPÍTULO II – VISÕES CONTEMPORÂNEAS SOBRE A INCLINAÇÃO DE LONGO PRAZO

### II.1 O MODELO DE RUDEBUSCH E WILLIAMS (2007)

Esse estudo busca mostrar que prever recessões é algo extremamente difícil, pois a base de dados atual ainda não é capaz de medir exatamente qual é o impacto de cada variável econômica na economia real. Portanto, os autores utilizam uma série trimestral de previsões de economistas estadunidenses para mostrar que o poder de previsão dos economistas não é maior do que o do modelo de inclinação da taxa de juros nominal. Além disso, os autores mostram que, por mais que os primeiros trabalhos que abordam o poder preditivo do diferencial de juros de 1 e 10 anos tenham sido publicados no final da década de 1980, os economistas ainda não incorporaram essa variável em seus modelos de previsão. O racional dos autores é bem exposto na passagem do trabalho na qual os autores provocam que os economistas, de modo geral, ainda não aprenderam a incorporar as informações da curva de juros nas tentativas de prever recessões na janela de alguns trimestres. Isso porque nas duas décadas anteriores a publicação do trabalho, a curva de rendimentos sinalizou informações relevantes para os agentes que optaram por não as utilizar em seus modelos.

Assim, os autores utilizam os dados fornecidos pela “*Survey of Professional Forecasters* (SPF)”. O SPF solicita, em todos os trimestres desde 1968, aos seus participantes que forneçam a probabilidade de crescimento negativo do PIB real no trimestre atual e nos quatro seguintes. A pergunta feita pelo instituto sofreu, segundo os autores, poucas alterações ao longo do tempo, de forma que permite uma comparação histórica mais assertiva. A última mudança foi feita em 2007 e é escrita da seguinte forma:

*Indicate the probability you would attach to a decline in real GDP (chain-weighted basis, seasonally adjusted) in the next five quarters. Write in a figure that may range from 0 to 100 in each of the cells (100 means a decline in the given quarter is certain, i.e. 100 percent, 0 means there is no chance at all, i.e. 0 percent).*

A figura 2.1 exibe a diferenças entre as previsões oriundas do modelo do SPF e da inclinação da curva de juros nos cinco horizontes em análise. Nos dois primeiros horizontes, não podemos inferir que as informações sobre o *spread* de rendimento sejam tão boas quanto o SPF. Isso porque a diferença entre as probabilidades se torna negativa durante as recessões de 1974 até 1975, 1990 até 1991 e 2001. Por outro lado, nos horizontes de três e quatro trimestres, as diferenças

de spread e SPF parecem claramente negativas durante os trimestres sem recessão e positivas durante as recessões marcadas pelas áreas sombreadas.

**Figure 7**  
**Differences Between Yield Spread and SPF Probabilities**

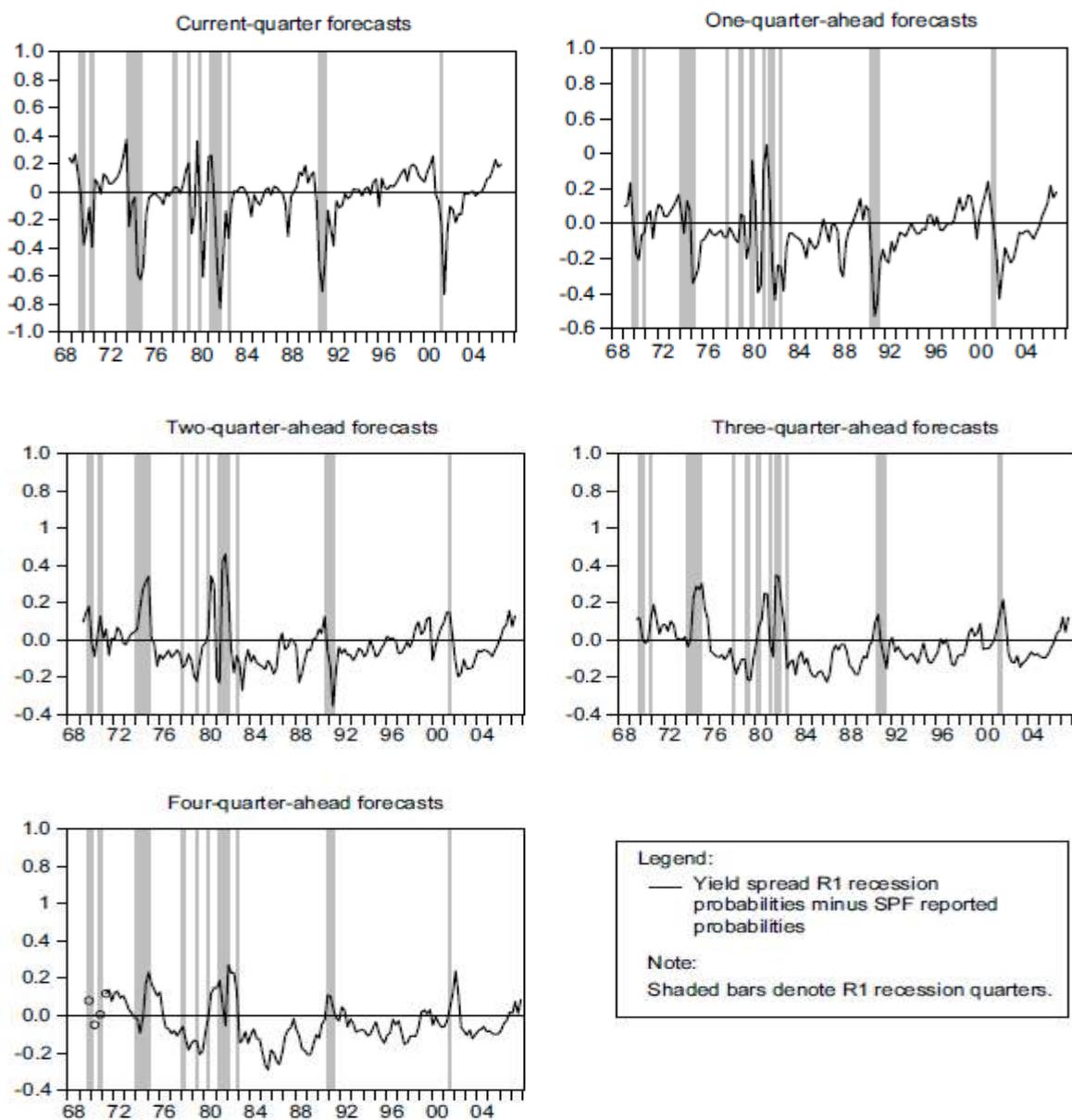


Figura 2.1. Diferenças entre as previsões oriundas do modelo do SPF e da inclinação da curva de juros nos cinco horizontes em análise

Fonte: RUDEBUSCH E WILLIAMS (2007)

A teoria de que os economistas, ainda, não consideram que a curva de rendimentos fornece informações relevantes para a previsão de recessão é confirmada pelo teste Diebold-Mariano realizado pelos autores.

Como os primeiros estudos sobre o poder preditivo da diferença de juros só vieram a ser publicados no final da década de 1980, os autores fazem duas análises. A primeira é com a amostra completa de informações. A segunda é com apenas os dados com data após 1987. Esta separação busca identificar se os economistas incorporarão, ou não, a diferença de juros em seus modelos de previsão.

Nesse sentido, mesmo na segunda amostra, a curva de rendimentos ainda contém informações preditivas que podem não ter sido levadas em consideração pelos participantes do SPF. Esse fato pode ser observado na figura 2.2, que mostra a diferença entre o indicador binomial, que tem valor 1 em períodos de recessão e 0 em períodos de expansão, e as probabilidades aferidas pelos 2 modelos. O gráfico de previsão de 4 trimestres mostra com mais clareza a diferença entre as duas séries, mostrando a não incorporação da diferença no modelo dos membros do SPF. Os autores, por fim, classificam o antigo poder da curva de rendimentos como um “enigma”.

## SPF and Yield Spread Probability Forecast Errors

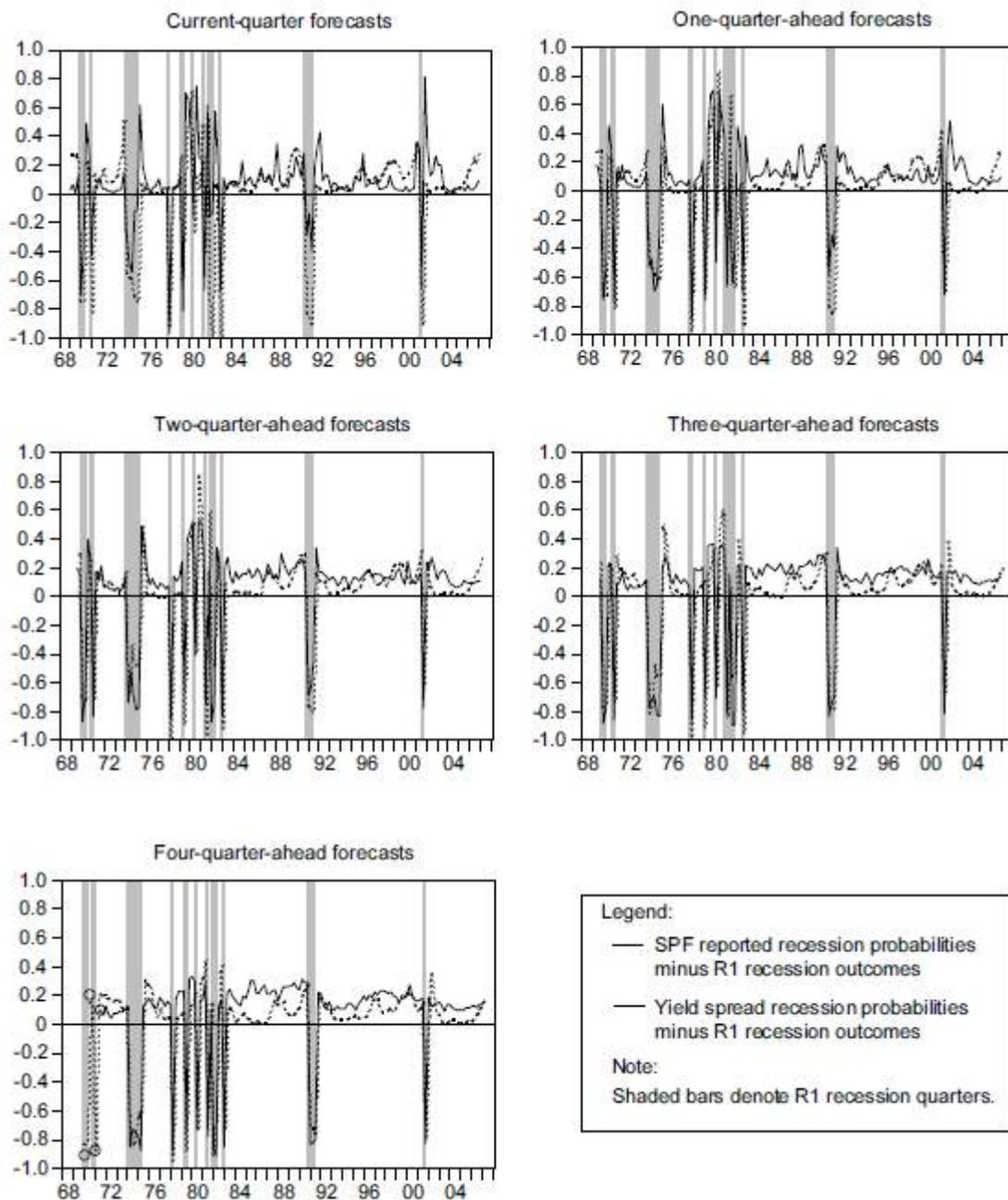


Figura 2.2. Comparação de métodos de previsão de recessão

Fonte: RUDEBUSCH E WILLIAMS (2007)

Uma alternativa para mostrar essa não incorporação é, segundo os autores, o fato de que os economistas subestimarem o impacto macroeconômico das mudanças na postura da política monetária, aproximada por mudanças na inclinação da curva de juros. Portanto, os autores

reconhecem que a relação quantitativa entre a produção e as taxas de juros é estimada de forma imprecisa, porque está sujeita às dificuldades econométricas, as quais podem influenciar as estimativas de sensibilidade.

Da mesma forma que JOHANSSON e MELDRUM (2018), BAUER e MERTENS (2018) e ENGSTROM e SHARPE (2018) e outros admitem que a curva de juros de fato teve resultados expressivos no passado, mas que a economia atual seria diferente. RUDEBUSCH e WILLIAMS sugerem a possibilidade de os economistas do SPF terem pensando o mesmo desde o fim do século passado. Isto é, sinais de que a curva de rendimento teria sido frequentemente subutilizada e desconfigurada por causa de supostas mudanças na economia real, ou fatores idiossincráticos que influenciariam as taxas de juros. Os autores mostram, entretanto, que o poder preditivo relativo da curva de juros incorpora melhor as expectativas dos agentes de mercado do que o Instituto cujo objetivo principal é o recolhimento e análise das expectativas dos economistas.

### **II.1.1 A TAXA DE JUROS NEUTRA DA ECONOMIA**

Knut Wicksell introduziu em 1898 a ideia da taxa neutra de juros da economia, definindo-a como a taxa de juros de curto prazo consistente com a igualdade do nível de produto com o produto potencial e nível de emprego com emprego potencial. De modo geral, a taxa neutra de juros da economia é aquela que não gera pressões inflacionárias ou deflacionárias, uma vez que o nível de produto e emprego sejam iguais aos seus potenciais. Logo, pode ser definida como a taxa que mantém a produção crescendo em torno de sua taxa potencial em um ambiente de pleno emprego e inflação estável. A taxa de juros real natural, ou de equilíbrio, fornece, portanto, uma referência para medir a postura da política monetária de uma determinada economia. Nesse sentido, quando a taxa de juros está acima (abaixo) da de equilíbrio, considera-se que a política monetária está expansionista (contracionista).

Nesse contexto, o nível da taxa de juros de equilíbrio para uma economia é objeto de estudo de muitos economistas. Isso porque serve de base para a política monetária ótima. No entanto, sua mensuração é de extrema dificuldade. Isso porque suas variáveis independentes são estimadas, e não diretamente observadas. Na introdução aos estudos de Macroeconomia, por exemplo, é comum a apresentação do modelo de Taylor. Esta “regra”, por exemplo, considera a utilização de variáveis como o PIB potencial e emprego potencial, as quais são, por definição, não observáveis.

Além disso, uma das medidas tomada por muitos bancos centrais em reação a grande desaceleração oriunda da Crise de 2008 foi a manutenção da taxa de juros nominal em níveis historicamente baixos. Esta medida foi uma tentativa de aumentar a oferta de moeda nas economias, para evitar uma quebra de liquidez impulsionada pelas incertezas da época. O cenário de recuperação gradual e com inflação controlada permitiu a manutenção das taxas de juros em níveis baixos e o sucesso de políticas não tradicionais. Dentre estas, podemos destacar a política de recompras dos títulos dos tesouros nacionais por parte dos bancos centrais. A política chamada de “flexibilização quantitativa” equivale a uma política monetária expansionista, por aumentar a oferta de moeda na economia por meio do aumento do balanço dos bancos centrais. Nesse sentido, fatores relacionados a níveis de juros extraordinariamente baixos nas economias mais avançadas desde a crise financeira global e fatores de desenvolvimento, como o aumento da expectativa de vida e mudanças no mercado de trabalho, têm aumentado o interesse na questão de saber se a taxa natural de juros declinou permanentemente e por quê. Para aprofundar o debate acerca dos fatores que influenciam e influenciaram a taxa neutra da economia, ver LAUBACH-WILLIAMS (2003) e HOLSTON-LAUBACH-WILLIAMS (2017). A figura 2.3 ilustra a tendência secular de declínio da taxa de juros real de longo prazo estimada pelo modelo de Laubach-Williams (representada pela linha L-W) e Holston-Laubach-Williams (representado pela linha H-L-W).

Laubach-Williams (representada pela linha L-W) e Holston-Laubach-Williams (representado pela linha H-L-W).

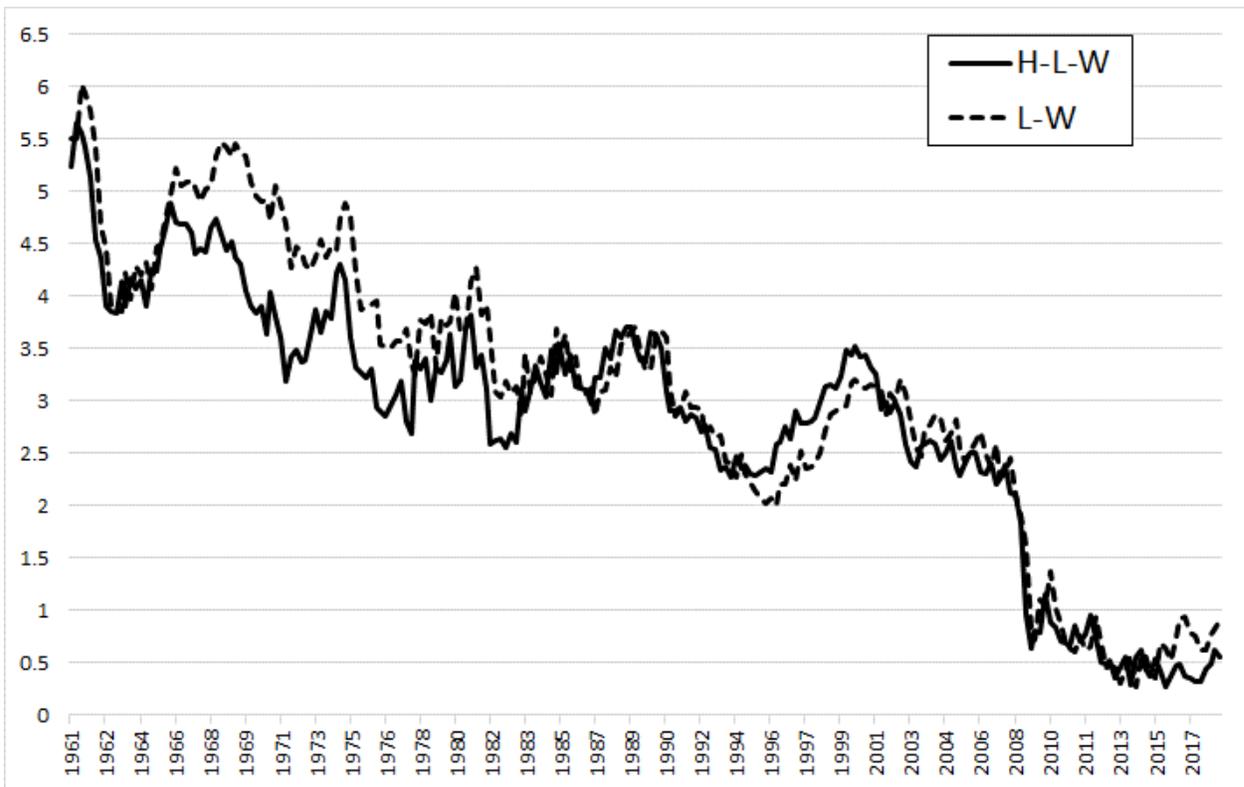


Figura 2.3. Tendência secular de declínio da taxa de juros real de longo prazo

Fonte: Elaboração própria com dados do New York FED

A principal importância do conceito em questão para a discussão do presente trabalho foi melhor exposta no discurso de 12 de dezembro de 2018 da diretora do FED Lael Brainard. Em BRAINARD (2018), a autora levanta a hipótese de que a taxa de juros neutra de curto prazo pode ser maior do que a de longo prazo. As estimativas sugerem, de acordo Brainard, que a taxa neutra de curto prazo tende a ser cíclica, caindo em recessões e aumentando durante as expansões. Nesse sentido, a combinação de taxa de desemprego abaixo da taxa de equilíbrio e produto a cima do potencial por um longo período podem ter levado a taxa de juros neutro de curto prazo para patamares superiores ao da de longo prazo. Esse fato teria ficado evidente, segundo a economista, pelo fato dos indicadores do banco central ainda indicarem uma taxa de juros estimulativa, por mais que essa se encontre em patamares próximos a taxa de juros neutra de longo prazo. Nesse sentido, ela ainda ressalta o impacto da injeção de liquidez oriunda da política de aumento do balanço dos bancos centrais dos países centrais e as recentes políticas fiscais expansionistas do governo dos Estados Unidos.

Esse artigo estimulou a discussão de que a diferença de juros de curto e longo prazo da curva de rendimentos seria menos eficaz em prever uma desaceleração da economia. Isso porque o Banco Central norte-americano estaria, deliberadamente, disposto a inverter a curva de juros levando em consideração os pontos de BRAINARD (2018). A justificativa seria a mesma: o atual contexto da economia é diferente de todos os outros. Nesse sentido, podemos dizer que as políticas reativas à desaceleração da Crise de 2008 marcaram um ponto de inflexão da discussão acerca do poder preditivo da curva de juros: percebe-se uma nítida transferência focal da diferença de juros curtos (1 e 2 anos) e longos (5, 10 e 30 anos) para a diferença entre juros de curtíssimo (3, 12 e 24 meses) e curto prazo (18, 24 e 60 meses).

## **II.2 O MODELO DE JOHANSSON E MELDRUM (2018)**

Os autores fazem uma regressão por Probit para mostrar o poder de previsão das inclinações das taxas de juros. No entanto, o que podemos ressaltar no trabalho em questão é a incorporação dos prêmios a termo das taxas de juros longas no modelo como uma variável explicativa. Isso porque essa adição muda a probabilidade de recessão no curto e médio prazo atual.

Como dito anteriormente no Capítulo 1, as as taxas de juros de longo prazo são representadas pela a média dos juros curtos esperados somadas um prêmio a termo. A componente do prêmio de risco vem decaindo nas últimas décadas. A figura 2.4 é uma estimativa do prêmio de dez anos baseado no modelo de KIM e WRIGTH (2005) e ilustra essa situação.

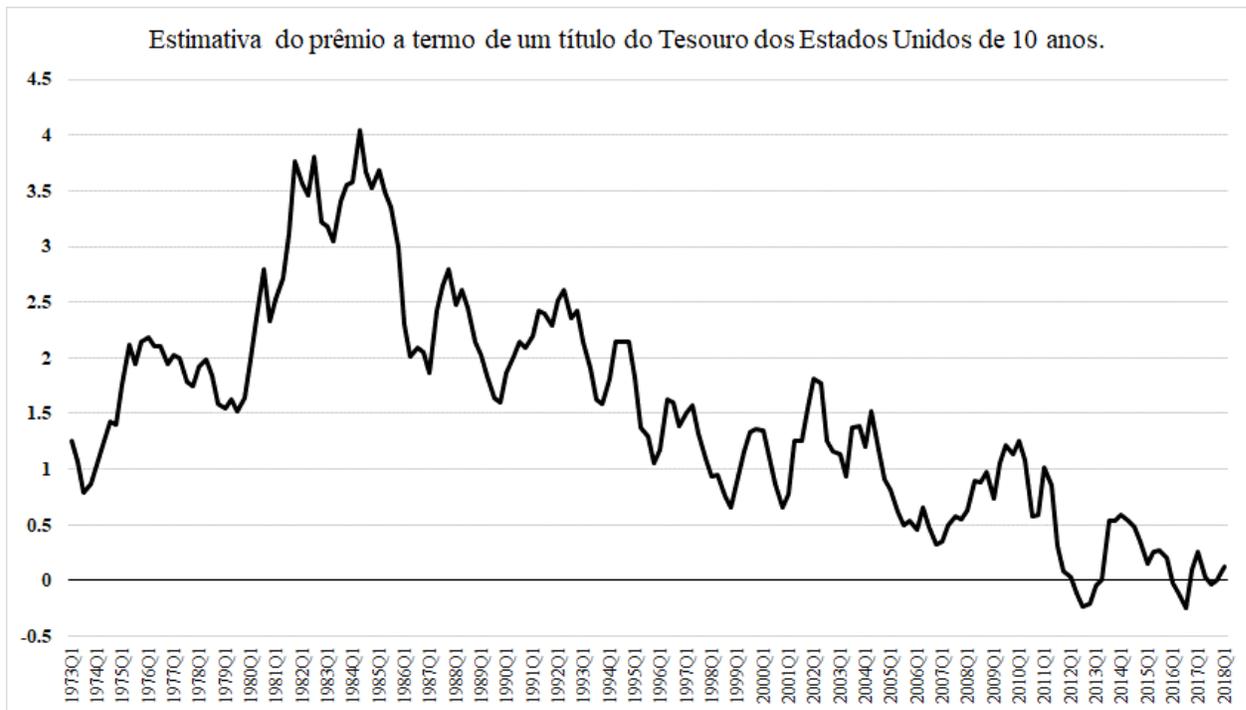


Figura 2.4. Estimativa do prêmio de dez anos baseado no modelo de KIM e WRIGTH (2005)

Fonte: Elaboração própria com dados do New York FED

A explicação para esse fenômeno é dada por WILLIAMS (2017). Segundo o atual presidente do *Federal Reserve* de Nova York, a taxa neutra da economia norte americana está em declínio desde os anos 1980 por motivos estruturais, tais como a redução do crescimento da produtividade e mudanças das pirâmides etárias da população.

Para explicar os fenômenos recentes, BAUER (2017) analisa a decomposição da taxa longa de juros. Esta estaria pressionada desde a Crise 2008, por mais que o *Federal Reserve* esteja promovendo o aperto das condições monetárias desde 2015. O autor ressalta que a inflação corrente baixa como fenômeno global não deveria ter impacto nas taxas dos títulos longos. Entretanto, estas afetam as inflações implícitas dos títulos. A desaceleração da atividade decorrente da Crise de 2008 e a ausência de fatores exógenos afetando o lado da oferta seriam fatores para o fenômeno de baixa inflação pós Crise. Portanto, a componente de inflação implícita nos títulos do tesouro estão diminuindo desde 2008. Além disso, outra componente que pode estar impactando a parte longa da Curva de Rendimentos é a taxa neutra de equilíbrio da economia. Por mais que o modelo usado por Williams em 2017 não apresente uma mudança relevante após a publicação do seu trabalho, o que importa para as taxas dos títulos é a percepção do mercado de taxa neutra, e

não necessariamente a sua estimativa econométrica. Desse modo, a revisão baixista da taxa neutra da economia pode ser percebida pela queda da indicação da taxa de longo prazo nas projeções divulgados em todo trimestre pelo banco central dos Estados Unidos. A figura 2.5 ilustra a revisão das expectativas sobre essa componente da curva de juros nominal pelos agentes de mercado.

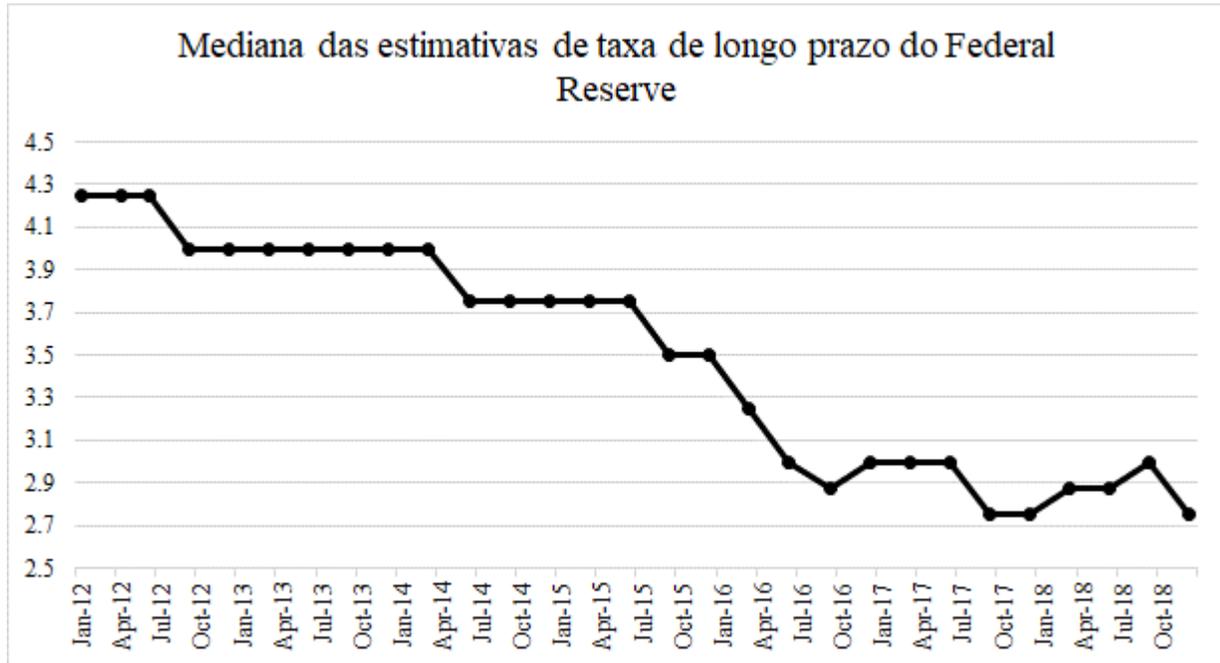


Figura 2.5. Mediana das Taxa de Longo Prazo do *Federal Reserve*

Fonte: Elaboração própria com dados do FED

Uma explicação para o fenômeno a cima observado é a diminuição dos prêmios a termo dos títulos longo. Esse fato foi influenciado pela política de *Quantitative Easing (QE)* adotada pelo Banco Central norte-americano como uma das saídas da Crise. Para garantir a liquidez no mercado e evitar uma fuga aos bancos fatal para a economia, o FED optou pela recompra dos seus títulos no mercado primário, garantindo liquidez a moeda interna. Esses títulos eram a maioria de vencimentos longos. Ao promover a recompra de quatro trilhões de dólares, o Banco promove uma diminuição da oferta de títulos, o que leva ao aumento do preço e como consequência, a diminuição das taxas de juros implícita nos títulos. Além disso, outra interpretação da diminuição dos prêmios a termo dos títulos longos é a estratégia dos agentes financeiros que compram os títulos do tesouro como uma forma de proteção aos investimentos no mercado de ações. Esse fato é ampliado pelo diferencial de juros entre os Estados Unidos e outros países desenvolvidos. Esse fato é explicado pela liderança norte americana no processo de normalização da política monetária no período pós

crise. Desse modo, dentre os títulos de países desenvolvidos, que apresentam melhores classificações nos rankins de crédito, o investidor prefere comprar um título do governo estadunidense pela maior remuneração.

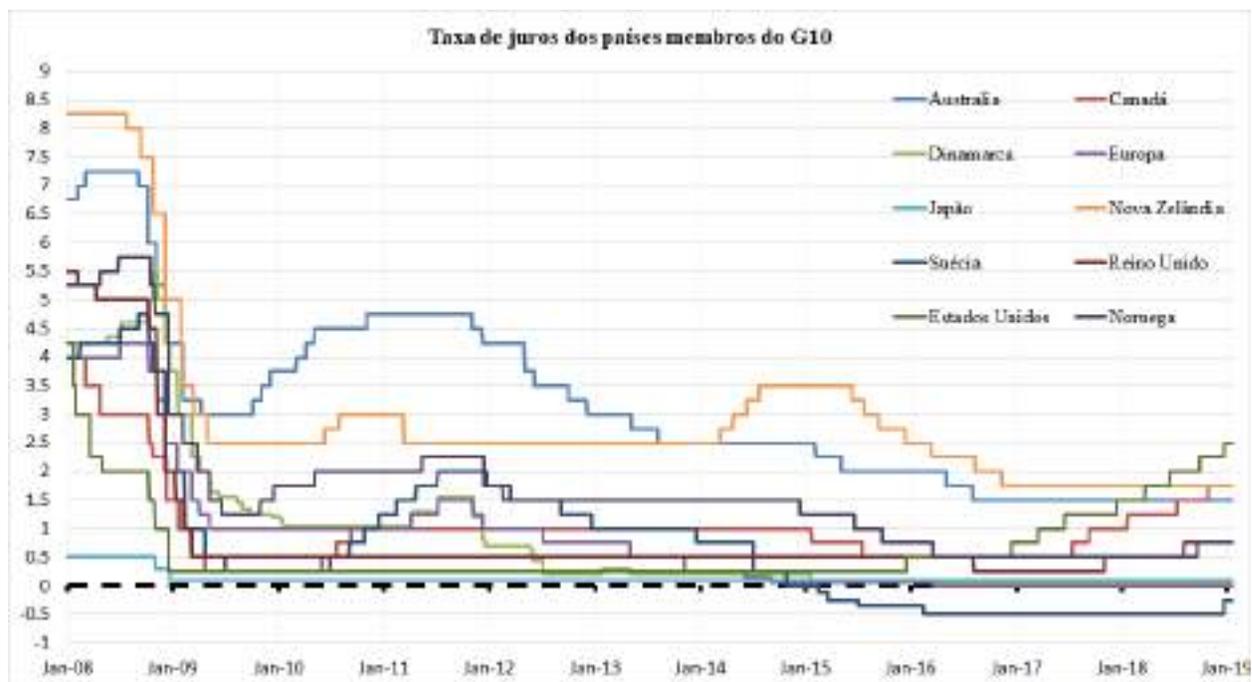


Figura 2.6. Taxas de juros nominais dos países membros do G10

Fonte: Bloomberg (Acesso em: 08/02/2019 18:15:00)

Desse modo, o poder preditivo da inclinação da curva de rendimentos estaria contaminado pelos fatores a cima expostos. Com isso, os autores propõe a utilização de modelos alternativos ao de simples utilização da inclinação no modelo de Probit. Os autores, portanto, propões a incorporação de informações adicionais da curva de juros ou a adição dos prêmio a termo dos como uma variável explicativa adicional.

Na Figura 2.7, os autores apresentam o resultado das regressões por Probit. O modelo 1 usa apenas a inclinação da taxa de 10 anos com a taxa de 3 meses. O modelo 2 e 3 incorporam o formato da Curva de Rendimentos a partir da regressão da curva como um todo. O modelo 4, por outro lado, utiliza apenas o prêmio de risco dos títulos longos. Podemos perceber que apenas o primeiro demonstra sinais que o país poderia estar próximo de um período de recessão. Esse estudo buscou, portanto, acalmar os agentes de mercado demonstrando que uma recessão não estaria tão próxima

quanto a qual estava prevista por aqueles que utilizam apenas o diferencial entre a taxa de juros curta e longa.

**Figure 4: Predicted Recession Probability from Alternative Probit Regressions**

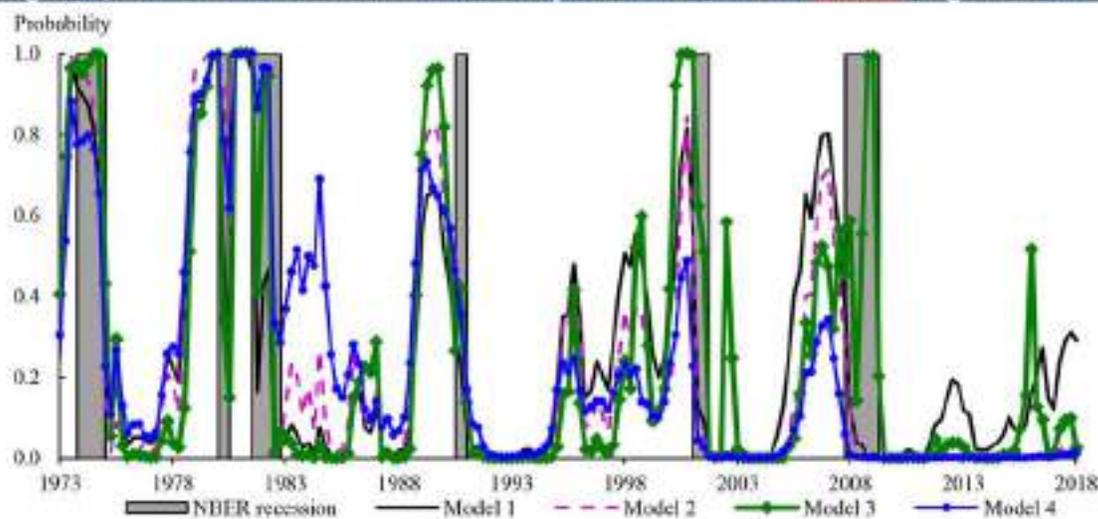


Figura 2.7. Previsões com a regressão Probit

Fonte: JOHANSSON E MELDRUM (2018)

### II.3 O MODELO BAUER E MERTENS (2018)

Os autores reforçam a teoria de que a diferença de juros de curto e longo prazo, de fato, antecipam recessões na economia dos Estados Unidos. Simultaneamente, admitem que as circunstâncias históricas para cada episódio de recessão eram peculiares. Mesmo assim, no entanto, o padrão de inversão da curva de rendimentos foi notavelmente semelhante. Em todos os casos, a queda na inclinação foi impulsionada por um aumento pronunciado nas taxas de juros de curto prazo, enquanto que as taxas longas, por outro lado, tiveram um comportamento mais gradual, e aumentaram ligeiramente durante esses períodos ou até mesmo declinaram. Essa explicação reforça o entendimento da “função reação” do banco central norte americano.

Existe um ditado no mercado financeiro que é o seguinte: não entre em pânico, mas se entrar, entre primeiro. Nesse contexto, a contribuição dos autores vai no sentido de buscar determinar em que nível da diferença entre a taxa de juros de títulos 10 anos e 1 ano uma recessão pode ser esperada. Em outras palavras, até que ponto a diferença de juros precisa diminuir para que um previsor espere uma futura recessão? Esse estudo foi uma das primeiras respostas de membros

do Federal Reserve ao início da discussão por parte do mercado de que os Estados Unidos poderiam estar entrando em uma recessão. Esse temor era fundamentado pelo longo período de expansão da economia, e representado pelo movimento de declínio da diferença entre as taxas.

As probabilidades estimadas pelos autores representam a probabilidade de o país entrar em recessão em um momento em que a diferença entre a taxa de juros dos títulos de 10 e 1 ano passam do zero. Este seria o ponto crítico encontrado pelos autores. Neste ponto, a probabilidade de os Estados Unidos entrarem em um período de recessão em um horizonte de 12 meses é, em média, de aproximadamente 24% tudo o mais constante. A partir deste ponto crítico, as probabilidades aumentam com mais aceleração do que quando o diferencial está em positivo. Desse modo, o trabalho seguiu a linha de acalmar os agentes do mercado no sentido de que os Estados Unidos não estavam próximo a uma recessão. De acordo com os autores, a probabilidade na época de isso acontecer era, em média, 11% tudo o mais constante.

Além do exposto a cima, os autores buscam em seu trabalho abordar a discussão de que se o contexto da economia tornava o atual momento peculiar. Isso porque o nível das taxas de juros no mundo no início de 2018 era baixo por comparação histórica (BAUER e RUDEBUSCH 2016). Nesse ambiente, o início de um processo de normalização de política monetária seria menos tóxico para o nível de atividade dos países. Isso porque a política monetária de muitos países passou por um longo período pós crise de 2008 em terrenos acomodatórios, ou seja, com a taxa de juros nominal abaixo da estimada taxa de juros neutra da economia. Além disso, os autores revisitam o argumento de (WILLIAMS 2017), que sugere que as taxas baixas de longo prazo não refletem necessariamente uma perspectiva pessimista para o nível de atividade, mas sim uma nova normalidade nas taxas de juros.

Neste âmbito, os autores mostram que por mais que o racional desses argumentos seja válido, não há evidência empírica que os comprovem. Esse fato é estudado a partir da incorporação dos fatos sugeridos nos modelos preditivos. A inclusão da taxa de juros de curto e longo prazo nesses modelos, que permite que o nível das taxas de juros tenha um efeito separado do *spread* do termo, apresentam resultados piores do que a simples utilização da diferença de juros. Além disso, a incorporação de estimativas da taxa neutra da economia tão pouco apresenta resultados estatísticos mais relevantes.

No entanto, os autores ressaltam o fato de que o prêmio de risco tem de fato sido próximo de zero, ou até mesmo negativo. Como dito anteriormente, o nível do prêmio de risco é relevante para interpretar o diferencial entre as taxas dos vencimentos porque as taxas de longo prazo refletem as expectativas de taxas futuras de curto prazo somadas a esse prêmio de risco. Se as taxas de longo prazo forem baixas devido a um prêmio de risco menor, as implicações para a perspectiva econômica podem ser diferentes do que se espera quando essas são baixas devido a expectativas pessimistas sobre as taxas de juros futuras. Nesse sentido, os autores testaram o modelo da inclinação separando a taxa de longo prazo em estimativas de prêmio de risco e as expectativas para as taxas futuras de curto prazo como variáveis explicativas para os períodos de recessão. Esta análise sugeriu que ambos os componentes do diferencial de juros têm a mesma qualidade em sinalizar futuras recessões. No entanto, decompor o diferencial de juros não apresenta resultado estatístico mais significativo do que usar apenas a diferença entre as taxas de curto e longo prazo.

#### **II.4 O MODELO ENGSTROM E SHARPE (2018) E A “INCLINAÇÃO DE CURTO PRAZO”**

No início do ano de 2018, a economia dos Estados Unidos vivia um dos seus melhores momentos. O PIB nacional crescia a uma taxa de 3%, a taxa de desemprego se encontrava a baixo de 4% com derivada negativa, a taxa de participação continuava alta e os índices de produtividade aumentavam. Nesse contexto de “*goldilocks*”, chamava a atenção do mercado financeiro o fato de a inclinação da taxa de juros continuar sua trajetória de queda.

A resposta do “*Federal Reserve*” ao cenário otimista dos dados econômicos foi iniciar em 2015 um ciclo de aperto das condições financeiras por meio da diminuição do seu *balance sheet* e aumento da taxa de juros básica da economia. Aqueles que criticavam a atitude do FED usavam o nível da inclinação da taxa de juros como um indicador de que o FED deveria mudar sua atuação. Nesse sentido, Engstrom e Sharpe (2018) foram em busca de outros indicadores para defender a atuação do Banco Central norte-americano. Com isso, apresentaram uma inclinação de taxas *forwards*, ao invés de usar taxas de títulos do tesouro.

As taxas *forwards* são as taxas de juros médias futuras, derivadas de taxas atuais para um período futuro. Utilizando as informações da Tabela 2.1, é possível calcular a taxa juros implícita

para um determinado período. Por exemplo, a taxa de juros implícita para o ano 2 da tabela é de 2,518%. Esse valor é obtido por meio da equação (2.1), onde  $R_f$  é a taxa forward para o período de tempo entre  $T_1$  e  $T_2$ .  $R_1$  e  $R_2$  representam, respectivamente, a taxa de juros para o período  $T_1$  e  $T_2$ .

$$R_f = \frac{R_2 T_2 - R_1 T_1}{T_2 - T_1} \quad (2.1)$$

Utilizando a equação (2.1) podemos encontrar as taxas de juros implícitas para cada período da Tabela 2.2, conforme ilustrado na figura 2.9.

| <b>Vencimento</b> | <b>Taxa de juros a.a.</b> | <b>Taxa de juros forward</b> |
|-------------------|---------------------------|------------------------------|
| 1 mês             | 2,403%                    |                              |
| 2 meses           | 2,415%                    | 2,43%                        |
| 3 meses           | 2,442%                    | 2,50%                        |
| 6 meses           | 2,532%                    | 2,62%                        |
| 12 meses          | 2,582%                    | 2,63%                        |
| 24 meses          | 2,550%                    | 2,52%                        |
| 36 meses          | 2,534%                    | 2,50%                        |
| 60 meses          | 2,545%                    | 2,56%                        |
| 84 meses          | 2,599%                    | 2,73%                        |
| 120 meses         | 2,697%                    | 2,93%                        |
| 360 meses         | 2,981%                    | 3,12%                        |

Tabela 2.2. Taxas de juros *forward*

Fonte: Elaboração própria com dados do Tesouro dos Estados Unidos (Acesso em: 01/02/2019 12:05:00)

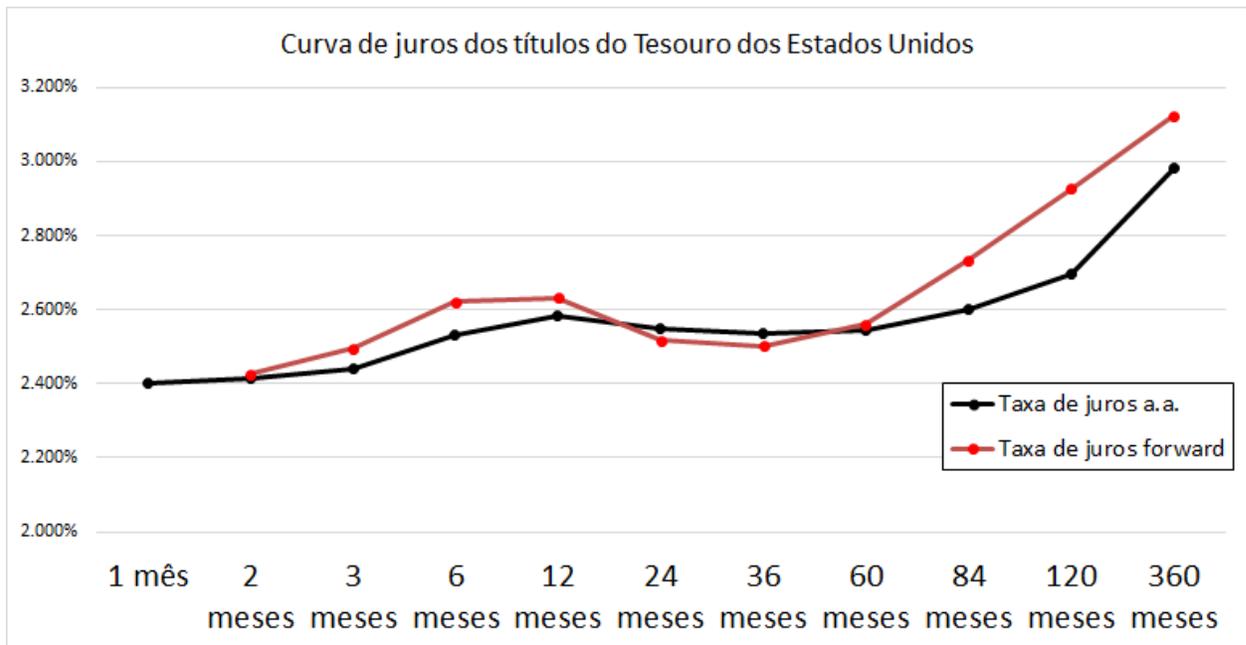


Figura 2.9. Taxas *forward*

Fonte: Elaboração própria com dados do Tesouro dos Estados Unidos (Acesso em: 01/02/2019 12:05:00)

O rendimento nominal para um dado vencimento representa, de modo geral, a média dos rendimentos à vista para todos os vencimentos até, inclusive, o vencimento do papel. Desse modo, se a curva tem uma inclinação positiva, o rendimento para o período T2 deve ser maior do que para o período T1. O inverso vale para as situações em que a primeira derivada da curva de rendimento é negativa. Desse modo, a curva de juros *forward* estará acima da curva de juros nominal sempre que a inclinação for positiva, e sempre estará abaixo da curva nominal quando a inclinação for negativa. Na figura 2.9, podemos perceber que, quando a primeira derivada da curva de juros nominal é maior do que zero, nos períodos de 1 mês até 12 meses e de 60 meses até 360 meses, a curva de juros *forward* está superior à nominal. No período entre 12 meses e 60 meses, a curva de juros está abaixo, evidenciando a lógica matemática. Os resultados mostram que a diferença entre a taxa *forward* de três meses em seis trimestres e a taxa *forward* de três meses corrente seria mais eficiente em prever períodos de recessão na economia, com uma “sensibilidade” maior e menos volátil do que as outras inclinações. Os autores definem “sensibilidade” como a mudança na probabilidade estimada de recessão quando a variável independente passa de um desvio padrão do seu valor médio enquanto as outras variáveis independentes, não.

Segundo os autores, esse resultado mostra que a “inclinação de curto prazo” incorpora melhor as expectativas do mercado. Uma explicação para isso seria a utilização das taxas “*forwards*” ao invés da taxa média dos títulos do tesouro. Isso porque as taxas forwards de 3 meses para cada vencimento representam a taxa média de juros implícita para os 3 meses após um período  $t$ . Nesse sentido, podemos entender que a taxa forward de seis trimestre é a taxa de três meses média esperada pelos agentes daqui a seis meses.

Além disso, os autores inserem uma *dummy* no modelo que vale com valor de -1 quando a economia se encontra em períodos de “*Effective Lower Bound Period*”. Isso porque, nesses períodos, a diferença entre as taxas deve ser, por definição, negativa. Além disso, é característica desses períodos a alta imprevisibilidade que contamina em demasia as projeções dos agentes de mercado. Para maiores informações sobre esse período, ver <https://www.brookings.edu/blog/ben-bernanke/2017/04/12/how-big-a-problem-is-the-zero-lower-bound-on-interest-rates/>.

**Figure 1: Long-term Yield Spread and Near-term Forward Spread**

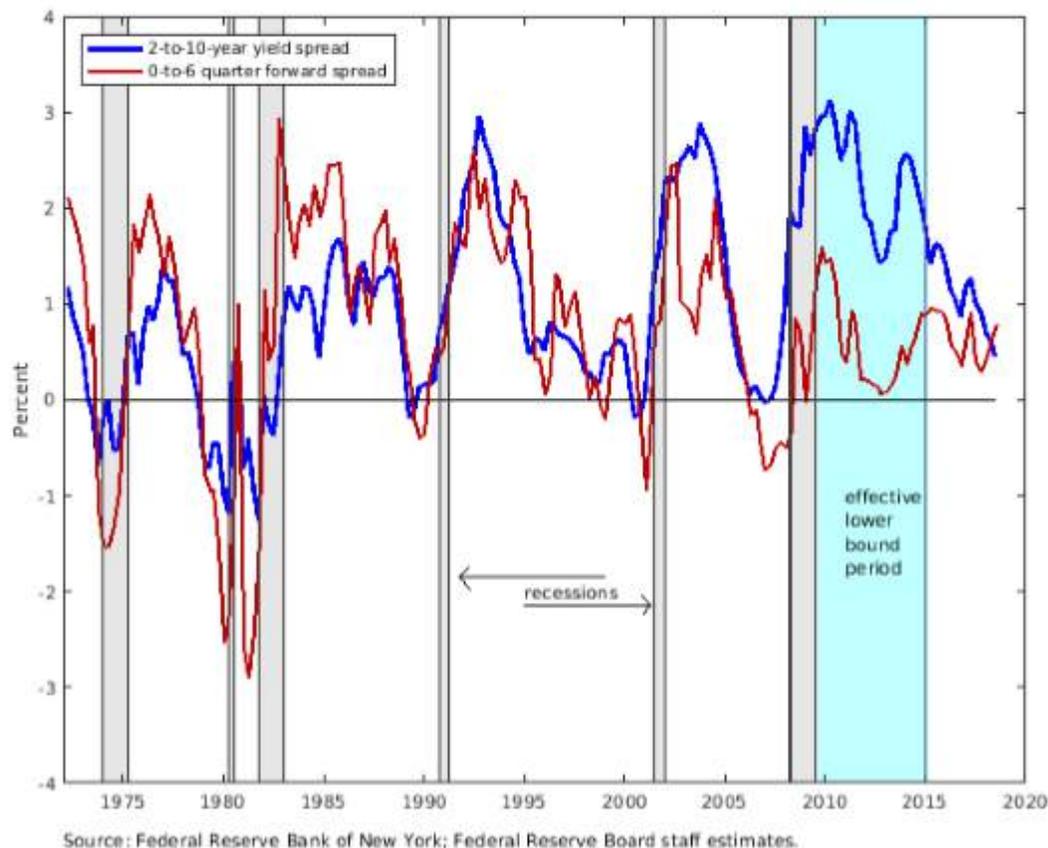


Figura 2.11. Representação da diferença entre a taxa de juros forward de 10 e 2 anos e da diferença entre a taxa de juros forward de 3 e 18 meses com os períodos de recessão representados pela área cinza

Fonte: ENGSTROM E SHARPE (2018)

Os resultados encontrados pelos autores apresentados na figura 2.11 mostram além da comprovação do poder de previsão dessa inclinação, no sentido de que mostram também que essa inclinação não se encontrava em níveis preocupantes. Logo, seria uma evidência de que o mercado de modo geral não percebia que política monetária do FED estava levando o país a um período de recessão.

Os autores sugerem, ainda, que o poder de previsão da inclinação de curto prazo seria um processo de "causalidade reversa". Este termo se refere à inversão da direção causa-efeito em um estudo estatístico. Nesse sentido, como a inclinação reflete as expectativas do mercado, se o mercado achar que a economia está em direção de uma recessão, a inclinação vai ficar negativa. Nesse processo, a atenção dada ao mercado a inclinação pode induzir aumento da poupança por

partes dos agentes, diminuindo o nível de atividade da economia, podendo gerar uma recessão. Por isso, os autores argumentam que os agentes devem procurar outros indicadores além da curva de rendimento. Por outro lado, esse indicador tem valor para os “*policy makers*” na medida que representa a expectativa dos participantes do mercado.

### **CAPÍTULO III - ANÁLISE ECONOMÉTRICA DO MODELO DE ENGSTROM E SHARPE (2018)**

No capítulo II do presente trabalho, foram apresentadas diferentes visões e argumentos sobre a utilização das diferenças das taxas de juros para prever recessões nos Estados Unidos. No entanto, todos os autores fundamentam seus trabalhos na utilização de modelos obtidos por meio da regressão por Probit. O modelo de Probit é um tipo de regressão em que a variável dependente pode ter apenas dois valores, por exemplo, um ou zero, sendo classificado como um modelo de resposta ordinal ou binária. O objetivo é estimar a probabilidade de que uma observação gere algum resultado na variável dependente. Além disso, é utilizado para classificar diferentes observações com base em suas probabilidades previstas.

Nesse contexto, foi feita a atualização dos dados (ver apêndice A) utilizados por ENGSTROM e SHARPE (2018) para se estudar o comportamento do modelo para o período até o final de 2018 a partir do treinamento da regressão Probit obtida com os dados no período após a conclusão do trabalho de referência. Além disso, é feita uma comparação entre a diferença das taxas de curto e longo prazo para dados recentes.

Foram estudados dois casos testes. O caso teste 1 foi realizado levando em consideração a diferença entre a taxa forward de 6 trimestres com a taxa de um título de 3 meses. Já no caso teste 2 foram utilizadas as diferenças entre a taxa de juros de 10 e 2 anos. Nesse sentido, foi feita a tentativa de se chegar a um resultado próximo ao dos autores para os dados históricos. Como explicado no capítulo II, o período identificado como “Effective Lower Bound Period” não entrou na amostra de observações, tendo em vista os fatores idiossincráticos que prejudicam o modelo.

Na Figura 3.1, podemos identificar que a estimação foi feita com relativo êxito, para ambos os casos testes, pela proximidade do indicador de sensibilidade com o modelo original e a probabilidade de significância sob a hipótese nula (“p-valor”) com módulo próximo de zero. ENGSTROM e SHARPE (2018) definem o indicador de sensibilidade como:

*Sensitivity is defined as the change in the estimated probability of recession when the explanatory variable falls by one standard deviation from its unconditional mean value, while the other explanatory variables remain at their unconditional means.*

De modo prático, foi feita a regressão por Probit utilizando o programa Python utilizando o pacote *Statsmodel*, apresentado no Apêndice B. A partir dos coeficientes encontrados, a série foi

normalizada com média igual a zero e desvio padrão unitário. O indicador de sensibilidade é, portanto, o valor da hipótese não nula para os testes. Desse modo, o valor do indicador é igual a um mais o coeficiente de Probit. Os resultados dos valores observados e previstos podem ser observados nas Tabela 3.2 e 3.3. A Tabela 3.1 apresenta os resultados originais e os encontrados pelo autor a partir do modelo de regressão que está apresentado no Apêndice B.

|                            | Near term spread model | Teste 1 | Long term spread model | Teste 2 |
|----------------------------|------------------------|---------|------------------------|---------|
| <b>Coefficiente</b>        | -0,560                 | -0,568  | -0,640                 | -0,700  |
| <b>Sensibilidade</b>       | 0,440                  | 0,432   | 0,360                  | 0,300   |
| <b>Desvio padrão</b>       | #N/D                   | 0,0833  | #N/D                   | 0,0845  |
| <b>P &gt;  z </b>          | (<0.01)                | (<0.01) | (<0.01)                | (<0.01) |
| <b>Núm. De observações</b> | 185                    | 185     | 185                    | 185     |

Tabela 3.1. Resultados originais e os encontrados pelo autor.

Fonte: Elaboração própria com os dados divulgados no estudo de ENGSTROM e SHARPE (2018)

|         | Near-Term Spread Model | Teste 1 |
|---------|------------------------|---------|---------|------------------------|---------|---------|------------------------|---------|---------|------------------------|---------|
| 1972:Q1 | 0,00160                | 0,11613 | 1983:Q3 | 0,00460                | 0,14828 | 1995:Q1 | 0,01810                | 0,20758 | 2006:Q3 | 0,65900                | 0,61596 |
| 1972:Q2 | 0,00360                | 0,13961 | 1983:Q4 | 0,00210                | 0,12379 | 1995:Q2 | 0,20930                | 0,40334 | 2006:Q4 | 0,74540                | 0,66174 |
| 1972:Q3 | 0,00210                | 0,17065 | 1984:Q1 | 0,00510                | 0,15243 | 1995:Q3 | 0,21150                | 0,40646 | 2007:Q1 | 0,72100                | 0,64651 |
| 1972:Q4 | 0,02350                | 0,22150 | 1984:Q2 | 0,00890                | 0,10174 | 1995:Q4 | 0,26450                | 0,48676 | 2007:Q2 | 0,64210                | 0,61285 |
| 1973:Q1 | 0,15060                | 0,36667 | 1984:Q3 | 0,00330                | 0,13904 | 1996:Q1 | 0,27190                | 0,54047 | 2007:Q3 | 0,61820                | 0,60117 |
| 1973:Q2 | 0,10400                | 0,32943 | 1984:Q4 | 0,00140                | 0,11162 | 1996:Q2 | 0,02610                | 0,22772 | 2007:Q4 | 0,64220                | 0,61212 |
| 1973:Q3 | 0,88040                | 0,74163 | 1985:Q1 | 0,00030                | 0,06007 | 1996:Q3 | 0,03320                | 0,24221 | 2008:Q1 | 0,56320                | 0,57653 |
| 1973:Q4 | 0,54060                | 0,80400 | 1985:Q2 | 0,00100                | 0,06105 | 1996:Q4 | 0,10690                | 0,31280 | 2008:Q2 | 0,06720                | 0,31155 |
| 1974:Q1 | 0,55330                | 0,80843 | 1985:Q3 | 0,00030                | 0,06033 | 1997:Q1 | 0,06660                | 0,29115 | 2008:Q3 | 0,12440                | 0,34675 |
| 1974:Q2 | 0,51330                | 0,76756 | 1985:Q4 | 0,00600                | 0,15825 | 1997:Q2 | 0,04470                | 0,26176 | 2008:Q4 | 0,39830                | 0,50263 |
| 1974:Q3 | 0,82070                | 0,70282 | 1986:Q1 | 0,08230                | 0,30857 | 1997:Q3 | 0,12360                | 0,32667 | 2009:Q1 | 0,15130                | 0,36999 |
| 1974:Q4 | 0,50260                | 0,53023 | 1986:Q2 | 0,02900                | 0,23984 | 1997:Q4 | 0,24260                | 0,42447 | 2009:Q2 | 0,03060                | 0,23782 |
| 1975:Q1 | 0,11080                | 0,33531 | 1986:Q3 | 0,02820                | 0,21332 | 1998:Q1 | 0,58310                | 0,49553 | 2009:Q3 | 0,01100                | 0,18119 |
| 1975:Q2 | 0,09460                | 0,24633 | 1986:Q4 | 0,04880                | 0,25551 | 1998:Q2 | 0,28650                | 0,44580 | 2009:Q4 | 0,03310                | 0,21022 |
| 1975:Q3 | 0,01330                | 0,29200 | 1987:Q1 | 0,08890                | 0,32482 | 1998:Q3 | 0,42340                | 0,51367 | 2010:Q1 | 0,02500                | 0,19984 |
| 1975:Q4 | 0,09430                | 0,24666 | 1987:Q2 | 0,06690                | 0,16942 | 1998:Q4 | 0,49880                | 0,54795 | 2010:Q2 | 0,02700                | 0,24898 |
| 1976:Q1 | 0,08136                | 0,11096 | 1987:Q3 | 0,06520                | 0,15270 | 1999:Q1 | 0,25120                | 0,42527 | 2010:Q3 | 0,18750                | 0,29165 |
| 1976:Q2 | 0,06340                | 0,13635 | 1987:Q4 | 0,00280                | 0,13064 | 1999:Q2 | 0,10650                | 0,32625 | 2010:Q4 | 0,22170                | 0,41251 |
| 1976:Q3 | 0,07780                | 0,20844 | 1988:Q1 | 0,01900                | 0,20988 | 1999:Q3 | 0,08790                | 0,31422 | 2011:Q1 | 0,07350                | 0,29813 |
| 1976:Q4 | 0,03260                | 0,23066 | 1988:Q2 | 0,06790                | 0,16811 | 1999:Q4 | 0,18130                | 0,32699 | 2011:Q2 | 0,16070                | 0,32645 |
| 1977:Q1 | 0,06740                | 0,16627 | 1988:Q3 | 0,01890                | 0,25226 | 2000:Q1 | 0,08240                | 0,30865 | 2011:Q3 | 0,29800                | 0,44957 |
| 1977:Q2 | 0,02050                | 0,21463 | 1988:Q4 | 0,17900                | 0,36816 | 2000:Q2 | 0,26990                | 0,40490 | 2011:Q4 | 0,28950                | 0,44972 |
| 1977:Q3 | 0,09030                | 0,31664 | 1989:Q1 | 0,26820                | 0,44484 | 2000:Q3 | 0,59830                | 0,56180 | 2012:Q1 | 0,38830                | 0,45679 |
| 1977:Q4 | 0,16040                | 0,37362 | 1989:Q2 | 0,49340                | 0,54558 | 2000:Q4 | 0,82370                | 0,70480 | 2012:Q2 | 0,32370                | 0,46781 |
| 1978:Q1 | 0,18700                | 0,33215 | 1989:Q3 | 0,58790                | 0,58755 | 2001:Q1 | 0,62370                | 0,60164 | 2012:Q3 | 0,36890                | 0,48989 |
| 1978:Q2 | 0,16700                | 0,25168 | 1989:Q4 | 0,57790                | 0,56906 | 2001:Q2 | 0,18880                | 0,33372 | 2012:Q4 | 0,35630                | 0,48285 |
| 1978:Q3 | 0,20170                | 0,40057 | 1990:Q1 | 0,28100                | 0,44832 | 2001:Q3 | 0,09660                | 0,31685 | 2013:Q1 | 0,32580                | 0,46805 |
| 1978:Q4 | 0,76180                | 0,67028 | 1990:Q2 | 0,17120                | 0,36800 | 2001:Q4 | 0,06630                | 0,16880 | 2013:Q2 | 0,27700                | 0,44118 |
| 1979:Q1 | 0,82060                | 0,70278 | 1990:Q3 | 0,13570                | 0,35684 | 2002:Q1 | 0,00440                | 0,08276 | 2013:Q3 | 0,16730                | 0,37834 |
| 1979:Q2 | 0,82040                | 0,70264 | 1990:Q4 | 0,16330                | 0,37573 | 2002:Q2 | 0,00330                | 0,08047 | 2013:Q4 | 0,22340                | 0,41699 |
| 1979:Q3 | 0,55330                | 0,80834 | 1991:Q1 | 0,03190                | 0,24038 | 2002:Q3 | 0,05340                | 0,27706 | 2014:Q1 | 0,17420                | 0,38295 |
| 1979:Q4 | 0,59330                | 0,82438 | 1991:Q2 | 0,00450                | 0,14782 | 2002:Q4 | 0,06370                | 0,28768 | 2014:Q2 | 0,13180                | 0,35262 |
| 1980:Q1 | 0,59420                | 0,82428 | 1991:Q3 | 0,06790                | 0,16896 | 2003:Q1 | 0,07900                | 0,30192 | 2014:Q3 | 0,07840                | 0,30442 |
| 1980:Q2 | 0,76940                | 0,67418 | 1991:Q4 | 0,01130                | 0,16460 | 2003:Q2 | 0,12720                | 0,34896 | 2014:Q4 | 0,08250                | 0,30881 |
| 1980:Q3 | 0,06180                | 0,28537 | 1992:Q1 | 0,00840                | 0,06634 | 2003:Q3 | 0,02900                | 0,23377 | 2015:Q1 | 0,06710                | 0,29182 |
| 1980:Q4 | 0,59880                | 0,52962 | 1992:Q2 | 0,00020                | 0,06974 | 2003:Q4 | 0,01380                | 0,19980 | 2015:Q2 | 0,07150                | 0,29685 |
| 1981:Q1 | 0,59370                | 0,84097 | 1992:Q3 | 0,00240                | 0,12760 | 2004:Q1 | 0,01150                | 0,21888 | 2015:Q3 | 0,07510                | 0,30092 |
| 1981:Q2 | 0,59730                | 0,81388 | 1992:Q4 | 0,00070                | 0,09538 | 2004:Q2 | 0,01660                | 0,11557 | 2015:Q4 | 0,08850                | 0,31486 |
| 1981:Q3 | 0,53640                | 0,78940 | 1993:Q1 | 0,06510                | 0,15186 | 2004:Q3 | 0,01430                | 0,19564 | 2016:Q1 | 0,16250                | 0,37564 |
| 1981:Q4 | 0,04160                | 0,23085 | 1993:Q2 | 0,01130                | 0,18452 | 2004:Q4 | 0,05250                | 0,27313 | 2016:Q2 | 0,18340                | 0,39628 |
| 1982:Q1 | 0,12670                | 0,40568 | 1993:Q3 | 0,01890                | 0,20970 | 2005:Q1 | 0,04410                | 0,26085 | 2016:Q3 | 0,22310                | 0,41989 |
| 1982:Q2 | 0,13970                | 0,37515 | 1993:Q4 | 0,01680                | 0,20958 | 2005:Q2 | 0,08850                | 0,31488 | 2016:Q4 | 0,12040                | 0,34351 |
| 1982:Q3 | 0,09000                | 0,34742 | 1994:Q1 | 0,00610                | 0,15894 | 2005:Q3 | 0,18340                | 0,38897 | 2017:Q1 | 0,07910                | 0,30518 |
| 1982:Q4 | 0,00000                | 0,39271 | 1994:Q2 | 0,00070                | 0,09862 | 2005:Q4 | 0,27910                | 0,44428 | 2017:Q2 | 0,22210                | 0,41173 |
| 1983:Q1 | 0,00540                | 0,25417 | 1994:Q3 | 0,00060                | 0,11539 | 2006:Q1 | 0,46420                | 0,53254 | 2017:Q3 | 0,25790                | 0,49154 |
| 1983:Q2 | 0,01580                | 0,20061 | 1994:Q4 | 0,00150                | 0,11323 | 2006:Q2 | 0,44910                | 0,52576 | 2017:Q4 | 0,15990                | 0,39940 |
|         |                        |         |         |                        |         |         |                        |         | 2018:Q1 | 0,14110                | 0,35974 |

Tabela 3.2. Comparação entre os valores observados e estimados pelo autor

Fonte: Elaboração própria com os dados divulgados no estudo de ENGSTROM e SHARPE (2018)

|         | Long-Term Spread Model | Teste 2 |
|---------|------------------------|---------|---------|------------------------|---------|---------|------------------------|---------|---------|------------------------|---------|
| 1972-Q1 | 0,02830                | 0,20388 | 1981-Q3 | 0,10610                | 0,20822 | 1995-Q1 | 0,24933                | 0,37694 | 2006-Q3 | 0,44750                | 0,49000 |
| 1972-Q2 | 0,11860                | 0,17003 | 1981-Q4 | 0,05930                | 0,20476 | 1995-Q2 | 0,13500                | 0,33294 | 2006-Q4 | 0,47650                | 0,50640 |
| 1972-Q3 | 0,16750                | 0,11199 | 1984-Q1 | 0,06260                | 0,20594 | 1995-Q3 | 0,19080                | 0,32882 | 2007-Q1 | 0,46380                | 0,49900 |
| 1972-Q4 | 0,23740                | 0,16288 | 1984-Q2 | 0,09790                | 0,14999 | 1995-Q4 | 0,29410                | 0,36672 | 2007-Q2 | 0,40820                | 0,46762 |
| 1973-Q1 | 0,40620                | 0,49163 | 1984-Q3 | 0,26790                | 0,38294 | 1996-Q1 | 0,12530                | 0,28316 | 2007-Q3 | 0,25280                | 0,37312 |
| 1973-Q2 | 0,55040                | 0,54772 | 1984-Q4 | 0,10010                | 0,26620 | 1996-Q2 | 0,15010                | 0,29794 | 2007-Q4 | 0,09450                | 0,24642 |
| 1973-Q3 | 0,77880                | 0,68283 | 1985-Q1 | 0,10600                | 0,16821 | 1996-Q3 | 0,17970                | 0,31679 | 2008-Q1 | 0,00520                | 0,08102 |
| 1973-Q4 | 0,57570                | 0,55965 | 1985-Q2 | 0,01830                | 0,15124 | 1996-Q4 | 0,18150                | 0,32280 | 2008-Q2 | 0,00900                | 0,18116 |
| 1974-Q1 | 0,40170                | 0,48813 | 1985-Q3 | 0,01890                | 0,11878 | 1997-Q1 | 0,18890                | 0,32842 | 2008-Q3 | 0,00820                | 0,10219 |
| 1974-Q2 | 0,71400                | 0,64247 | 1985-Q4 | 0,02130                | 0,14370 | 1997-Q2 | 0,22070                | 0,35136 | 2008-Q4 | 0,00010                | 0,03364 |
| 1974-Q3 | 0,70550                | 0,62975 | 1986-Q1 | 0,08780                | 0,23802 | 1997-Q3 | 0,24460                | 0,36775 | 2009-Q1 | 0,00050                | 0,08270 |
| 1974-Q4 | 0,50680                | 0,52317 | 1986-Q2 | 0,14170                | 0,29250 | 1997-Q4 | 0,32910                | 0,42137 | 2009-Q2 | 0,00020                | 0,0151  |
| 1975-Q1 | 0,17480                | 0,1751  | 1986-Q3 | 0,04870                | 0,19139 | 1998-Q1 | 0,32910                | 0,42137 | 2009-Q3 | 0,00010                | 0,0110  |
| 1975-Q2 | 0,16840                | 0,11264 | 1986-Q4 | 0,02970                | 0,15725 | 1998-Q2 | 0,33490                | 0,44854 | 2009-Q4 | 0,00010                | 0,0163  |
| 1975-Q3 | 0,36410                | 0,45389 | 1987-Q1 | 0,06480                | 0,21219 | 1998-Q3 | 0,37790                | 0,45826 | 2010-Q1 | 0,00000                | 0,00071 |
| 1975-Q4 | 0,16720                | 0,11172 | 1987-Q2 | 0,07630                | 0,12665 | 1998-Q4 | 0,24760                | 0,36638 | 2010-Q2 | 0,00010                | 0,01123 |
| 1976-Q1 | 0,09370                | 0,14558 | 1987-Q3 | 0,04580                | 0,16564 | 1999-Q1 | 0,24800                | 0,36899 | 2010-Q3 | 0,00070                | 0,02299 |
| 1976-Q2 | 0,13350                | 0,28151 | 1987-Q4 | 0,04630                | 0,16828 | 1999-Q2 | 0,29960                | 0,34352 | 2010-Q4 | 0,00040                | 0,0223  |
| 1976-Q3 | 0,08690                | 0,13161 | 1988-Q1 | 0,05410                | 0,16568 | 1999-Q3 | 0,18990                | 0,32913 | 2011-Q1 | 0,00010                | 0,0095  |
| 1976-Q4 | 0,02780                | 0,15289 | 1988-Q2 | 0,04180                | 0,18207 | 1999-Q4 | 0,21760                | 0,34876 | 2011-Q2 | 0,00010                | 0,0119  |
| 1977-Q1 | 0,05290                | 0,19463 | 1988-Q3 | 0,12480                | 0,27516 | 2000-Q1 | 0,38840                | 0,46217 | 2011-Q3 | 0,00040                | 0,0442  |
| 1977-Q2 | 0,04880                | 0,19013 | 1988-Q4 | 0,28980                | 0,39439 | 2000-Q2 | 0,59960                | 0,50118 | 2011-Q4 | 0,00860                | 0,08964 |
| 1977-Q3 | 0,13310                | 0,18313 | 1989-Q1 | 0,55890                | 0,35226 | 2000-Q3 | 0,53880                | 0,54677 | 2012-Q1 | 0,00800                | 0,0080  |
| 1977-Q4 | 0,24810                | 0,17067 | 1989-Q2 | 0,53120                | 0,51695 | 2000-Q4 | 0,45770                | 0,49584 | 2012-Q2 | 0,01940                | 0,02756 |
| 1978-Q1 | 0,23920                | 0,16411 | 1989-Q3 | 0,40980                | 0,46484 | 2001-Q1 | 0,17060                | 0,31398 | 2012-Q3 | 0,03800                | 0,02257 |
| 1978-Q2 | 0,34800                | 0,43328 | 1989-Q4 | 0,38730                | 0,45578 | 2001-Q2 | 0,04080                | 0,17344 | 2012-Q4 | 0,02820                | 0,03887 |
| 1978-Q3 | 0,47460                | 0,50536 | 1990-Q1 | 0,38520                | 0,45456 | 2001-Q3 | 0,03840                | 0,13149 | 2013-Q1 | 0,01110                | 0,02289 |
| 1978-Q4 | 0,74270                | 0,68019 | 1990-Q2 | 0,36440                | 0,40243 | 2001-Q4 | 0,01660                | 0,05532 | 2013-Q2 | 0,01890                | 0,02234 |
| 1979-Q1 | 0,79530                | 0,69513 | 1990-Q3 | 0,16110                | 0,30686 | 2002-Q1 | 0,01140                | 0,05188 | 2013-Q3 | 0,00070                | 0,0318  |
| 1979-Q2 | 0,68300                | 0,62614 | 1990-Q4 | 0,11080                | 0,26280 | 2002-Q2 | 0,01170                | 0,05600 | 2013-Q4 | 0,00050                | 0,0229  |
| 1979-Q3 | 0,68990                | 0,62786 | 1991-Q1 | 0,05730                | 0,20226 | 2002-Q3 | 0,09070                | 0,04112 | 2014-Q1 | 0,00960                | 0,02887 |
| 1979-Q4 | 0,87030                | 0,75172 | 1991-Q2 | 0,05180                | 0,16308 | 2002-Q4 | 0,09050                | 0,03717 | 2014-Q2 | 0,00150                | 0,04650 |
| 1980-Q1 | 0,91980                | 0,79793 | 1991-Q3 | 0,01680                | 0,12489 | 2003-Q1 | 0,00030                | 0,03174 | 2014-Q3 | 0,00390                | 0,08738 |
| 1980-Q2 | 0,29550                | 0,40070 | 1991-Q4 | 0,02150                | 0,06415 | 2003-Q2 | 0,00060                | 0,03801 | 2014-Q4 | 0,00970                | 0,01194 |
| 1980-Q3 | 0,23530                | 0,16422 | 1992-Q1 | 0,00130                | 0,05470 | 2003-Q3 | 0,00010                | 0,02176 | 2015-Q1 | 0,03010                | 0,18062 |
| 1980-Q4 | 0,75580                | 0,69535 | 1992-Q2 | 0,00660                | 0,03999 | 2003-Q4 | 0,00020                | 0,02738 | 2015-Q2 | 0,01680                | 0,12712 |
| 1981-Q1 | 0,66440                | 0,61275 | 1992-Q3 | 0,00010                | 0,01897 | 2004-Q1 | 0,00040                | 0,03171 | 2015-Q3 | 0,01870                | 0,13229 |
| 1981-Q2 | 0,85730                | 0,74185 | 1992-Q4 | 0,00030                | 0,02910 | 2004-Q2 | 0,00090                | 0,04522 | 2015-Q4 | 0,03120                | 0,16018 |
| 1981-Q3 | 0,93190                | 0,81123 | 1993-Q1 | 0,00090                | 0,03802 | 2004-Q3 | 0,09430                | 0,07913 | 2016-Q1 | 0,00400                | 0,20120 |
| 1981-Q4 | 0,44020                | 0,48598 | 1993-Q2 | 0,00110                | 0,04762 | 2004-Q4 | 0,00950                | 0,13450 | 2016-Q2 | 0,06240                | 0,29315 |
| 1982-Q1 | 0,58560                | 0,56748 | 1993-Q3 | 0,00590                | 0,08722 | 2005-Q1 | 0,09290                | 0,24479 | 2016-Q3 | 0,12060                | 0,27268 |
| 1982-Q2 | 0,65830                | 0,68448 | 1993-Q4 | 0,00880                | 0,10676 | 2005-Q2 | 0,13280                | 0,31231 | 2016-Q4 | 0,05470                | 0,28418 |
| 1982-Q3 | 0,36480                | 0,44262 | 1994-Q1 | 0,01930                | 0,10628 | 2005-Q3 | 0,30410                | 0,40804 | 2017-Q1 | 0,04890                | 0,18718 |
| 1982-Q4 | 0,13320                | 0,18257 | 1994-Q2 | 0,02980                | 0,15752 | 2005-Q4 | 0,35450                | 0,43654 | 2017-Q2 | 0,08770                | 0,29313 |
| 1983-Q1 | 0,05790                | 0,10305 | 1994-Q3 | 0,04560                | 0,16512 | 2006-Q1 | 0,43910                | 0,48536 | 2017-Q3 | 0,10780                | 0,25990 |
| 1983-Q2 | 0,08680                | 0,13817 | 1994-Q4 | 0,15830                | 0,29799 | 2006-Q2 | 0,39010                | 0,45739 | 2017-Q4 | 0,16670                | 0,30132 |
|         |                        |         |         |                        |         |         |                        |         | 2018-Q1 | 0,19820                | 0,33888 |

Tabela 3.3. Comparação entre os valores observados e estimados pelo autor

Fonte: Elaboração própria com os dados divulgados no estudo de ENGSTROM e SHARPE (2018)

Na Figura 3.1 e 3.2 é possível observar a comparação entre os resultados do modelo de ENGSTROM e SHARPE (2018) e das estimações realizadas pelo autor, com as taxas de curto e longo prazos, respectivamente. Dessa forma, as séries representam a probabilidade de os Estados Unidos entrarem em recessão em um horizonte de zero a quatro trimestres.

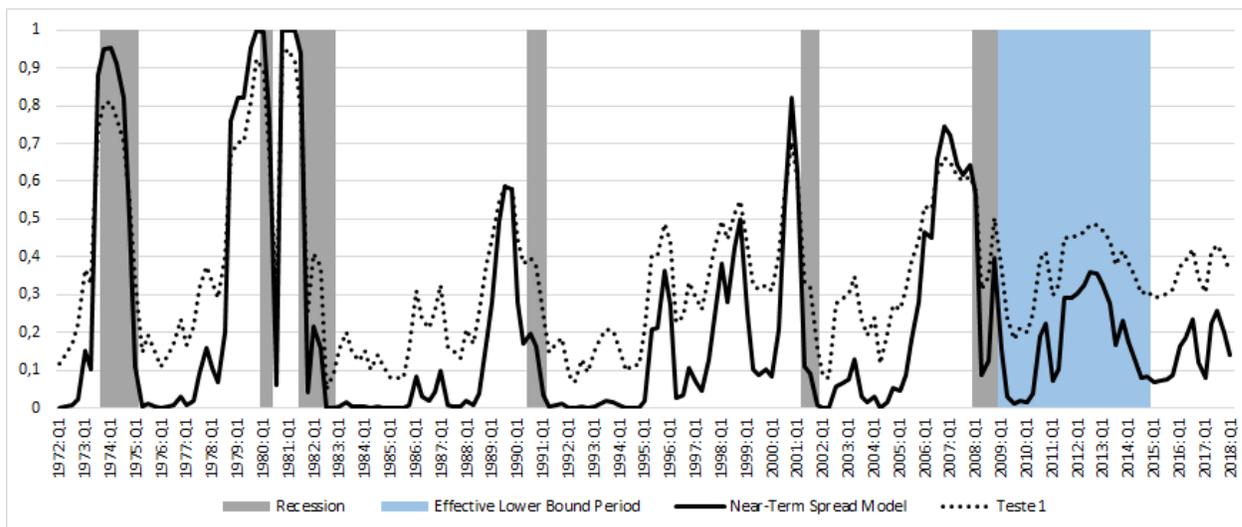


Figura 3.1. Comparação entre o resultado do modelo de ENGSTROM e SHARPE (2018) e das estimações realizadas pelo autor para o modelo da diferença de curto prazo.

Fonte: Elaboração própria com os dados divulgados no estudo de ENGSTROM e SHARPE (2018)

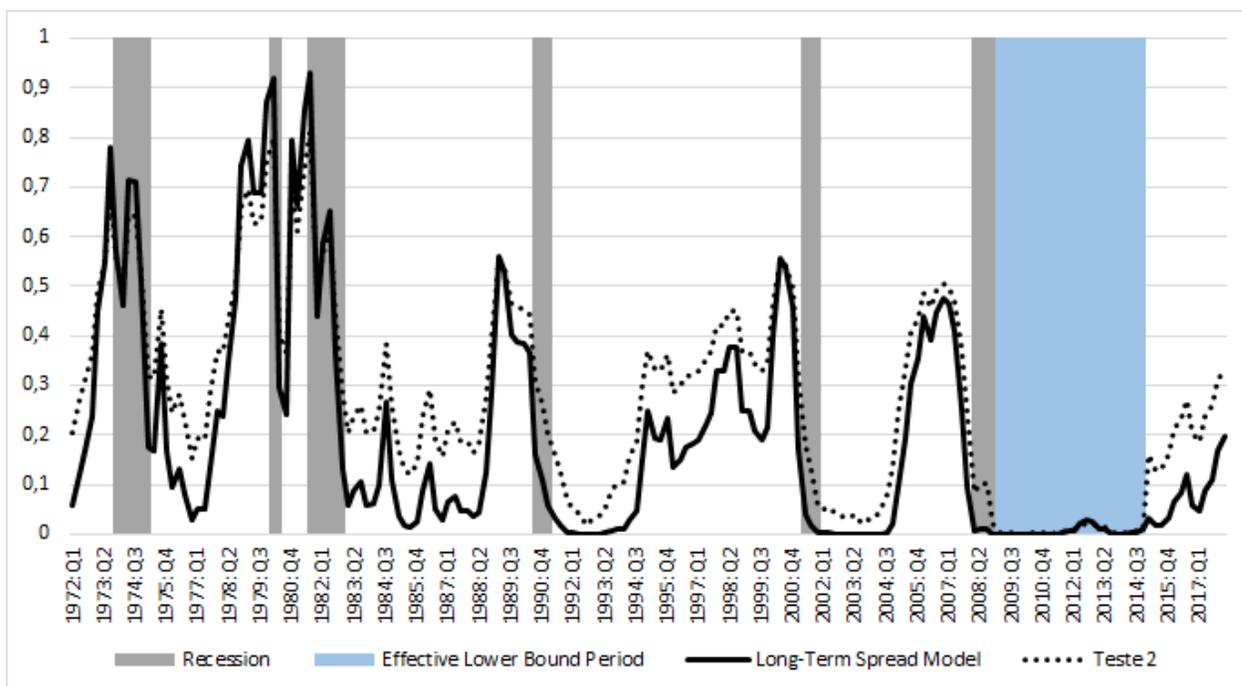


Figura 3.2. Comparação entre o resultado do modelo de ENGSTROM e SHARPE (2018) e das estimações realizadas pelo autor para o modelo da diferença de longo prazo.

Fonte: Elaboração própria com os dados divulgados no estudo de ENGSTROM e SHARPE (2018)

Com a regressão pela função Probit dos dados do período entre 1972 e o 1º trimestre de 2018 mostrada acima, os dados divulgados pelo Tesouro dos Estados Unidos para o segundo, terceiro e quarto trimestres de 2018 foram usados para previsão de recessão até o presente. Com isso, foi possível atualizar o modelo dos autores e evidenciar que a utilização da diferença entre as taxas de curto prazo é, ainda, superior a de longo prazo. Para isso, utilizou-se os coeficientes encontrados no “Teste 1” e “Teste 2” com as novas informações, dando origem as séries “Teste 3” e “Teste 4”, respectivamente.

A comparação entre o “Teste 3” e “Teste 4” representada na Figura 3.3 mostra que a probabilidade de recessão em um horizonte de até quatro trimestres nos Estados Unidos aumentou ao longo de 2018. O modelo estima valores de 47% utilizando a diferença entre as taxas de curto prazo e 45% utilizando a diferença entre as taxas de longo prazo. Esse aumento, no entanto, segue a tendência da diminuição da diferença entre as taxas observada na Figura 3.4. Esse movimento de *flattening* ao longo de 2018, iniciado em 2014, pode ser explicado pelo nível de incerteza dos agentes, influenciados por fatores geopolíticos, como novas disputas comerciais, e pelo entendimento de comportamento cíclico da atividade econômica, que se encontra em expansão desde a Crise de 2008. Esse último fator é sustentado por dados recentes mais fracos de atividade global e queda dos indicadores de confiança dos agentes.

A tabela com os dados previstos e observados está apresentada no Apêndice 3.

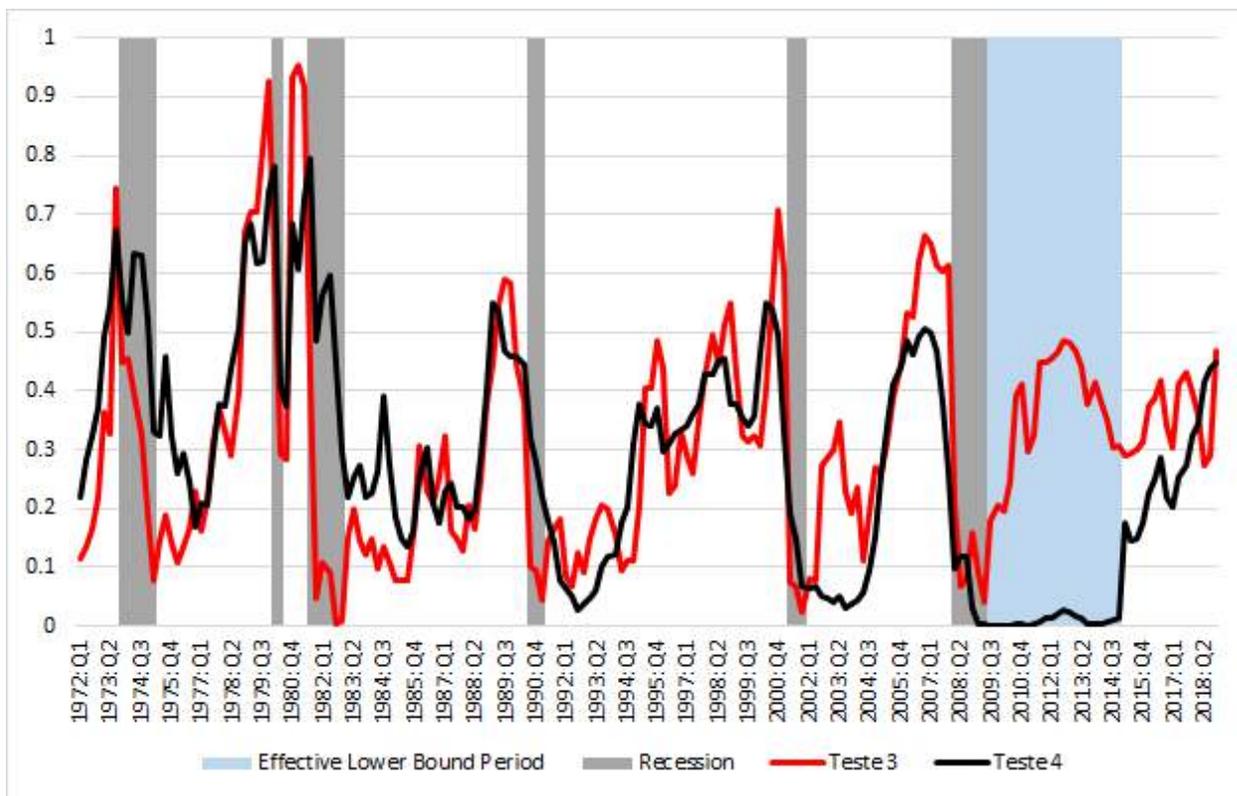


Figura 3.3 Probabilidade de recessão em até 4 trimestres nos Estados Unidos na estimativa do autor

Fonte: Elaboração própria com os dados de ENGSTROM e SHARPE (2018) e do Tesouro dos Estados Unidos (Acesso em: 12/02/2019 19:05:00)

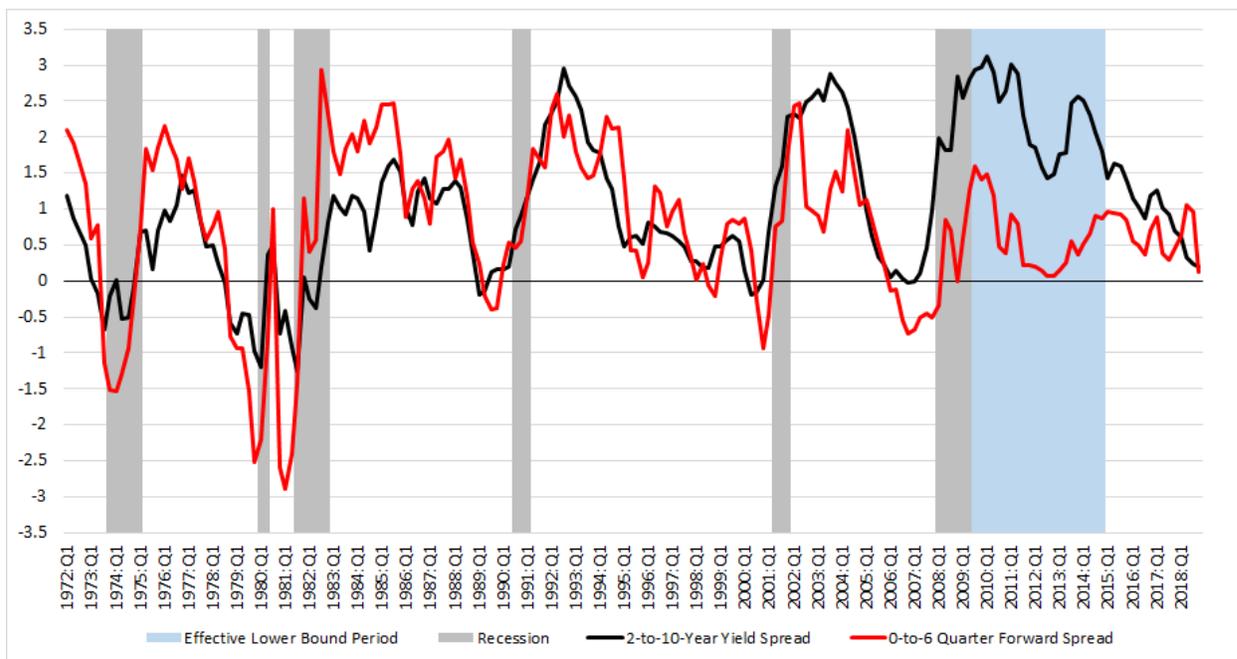


Figura 3.4 Movimento de *flattening* recente da Curva de Rendimentos dos Estados Unidos

Fonte: Elaboração própria com dados do Tesouro dos Estados Unidos (Acesso em: 12/02/2019 19:05:00)

## CAPÍTULO IV – CONCLUSÕES E SUGESTÕES

O presente trabalho apresentou evidências de que as diferenças entre as taxas de diferentes vencimentos da curva de rendimento têm alguma relação com períodos de recessão nos Estados Unidos. Como explicado, o simples fato da diferença entre os vértices de longo e curto prazos ser menor do que zero, não causa uma recessão. Entretanto, é o resultado das expectativas dos agentes de mercado que refletem na decisão do Banco Central em fazer políticas de estímulos no curto prazo. Esta resposta da autoridade monetária seria, então, compatível com um período de recessão.

Como ocorrido em outros momentos históricos, muitos economistas argumentam que o poder preditivo da curva de juros não valeria para o momento atual, tendo em vista motivos idiossincráticos do período. Para o momento atual, podemos destacar as discussões apresentadas no trabalho de que a taxa de juros de equilíbrio de curto prazo seria maior do que a de longo prazo, e de que os vértices de longo prazo da curva de juros do tesouro norte-americano estariam contaminados pelas políticas adotadas pelo *Federal Reserve* em resposta a crise de 2008. Além disso, a diminuição dos juros de longo prazo seria um fenômeno internacional.

Neste contexto, foram apresentadas as visões originais e contemporâneas da utilização da inclinação da curva de rendimentos como indicador de probabilidade de recessão. Os estudos recentes buscam incorporar as medidas estimulativas pós-2008 e os períodos em que a política monetária perdeu eficiência pelo detrimento dos meios de transmissão. Assim, foi feita a atualização dos dados utilizados por ENGSTROM e SHARPE (2018) para se estudar o comportamento do modelo dos autores, incluindo o ano de 2018, a partir da utilização do modelo de regressão *Probit*. É possível concluir, portanto, que a probabilidade de recessão medida pelos testes aumentou na margem e que a diferença entre as taxas de curto prazo foi mais eficiente do que a de longo prazo em prever as recessões anteriores.

Por fim, pode-se ressaltar que algo que poderia ser abordado em um trabalho futuro é o estudo mais aprofundado do conceito de juros de equilíbrio e aprimorar o modelo de regressão por *Probit*.

## BIBLIOGRAFIA

ENGSTROM, ERIC, AND STEVE SHARPE (2018), “The Near-Term Forward Yield Spread as a Leading Indicator: A Less Distorted Mirror,” Finance and Economics Discussion Series 2018-055. Washington: Board of Governors of the Federal Reserve System, <https://doi.org/10.17016/FEDS.2018.055>.

BAUER, MICHAEL AND THOMAS M. MERTENS (2018), “Economic Forecasts with the Yield Curve,” FRBSF Economic Letter 2018-07 (San Francisco: Federal Reserve Bank of San Francisco, March 5)

ESTRELLA, ARTURO AND F. S. MISHKIN (1998), "Predicting U.S. Recessions: Financial Variables as Leading Indicators," *Review of Economics and Statistics* 80(1), pp. 45-61.

JOHANSSON, PETER AND ANDREW MELDRUM (2018), “Predicting Recession Probabilities Using the Slope of the Yield Curve,” FEDS Notes (Washington: Board of Governors of the Federal Reserve System, March 1).

KIM, DON AND JONATHAN H. WRIGHT (2005), “An Arbitrage-Free Three-Factor Term Structure Model and the Recent Behavior of Long-Term Yields and Distant-Horizon Forward Rates,” Finance and Economics Discussion Series 2005-33. Board of Governors of the Federal Reserve System (U.S.).

RUDEBUSCH, GLENN D., AND JOHN C. WILLIAMS (2009), “Forecasting Recessions: The Puzzle of the Enduring Power of the Yield Curve.” *Journal of Business and Economic Statistics* 27(4), pp. 492–503.

Federal Reserve Bank of New York, Measuring the Natural Rate of Interest. Disponível em: <<https://www.newyorkfed.org/research/policy/rstar/overview>>. Acesso em 08/01/2019.

HOLSTON, LAUBACH, AND WILLIAMS (2017), “Measuring the Natural Rate of Interest: International Trends and Determinants,” *Journal of International Economics* 108, supplement 1 (May): S39–S75.

US Department of the Treasury. Daily Treasury Bill Rates. Disponível em: <<https://www.treasury.gov/resource-center/data-chart-center/interest-rates/Pages/TextView.aspx?data=billrates>>. Acesso em 08/01/2019.

BERNANKE, BEN (2017). Disponível em: <<https://www.brookings.edu/blog/ben-bernanke/2017/04/12/how-big-a-problem-is-the-zero-lower-bound-on-interest-rates/>>. Acesso em 01/02/2019>.

## Apêndice A

|         | Effective Lower Bound Period | Recession | 2-to-10-Year Yield Spread | 0-to-6 Quarter Forward Spread |         | Effective Lower Bound Period | Recession | 2-to-10-Year Yield Spread | 0-to-6 Quarter Forward Spread |
|---------|------------------------------|-----------|---------------------------|-------------------------------|---------|------------------------------|-----------|---------------------------|-------------------------------|
| 1972:Q1 | 0                            | 0         | 1,1821                    | 2,1019                        | 1983:Q4 | 0                            | 0         | 1,1776                    | 2,0349                        |
| 1972:Q2 | 0                            | 0         | 0,874                     | 1,9044                        | 1984:Q1 | 0                            | 0         | 1,1548                    | 1,8058                        |
| 1972:Q3 | 0                            | 0         | 0,7                       | 1,6789                        | 1984:Q2 | 0                            | 0         | 0,9632                    | 2,2381                        |
| 1972:Q4 | 0                            | 0         | 0,5009                    | 1,3501                        | 1984:Q3 | 0                            | 0         | 0,4267                    | 1,9089                        |
| 1973:Q1 | 0                            | 0         | 0,0299                    | 0,5898                        | 1984:Q4 | 0                            | 0         | 0,9178                    | 2,1435                        |
| 1973:Q2 | 0                            | 0         | -0,1712                   | 0,777                         | 1985:Q1 | 0                            | 0         | 1,367                     | 2,4603                        |
| 1973:Q3 | 0                            | 0         | -0,6836                   | -1,1411                       | 1985:Q2 | 0                            | 0         | 1,6001                    | 2,4605                        |
| 1973:Q4 | 0                            | 1         | -0,2143                   | -1,5005                       | 1985:Q3 | 0                            | 0         | 1,6866                    | 2,449                         |
| 1974:Q1 | 0                            | 1         | 0,0067                    | -1,5353                       | 1985:Q4 | 0                            | 0         | 1,5191                    | 1,7029                        |
| 1974:Q2 | 0                            | 1         | -0,5113                   | -1,2662                       | 1986:Q1 | 0                            | 0         | 1,0151                    | 0,8796                        |
| 1974:Q3 | 0                            | 1         | -0,5109                   | -0,9372                       | 1986:Q2 | 0                            | 0         | 0,7798                    | 1,2782                        |
| 1974:Q4 | 0                            | 1         | -0,0837                   | -0,2222                       | 1986:Q3 | 0                            | 0         | 1,2463                    | 1,3991                        |
| 1975:Q1 | 0                            | 1         | 0,6778                    | 0,7481                        | 1986:Q4 | 0                            | 0         | 1,4364                    | 1,1567                        |
| 1975:Q2 | 0                            | 0         | 0,6973                    | 1,8363                        | 1987:Q1 | 0                            | 0         | 1,1407                    | 0,7995                        |
| 1975:Q3 | 0                            | 0         | 0,1034                    | 1,5321                        | 1987:Q2 | 0                            | 0         | 1,0723                    | 1,7236                        |
| 1975:Q4 | 0                            | 0         | 0,7011                    | 1,6541                        | 1987:Q3 | 0                            | 0         | 1,2767                    | 1,8038                        |
| 1976:Q1 | 0                            | 0         | 0,9831                    | 2,1497                        | 1987:Q4 | 0                            | 0         | 1,2733                    | 1,9688                        |
| 1976:Q2 | 0                            | 0         | 0,8242                    | 1,9144                        | 1988:Q1 | 0                            | 0         | 1,3871                    | 1,4194                        |
| 1976:Q3 | 0                            | 0         | 1,0475                    | 1,69                          | 1988:Q2 | 0                            | 0         | 1,2959                    | 1,6855                        |
| 1976:Q4 | 0                            | 0         | 1,4618                    | 1,2792                        | 1988:Q3 | 0                            | 0         | 0,8529                    | 1,1746                        |
| 1977:Q1 | 0                            | 0         | 1,2294                    | 1,7054                        | 1988:Q4 | 0                            | 0         | 0,3818                    | 0,5369                        |
| 1977:Q2 | 0                            | 0         | 1,2528                    | 1,3948                        | 1989:Q1 | 0                            | 0         | -0,1876                   | 0,2441                        |
| 1977:Q3 | 0                            | 0         | 0,6182                    | 0,8396                        | 1989:Q2 | 0                            | 0         | -0,1326                   | -0,2015                       |
| 1977:Q4 | 0                            | 0         | 0,4736                    | 0,5672                        | 1989:Q3 | 0                            | 0         | 0,126                     | -0,3894                       |
| 1978:Q1 | 0                            | 0         | 0,4902                    | 0,7638                        | 1989:Q4 | 0                            | 0         | 0,1586                    | -0,3091                       |
| 1978:Q2 | 0                            | 0         | 0,24                      | 0,9657                        | 1990:Q1 | 0                            | 0         | 0,163                     | 0,242                         |
| 1978:Q3 | 0                            | 0         | -0,0192                   | 0,4433                        | 1990:Q2 | 0                            | 0         | 0,2068                    | 0,513                         |
| 1978:Q4 | 0                            | 0         | -0,3905                   | -0,7752                       | 1990:Q3 | 0                            | 1         | 0,7208                    | 0,4003                        |
| 1979:Q1 | 0                            | 0         | -0,7289                   | -0,337                        | 1990:Q4 | 0                            | 1         | 0,9061                    | 0,5574                        |
| 1979:Q2 | 0                            | 0         | -0,4593                   | -0,5963                       | 1991:Q1 | 0                            | 1         | 1,1902                    | 1,2033                        |
| 1979:Q3 | 0                            | 0         | -0,4658                   | -1,5836                       | 1991:Q2 | 0                            | 0         | 1,4137                    | 1,8406                        |
| 1979:Q4 | 0                            | 0         | -0,9709                   | -1,5258                       | 1991:Q3 | 0                            | 0         | 1,6434                    | 1,6865                        |
| 1980:Q1 | 0                            | 1         | -1,1513                   | -2,2002                       | 1991:Q4 | 0                            | 0         | 2,1717                    | 1,5804                        |
| 1980:Q2 | 0                            | 1         | 0,3392                    | -0,7946                       | 1992:Q1 | 0                            | 0         | 2,3351                    | 2,3999                        |
| 1980:Q3 | 0                            | 0         | 0,4938                    | 0,9978                        | 1992:Q2 | 0                            | 0         | 2,5                       | 2,6007                        |
| 1980:Q4 | 0                            | 0         | -0,7198                   | -2,195                        | 1992:Q3 | 0                            | 0         | 2,9638                    | 2,0025                        |
| 1981:Q1 | 0                            | 0         | -0,4091                   | -1,8943                       | 1992:Q4 | 0                            | 0         | 2,7049                    | 2,3005                        |
| 1981:Q2 | 0                            | 0         | -0,9133                   | -1,4024                       | 1993:Q1 | 0                            | 0         | 2,5687                    | 1,8101                        |
| 1981:Q3 | 0                            | 1         | -1,2602                   | -1,4156                       | 1993:Q2 | 0                            | 0         | 2,3824                    | 1,5809                        |
| 1981:Q4 | 0                            | 1         | 0,0502                    | 1,1494                        | 1993:Q3 | 0                            | 0         | 1,9393                    | 1,4211                        |
| 1982:Q1 | 0                            | 1         | -0,2427                   | 0,4023                        | 1993:Q4 | 0                            | 0         | 1,8238                    | 1,4388                        |
| 1982:Q2 | 0                            | 1         | -0,3784                   | 0,5696                        | 1994:Q1 | 0                            | 0         | 1,7804                    | 1,7579                        |
| 1982:Q3 | 0                            | 1         | 0,2061                    | 2,9398                        | 1994:Q2 | 0                            | 0         | 1,4347                    | 2,2867                        |
| 1982:Q4 | 0                            | 1         | 0,8214                    | 2,3306                        | 1994:Q3 | 0                            | 0         | 1,2796                    | 2,189                         |
| 1983:Q1 | 0                            | 0         | 1,1883                    | 1,7929                        | 1994:Q4 | 0                            | 0         | 0,7571                    | 2,1287                        |
| 1983:Q2 | 0                            | 0         | 1,017                     | 1,4774                        | 1995:Q1 | 0                            | 0         | 0,4707                    | 1,4341                        |
| 1983:Q3 | 0                            | 0         | 0,9265                    | 1,8371                        | 1995:Q2 | 0                            | 0         | 0,6166                    | 0,4225                        |

|         | Effective Lower<br>Bound Period | Recession | 2-to-10-Year<br>Yield Spread | 0-to-6 Quarter<br>Forward Spread |         | Effective Lower<br>Bound Period | Recession | 2-to-10-Year<br>Yield Spread | 0-to-6 Quarter<br>Forward Spread |
|---------|---------------------------------|-----------|------------------------------|----------------------------------|---------|---------------------------------|-----------|------------------------------|----------------------------------|
| 1995:Q3 | 0                               | 0         | 0.6289                       | 0.4165                           | 2007:Q2 | 0                               | 0         | 0.1153                       | -0.501                           |
| 1995:Q4 | 0                               | 0         | 0.5091                       | 0.0584                           | 2007:Q3 | 0                               | 0         | 0.4617                       | -0.4512                          |
| 1996:Q1 | 0                               | 0         | 0.8105                       | 0.2636                           | 2007:Q4 | 0                               | 0         | 0.9793                       | -0.5013                          |
| 1996:Q2 | 0                               | 0         | 0.7573                       | 1.3136                           | 2008:Q1 | 0                               | 1         | 1.9778                       | -0.3397                          |
| 1996:Q3 | 0                               | 0         | 0.6807                       | 1.2306                           | 2008:Q2 | 0                               | 1         | 1.8206                       | 0.855                            |
| 1996:Q4 | 0                               | 0         | 0.6567                       | 0.7645                           | 2008:Q3 | 0                               | 1         | 1.8123                       | 0.6936                           |
| 1997:Q1 | 0                               | 0         | 0.6344                       | 0.958                            | 2008:Q4 | 0                               | 1         | 2.8483                       | -0.0116                          |
| 1997:Q2 | 0                               | 0         | 0.545                        | 1.1227                           | 2009:Q1 | 1                               | 1         | 2.5445                       | 0.5841                           |
| 1997:Q3 | 0                               | 0         | 0.4824                       | 0.674                            | 2009:Q2 | 1                               | 1         | 2.8076                       | 1.26                             |
| 1997:Q4 | 0                               | 0         | 0.2833                       | 0.3332                           | 2009:Q3 | 1                               | 0         | 2.9423                       | 1.3897                           |
| 1998:Q1 | 0                               | 0         | 0.2833                       | 0.0197                           | 2009:Q4 | 1                               | 0         | 2.5704                       | 1.4179                           |
| 1998:Q2 | 0                               | 0         | 0.1847                       | 0.2434                           | 2010:Q1 | 1                               | 0         | 3.1296                       | 1.4812                           |
| 1998:Q3 | 0                               | 0         | 0.1785                       | -0.0603                          | 2010:Q2 | 1                               | 0         | 2.8953                       | 1.1917                           |
| 1998:Q4 | 0                               | 0         | 0.4764                       | -0.2121                          | 2010:Q3 | 1                               | 0         | 2.4976                       | 0.484                            |
| 1999:Q1 | 0                               | 0         | 0.4739                       | 0.3137                           | 2010:Q4 | 1                               | 0         | 2.633                        | 0.3891                           |
| 1999:Q2 | 0                               | 0         | 0.5753                       | 0.7925                           | 2011:Q1 | 1                               | 0         | 3.0071                       | 0.9272                           |
| 1999:Q3 | 0                               | 0         | 0.6116                       | 0.8517                           | 2011:Q2 | 1                               | 0         | 2.8759                       | 0.7915                           |
| 1999:Q4 | 0                               | 0         | 0.555                        | 0.7889                           | 2011:Q3 | 1                               | 0         | 2.311                        | 0.2213                           |
| 2000:Q1 | 0                               | 0         | 0.1356                       | 0.8794                           | 2011:Q4 | 1                               | 0         | 1.9028                       | 0.2214                           |
| 2000:Q2 | 0                               | 0         | -0.1837                      | 0.4236                           | 2012:Q1 | 1                               | 0         | 1.8525                       | 0.191                            |
| 2000:Q3 | 0                               | 0         | -0.1462                      | -0.2742                          | 2012:Q2 | 1                               | 0         | 1.5808                       | 0.1457                           |
| 2000:Q4 | 0                               | 0         | 0.0149                       | -0.9432                          | 2012:Q3 | 1                               | 0         | 1.4327                       | 0.0658                           |
| 2001:Q1 | 0                               | 0         | 0.692                        | -0.4625                          | 2012:Q4 | 1                               | 0         | 1.4796                       | 0.0757                           |
| 2001:Q2 | 0                               | 1         | 1.3211                       | 0.7562                           | 2013:Q1 | 1                               | 0         | 1.7569                       | 0.1411                           |
| 2001:Q3 | 0                               | 1         | 1.3984                       | 0.8385                           | 2013:Q2 | 1                               | 0         | 1.7797                       | 0.2315                           |
| 2001:Q4 | 0                               | 1         | 2.278                        | 1.7496                           | 2013:Q3 | 1                               | 0         | 2.4679                       | 0.5453                           |
| 2002:Q1 | 0                               | 0         | 2.3132                       | 2.4406                           | 2013:Q4 | 1                               | 0         | 2.5637                       | 0.3689                           |
| 2002:Q2 | 0                               | 0         | 2.2694                       | 2.4673                           | 2014:Q1 | 1                               | 0         | 2.5161                       | 0.524                            |
| 2002:Q3 | 0                               | 0         | 2.4816                       | 1.0412                           | 2014:Q2 | 1                               | 0         | 2.302                        | 0.6657                           |
| 2002:Q4 | 0                               | 0         | 2.5483                       | 0.9859                           | 2014:Q3 | 1                               | 0         | 2.6534                       | 0.9086                           |
| 2003:Q1 | 0                               | 0         | 2.6501                       | 0.9132                           | 2014:Q4 | 1                               | 0         | 1.7978                       | 0.8786                           |
| 2003:Q2 | 0                               | 0         | 2.5164                       | 0.6831                           | 2015:Q1 | 0                               | 0         | 1.4199                       | 0.9646                           |
| 2003:Q3 | 0                               | 0         | 2.8826                       | 1.2786                           | 2015:Q2 | 0                               | 0         | 1.628                        | 0.9389                           |
| 2003:Q4 | 0                               | 0         | 2.7428                       | 1.5202                           | 2015:Q3 | 0                               | 0         | 1.5991                       | 0.9182                           |
| 2004:Q1 | 0                               | 0         | 2.6115                       | 1.2494                           | 2015:Q4 | 0                               | 0         | 1.4184                       | 0.8485                           |
| 2004:Q2 | 0                               | 0         | 2.4177                       | 2.1074                           | 2016:Q1 | 0                               | 0         | 1.3456                       | 0.5686                           |
| 2004:Q3 | 0                               | 0         | 2.0548                       | 1.5088                           | 2016:Q2 | 0                               | 0         | 1.6398                       | 0.4963                           |
| 2004:Q4 | 0                               | 0         | 1.5784                       | 1.0613                           | 2016:Q3 | 0                               | 0         | 0.8661                       | 0.3594                           |
| 2005:Q1 | 0                               | 0         | 0.9867                       | 1.1276                           | 2016:Q4 | 0                               | 0         | 1.1805                       | 0.7091                           |
| 2005:Q2 | 0                               | 0         | 0.623                        | 0.8484                           | 2017:Q1 | 0                               | 0         | 1.2083                       | 0.8988                           |
| 2005:Q3 | 0                               | 0         | 0.3395                       | 0.4963                           | 2017:Q2 | 0                               | 0         | 1.6121                       | 0.3881                           |
| 2005:Q4 | 0                               | 0         | 0.2281                       | 0.2466                           | 2017:Q3 | 0                               | 0         | 0.5191                       | 0.2986                           |
| 2006:Q1 | 0                               | 0         | 0.0524                       | -0.1437                          | 2017:Q4 | 0                               | 0         | 0.7027                       | 0.4486                           |
| 2006:Q2 | 0                               | 0         | 0.1528                       | -0.1137                          | 2018:Q1 | 0                               | 0         | 0.6131                       | 0.6311                           |
| 2006:Q3 | 0                               | 0         | 0.0158                       | -0.537                           | 2018:Q2 | 0                               | 0         | 0.331                        | 1.048                            |
| 2006:Q4 | 0                               | 0         | -0.0229                      | -0.7943                          | 2018:Q3 | 0                               | 0         | 0.241                        | 0.965                            |
| 2007:Q1 | 0                               | 0         | 0.0025                       | -0.6758                          | 2018:Q4 | 0                               | 0         | 0.195                        | 0.134                            |

**Apêndice B**

```
import statsmodels.api as sm
```

```
import pandas as pd
```

```
xls_file = pd.ExcelFile('reg.xlsx')
```

```
df2 = xls_file.parse('Base original',skiprows=0,skipfooter=0)
```

```
y = df2['Recession']
```

```
x = df2['2-to-10-Year Yield Spread']
```

```
x1 = df2[['2-to-10-Year Yield Spread','0-to-6 Quarter Forward Spread']]
```

```
y1 = df2[['Recession','Effective Lower Bound Period']]
```

```
z = df2['0-to-6 Quarter Forward Spread']
```

```
z2 = df2[['0-to-6 Quarter Forward Spread','Effective Lower Bound Period']]
```

```
probit_model = sm.Probit(y,x)
```

```
result2=probit_model.fit()
```

```
print(result2.summary2())
```

```
probit_model = sm.Probit(y,z)
```

```
result3=probit_model.fit()
```

```
print(result3.summary2())
```