

idp

idn

MESTRADO PROFISSIONAL

EM ECONOMIA

**ANÁLISE DA CURVA DE JUROS COMO INDICADOR DE
RECESSÃO ECONÔMICA NO BRASIL**

DANIELA BRUST DE OLIVEIRA

Brasília-DF, 2025

DANIELA BRUST DE OLIVEIRA

ANÁLISE DA CURVA DE JUROS COMO INDICADOR DE RECESSÃO ECONÔMICA NO BRASIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Economia, do Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre.

Orientador

Professor Doutor José Luiz Rossi Júnior.

Brasília-DF 2025

DANIELA BRUST DE OLIVEIRA

ANÁLISE DA CURVA DE JUROS COMO INDICADOR DE RECESSÃO ECONÔMICA NO BRASIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Economia, do Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre.

Aprovado em 27 / 08/ 2025

Banca Examinadora

Prof. Dr. José Luiz Rossi Júnior - Orientador

Prof. Dr. Sérgio Jurandyr Machado

Proaf. Dra. Marina Delmondes de Carvalho Rossi

Código de catalogação na publicação – CIP

O48a Oliveira, Daniela Brust de
 Análise da curva de juros como indicador de recessão
 econômica no Brasil / Daniela Brust de Oliveira. — Brasília:
 Instituto Brasileiro Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa, 2025.

65 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. José Luiz Rossi Júnior

Dissertação (Mestrado Profissional em Economia) —
 Instituto Brasileiro Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa – IDP,
 2025.

1. Recessão econômica. 2. Política monetária. 3. Juros. I.
 Título

CDD 330

Elaborada pela Biblioteca Ministro Moreira Alves

RESUMO

Esta dissertação investiga o poder preditivo de recessão econômica no Brasil através da curva de rendimentos. A literatura internacional comprova essa possibilidade em diversas economias desenvolvidas, porém, no caso brasileiro, a aplicabilidade dessa ferramenta ainda carece de comprovação empírica robusta. O estudo analisa se a inclinação da curva de rendimentos, calculada com base nas taxas prefixadas da Estrutura a Termo da Taxa de Juros Estimada, possui capacidade de prever recessões no país entre 2003 e 2025. Para isso, foram utilizados spreads formados entre os vértices de 10 anos (longo prazo) e os de 1 mês, 3 meses e 2 anos (curto prazo) e foi utilizado o Produto Interno Bruto (PIB) como indicador da atividade econômica. A metodologia empregada inclui modelos de regressão linear simples, para estimar o impacto do spread sobre o crescimento econômico, e modelos de regressão binária do tipo Probit, para estimar a probabilidade de ocorrência de recessões com base na inclinação da curva de juros. Os resultados indicam que, no período e estrutura de dados analisados, a curva de rendimentos não apresentou significância estatística e preditiva suficiente para ser considerado um indicador robusto de recessões no Brasil. Os modelos utilizados apresentaram baixo poder explicativo, o que limita sua capacidade preditiva no contexto nacional. Essa limitação pode estar relacionada às particularidades da economia brasileira, como volatilidade macroeconômica, instabilidades fiscais e distorções no mercado de juros. Apesar dos resultados negativos, o estudo contribui apontando caminhos para pesquisas futuras, especialmente quanto à necessidade de aprimorar o uso da curva de rendimentos como ferramenta de antecipação de recessões em países como o Brasil.

Palavras-chave: Curva de rendimentos; spread negativo; recessão econômica; política monetária; ETTJ.

ABSTRACT

This dissertation investigates the predictive power of economic recessions in Brazil through the yield curve. International literature confirms this possibility in several developed economies; however, in the Brazilian case, the applicability of this tool still lacks robust empirical validation. The study analyzes whether the slope of the yield curve, calculated based on fixed interest rates from the Estimated Term Structure of Interest Rates (ETTJ), is capable of predicting recessions in the country between 2003 and 2025. For this purpose, spreads were constructed between the 10-year vertex (long term) and the 1-month, 3-month, and 2-year vertices (short term), and the Gross Domestic Product (GDP) was used as an indicator of economic activity. The methodology employed includes simple linear regression models to estimate the impact of the spread on economic growth and binary Probit regression models to estimate the probability of recessions based on the slope of the yield curve. The results indicate that, for the analyzed period and data structure, the yield curve did not show sufficient statistical or predictive significance to be considered a robust indicator of recessions in Brazil. The models used exhibited low explanatory power, which limits their predictive capacity in the national context. This limitation may be associated with particular features of the Brazilian economy, such as macroeconomic volatility, fiscal instability, and distortions in the interest rate market. Despite the negative results, the study contributes by pointing to avenues for future research, especially regarding the need to enhance the use of the yield curve as a forecasting tool for recessions in countries like Brazil.

Keywords: Yield curve; negative spread; economic recession; monetary policy; TSIR.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BACEN	Banco Central do Brasil
B3	Brasil, Bolsa, Balcão
CODACE	Comitê de Datação de Ciclos Econômicos
ETTJ	Estrutura a Termo da Taxa de Juros
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBC-Br	Índice de Atividade Econômica do Banco Central
PIB	Produto Interno Bruto
SELIC	Sistema Especial de Liquidação e de Custódia
DI	Depósito Interfinanceiro
Probit	Modelo de Regressão Binária Probit
VAR	Vetor Auto-Regressivo
R²	Coeficiente de Determinação
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPCA	Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1

Spread 10Y-1M, 10Y-2Y e 10Y-3M e Crescimento Econômico Brasil (2003-2025)

19

Figura 2

Evolução recente de diferentes spreads de prazo

24

Figura 3

Poder preditivo de diferentes spreads de prazo

25

Figura 4

Curva de rendimento e crescimento econômico

26

Figura 5

Exemplos de Gráficos de dispersão

25

Figura 6

Trajetória das Taxas Prefixadas da ETTJ (com Recessões)

39

Figura 7

Spread (DI 5 anos – Selic Over) e períodos de recessão entre 2005 e 2023

40

Figura 8

Diferentes Spreads do estudo e períodos de recessão entre 2003 e 2025

41

Figura 9

Spread (10Y-1M) e Probabilidade de Recessão (%) com Períodos de Recessão

45

Figura 10

Dispersão: Spread 2Y-1M vs PIB (t+1)

51

Figura 11

Dispersão: Spread 10Y-1M vs PIB (t+1)

51

Figura 12

Dispersão: Spread 10Y-3M vs PIB (t+1)

52

Figura 13

Dispersão: Spread 10Y-2Y vs PIB (t+1)

52

Figura 14

Brier Score por Spread e Período Econômico (Recessão vs. Expansão)

54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1

Cronologia trimestral por períodos de recessão da atividade econômica (2003-2025)

.....**37**

Tabela 2

Resultados do Modelo Probit para a Probabilidade de Recessão do Spread 10Y-1M

.....**43**

Tabela 3

Teste de Robustez de Modelos Probit com spreads alternativos

.....**46**

Tabela 4

Relação entre Spread e Crescimento Econômico (PIB)

.....**49**

Tabela 5

Resultados dos Modelos Probit para Previsão de Recessão: Pseudo R^2 , AUC, Sensibilidade e Especificidade

.....**53**

Tabela 6

Análise por Classe dos Modelos Probit para Recessão: R^2 , RMSE e Brier Score para Períodos de Recessão e Expansão

.....**53**

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 12

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA.....12

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA13

1.3 HIPÓTESES DA PESQUISA.....15

1.4 OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS.....16

1.4.1 OBJETIVO GERAL16

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....16

1.5 DELIMITAÇÃO DO ESCOPO DO ESTUDO.....17

1.6 JUSTIFICATIVA DO TEMA: RELEVÂNCIA.....19

2. REFERENCIAL TEÓRICO22

3. METODOLOGIA32

3.1 DADOS.....36

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS 43

4.1 RESULTADOS DO MODELO PROBIT - PROBABILIDADE DE RECESSÃO ..
.....43

4.2 TESTE DE ROBUSTEZ.....46

4.3 RESULTADOS DA REGRESSÃO LINEAR - IMPACTO DO SPREAD NO
CRESCIMENTO.....48

4.4 MODELO PROBIT – COMPARAÇÃO ENTRE RECESSÃO E EXPANSÃO..52

4.5 INTERPRETAÇÃO E RELAÇÃO COM AS HIPÓTESES.....55

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS59

REFERÊNCIAS.....62



1

INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

O estudo dos ciclos econômicos é um tema importante para a formulação de medidas macroeconômicas e de planejamento fiscal-estratégico. Nesse contexto, a curva de rendimentos, que indica o spread entre as taxas de juros de longo e curto prazo, tem sido utilizada como um indicador capaz de antecipar recessões em economias desenvolvidas, como, por exemplo, os Estados Unidos.

Quando a curva de rendimentos se apresenta com spread negativo, ou seja, quando as taxas de curto prazo apresentam rendimentos maiores que as de longo prazo, ocorre o fenômeno conhecido como **inversão da curva**, global e historicamente associado a uma expectativa de recessão econômica. O objetivo deste estudo é analisar se o spread negativo da curva de rendimentos no cenário brasileiro segue este padrão, sinalizando recessão econômica.

Diversos estudos internacionais confirmam a eficácia da curva de rendimentos como indicador antecedente de recessão, entre eles destacam-se os trabalhos de Estrella e Mishkin (1996) e Haubrich (2006), que comprovam essa relação para os Estados Unidos e outras economias desenvolvidas. No entanto, a literatura brasileira sobre este tema ainda é escassa, e os estudos existentes apontam para possíveis limitações dessa abordagem em países como o Brasil, devido a especificidades macroeconômicas locais, como alta volatilidade inflacionária, instabilidade fiscal e distorções no mercado de juros.

A pesquisa propõe-se verificar a eficácia do spread entre os juros de longo prazo (com vencimento de 10 anos) e os juros de curto prazo (com prazos de 1 mês, 3 meses e 2 anos) com base nas taxas da Estrutura a Termo das Taxas de Juros Estimada (ETTJ), como indicador antecedente de recessões no Brasil. Para isso, será utilizada como proxy da atividade econômica o Produto Interno Bruto (PIB), analisando-se a capacidade preditiva da inclinação da curva no contexto brasileiro.

A investigação será conduzida sob uma perspectiva quantitativa, com base empírica, a partir do desenvolvimento de modelos

econométricos. Serão utilizados dois modelos principais: o modelo Probit, modelo binário apropriado para estimar a probabilidade de ocorrência de recessão econômica no Brasil com base na inclinação da curva de juros, e o modelo de Regressão Linear Simples, voltada à análise da capacidade preditiva da curva sobre o nível da atividade econômica. O período de análise da pesquisa abrange os anos de 2003 a 2025, utilizando dados em frequência diária. As taxas de juros de longo prazo referem-se aos vértices de 10 anos, extraídas da Estrutura a Termo da Taxa de Juros Estimada (ETTJ), obtida por meio de web scraping do site da B3. As taxas de curto prazo também foram extraídas da mesma fonte, considerando vértices de 1 mês, 3 meses e 2 anos. Os dados de crescimento econômico foram representados pelo Produto Interno Bruto (PIB), obtido junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e ao Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).

Esta dissertação está organizada da seguinte forma: a **Seção 2** apresenta o referencial teórico, revisando as principais evidências nacionais e internacionais sobre o poder preditivo da curva de rendimentos. A **Seção 3** descreve os dados selecionados, a metodologia econométrica utilizada, detalhando as etapas de construção das variáveis e os modelos estimados. A **Seção 4** discute os resultados empíricos obtidos, avaliando a eficácia da curva de rendimentos na previsão de ciclos econômicos no Brasil. Por fim, a **Seção 5** apresenta as conclusões do estudo, destacando as contribuições acadêmicas e práticas, bem como as limitações e sugestões para pesquisas futuras.

Os resultados da pesquisa indicam que, no período e estrutura de dados analisados, o spread da curva de rendimentos não apresentou significância estatística robusta como preditor de atividade econômica especialmente sobre recessões no Brasil. Essa limitação pode ser atribuída às particularidades da economia brasileira, como alta volatilidade macroeconômica, instabilidades fiscais e distorções no mercado de juros. Apesar dos resultados negativos, o estudo contribui para o debate sobre a aplicabilidade da curva de rendimentos como ferramenta de previsão de ciclos econômicos em países como o Brasil e abre caminho para o aprimoramento de metodologias futuras sobre o tema.

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

A curva de juros representa o rendimento dos títulos em função do tempo até o vencimento. O que se espera da curva de juros é que

ela seja ascendente, pois prazos de vencimento mais longos apresentam maior risco e, portanto, tendem a apresentar maiores taxas de juros, assim como prazos de vencimentos mais curtos apresentam menor risco e tendem a apresentar menores taxas de juros. Quando esse padrão se inverte, ou seja, quando os juros de curto prazo superam os de longo prazo, ocorre a chamada inversão da curva de rendimentos.

A partir disso, surge o questionamento central desta pesquisa:

“A inversão da curva de rendimentos, medida pelo spread negativo entre os juros de longo prazo e os juros de curto prazo, constitui um indicador de recessão econômica no Brasil?”

Essa hipótese tem sido recorrente na literatura internacional. Economistas como Joseph G. Haubrich, em seu artigo *Does the Yield Curve Signal Recession?* indicaram que, nos Estados Unidos, quando os juros de títulos do tesouro de curto prazo superam os de longo prazo (inversão da curva de juros), possivelmente ocorre uma recessão. Porém, existem céticos quanto à validade desta conclusão. Os argumentos contra a sua eficácia se baseiam nas mudanças econômicas e financeiras das últimas décadas, nos alarmes falsos que já foram superados e em evidências que sugerem que a relação entre a curva de juros e o crescimento econômico mudou desde os anos 1990.

Diante disso, este estudo propõe investigar o poder da curva de rendimentos como indicador antecedente de recessão econômico no Brasil, contribuindo para o avanço da literatura nacional sobre o tema. Além do questionamento principal, as seguintes perguntas secundárias podem ajudar a delimitar e a aprofundar a investigação empírica, como:

- a) De que maneira a variação na curva de rendimentos influencia a atividade econômica brasileira?**
- b) Há evidências de causalidade ou apenas correlação entre o spread da curva e o desempenho da atividade econômica futura?**
- c) Existe uma relação estatisticamente significativa entre o spread da curva de rendimentos e a probabilidade de recessão, sendo possível estimar essa probabilidade com base na inclinação da curva?**

Essas indagações adicionais permitem examinar o fenômeno de forma mais precisa, segmentando o problema principal de pesquisa em eixos analíticos específicos.

1.3 HIPÓTESES DA PESQUISA

Para o desenvolvimento da pesquisa e a resolução do problema central proposto, este estudo formula hipóteses que servirão como guias para a investigação dos efeitos do spread da curva de juros sobre a curva de crescimento econômico. Desta forma, as hipóteses serão testadas ao longo da pesquisa, utilizando métodos econométricos e análises de dados históricos, buscando evidências empíricas que confirmem ou rejeitem suas premissas. A seguir, apresentam-se as principais hipóteses da pesquisa:

Hipótese 1: Spread negativo da curva de rendimentos **aumenta a probabilidade de** ocorrência de recessão no Brasil. Esta hipótese parte da premissa clássica de que a inversão da curva de rendimentos reflete expectativas pessimistas dos agentes econômicos sobre o futuro. Haubrich (2006), em seu estudo, destaca que, historicamente, as inversões da curva de juros nos Estados Unidos precederam recessões em seis dos sete casos de inversões apresentados graficamente desde 1960, sendo este fenômeno associado a um aumento significativo da probabilidade de recessão. Apesar das ressalvas levantadas quanto à evolução dos mercados financeiros e ao possível enfraquecimento desse poder preditivo em alguns contextos recentes, a inversão da curva continua sendo amplamente monitorada como um sinal relevante de deterioração das expectativas econômicas. Estrella e Mishkin (1996) também contribuíram com os estudos sobre a importância da curva de rendimentos como preditiva de recessão econômica no Estados Unidos.

Hipótese 2: Spread da curva de rendimentos possui relação estatisticamente significativa com o desempenho futuro do crescimento econômico, medido pelo PIB real. A hipótese busca verificar a existência de uma correlação sistemática entre o nível da inclinação da curva de juros e o desempenho da atividade econômica nos meses subsequentes, em linha com a literatura internacional, como Estrella e Hardouvelis (1991) e Haubrich e Dombrosky (1996), que apontam o spread como um indicador relevante das expectativas de mercado quanto ao crescimento econômico.

Hipótese 3: O poder preditivo da curva de rendimentos é assimétrico, sendo mais eficaz para antecipar recessões do que expansões econômicas. Esta hipótese reconhece que a inclinação da curva de juros é um indicativo mais forte para prever movimentos de desaceleração do que de aceleração econômica, conforme evidenciado por Benzoni, Chyruk e Kelley (2018), cujos resultados indicam que o spread possui maior precisão para antecipar recessões do que para sinalizar períodos de crescimento acelerado, característica especialmente observada em economias sujeitas a elevada volatilidade e choques frequentes.

1.4 OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS

1.4.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral desta pesquisa é analisar se o spread negativo da curva de rendimentos, mensurada pelo spread entre as taxas de juros de longo prazo e a taxa de juros de curto prazo, sinaliza recessão econômica futura no Brasil. Portanto, pretende-se compreender as dinâmicas que relacionam a inclinação da curva da taxa de juros e o desempenho da atividade econômica brasileira.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos deste estudo são:

- 1. Organizar e analisar séries históricas diárias do spread entre as taxas de longo prazo (vértice de 10 anos) e as taxas de curto prazo (vértices de 1 mês, 3 meses e 2 anos), com base na Estrutura a Termo da Taxa de Juros Estimada (ETTJ) disponibilizada pela B3, no período de 2003 a 2025, a fim de identificar episódios de inversão da curva de rendimentos e sua possível associação com períodos de recessão econômica no Brasil, mensurados a partir da variação do Produto Interno Bruto (PIB), conforme dados disponibilizados pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).**
- 2. Estimar a probabilidade de ocorrência de recessões econômicas no Brasil com base na inclinação da curva de rendimentos, por meio da aplicação de modelos de regressão binária do tipo Probit.**

3. **Verificar o impacto do spread da curva de rendimentos e o crescimento econômico futuro, utilizando modelos de regressão linear, de forma analisar a possibilidade de modelar a previsão do crescimento econômico futuro.**

1.5 DELIMITAÇÃO DO ESCOPO DO ESTUDO

O estudo concentra-se na relação entre spread negativo na curva de rendimentos com a ocorrência de recessões econômicas futuras no Brasil. Desta maneira, serão analisados dados históricos e utilizados modelo econométrico que permitem examinar se a inclinação abaixo de zero da curva de rendimentos é capaz de antecipar quedas na atividade econômica, mensurada pelo Produto Interno Bruto (PIB).

A análise será realizada com base em dados diários de taxas de juros no período compreendido entre agosto de 2003 e julho de 2025. As taxas de longo prazo serão representadas pelos vértices de 10 anos da Estrutura a Termo da Taxa de Juros Estimada (ETTJ), enquanto as taxas de curto prazo considerarão os vértices de 1 mês, 3 meses e 2 anos, todas obtidas diretamente do site da B3 por meio de web scraping. Para a mensuração da atividade econômica será utilizada como proxy a série do Produto Interno Bruto (PIB), com dados provenientes do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).

A modelagem empírica estará limitada à aplicação de **regressões lineares simples** para estimar a relação entre o spread e o crescimento econômico futuro, além de **modelo do tipo Probit** para estimar a probabilidade de ocorrência de recessões. O estudo não incorporará diretamente variáveis como expectativas de inflação, prêmio de risco, choques exógenos ou medidas de política monetária e fiscal, embora reconheça sua relevância como possíveis desdobramentos em pesquisas futuras.

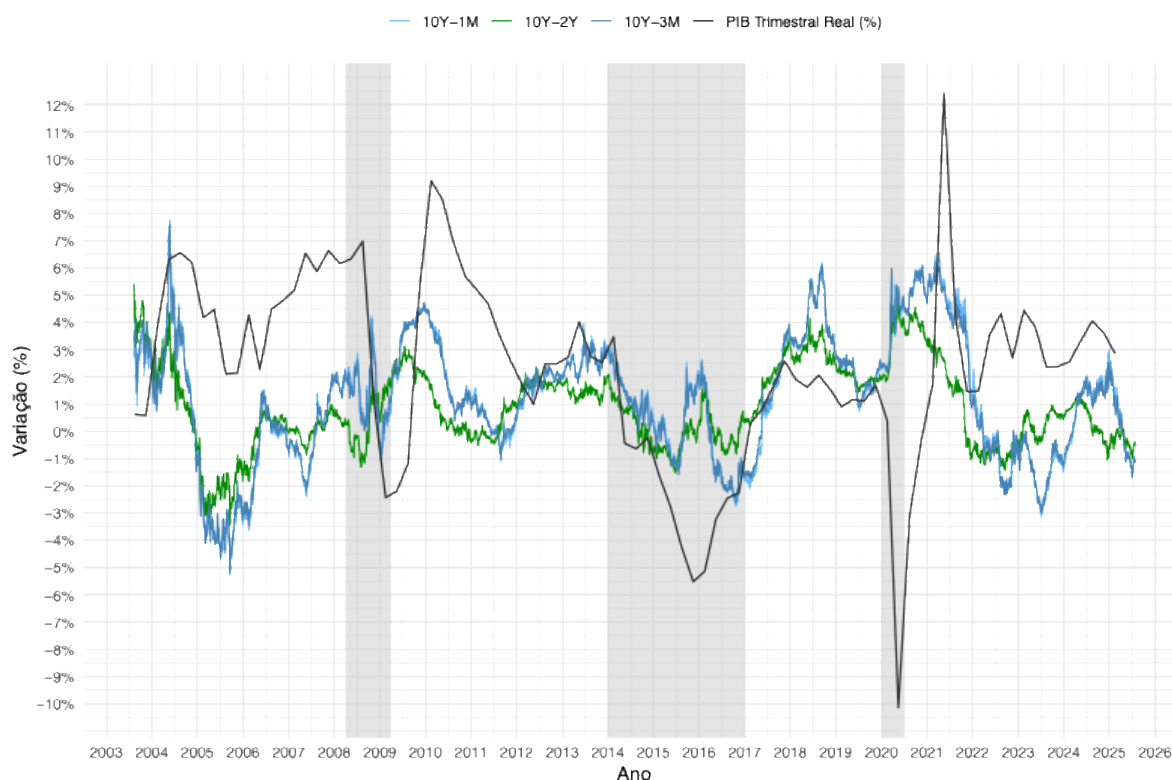
As curvas de juros, construídas a partir das taxas da Estrutura a Termo da Taxa de Juros Estimada (ETTJ), originaram o spread de rendimento utilizado neste estudo. No Gráfico 1, apresenta-se esse spread em conjunto com o crescimento real do PIB, em frequência trimestral, conforme disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e replicado pelo IPEA. Essa representação permite visualizar a evolução histórica das variáveis e possibilita comparações diretas entre os indicadores ao longo do tempo.

Ao delimitar o escopo a um período de mais de duas décadas de dados diários, a pesquisa permite uma análise das dinâmicas de inversão da curva de juros e de sua capacidade de sinalizar desacelerações futuras da atividade econômica brasileira. Por fim, a associação entre o spread negativo da curva de rendimento e recessão econômica futura foi validado em estudos de outros países, o que corrobora a relevância do tema. No entanto, este estudo se limitará à realidade brasileira, utilizando dados disponíveis desde 2003, com o intuito de fornecer ferramentas analíticas úteis e aplicáveis à previsão de ciclos econômicos no país.

Adota-se, neste estudo, o conceito de **longo prazo** como aquele associado às expectativas refletidas na **taxa de juros prefixada com vencimento em 10 anos**. Essa definição está em conformidade tanto à prática predominante no mercado financeiro brasileiro quanto à metodologia amplamente utilizada em estudos internacionais, nos quais a estrutura a termo da curva de juros serve como indicador das expectativas econômicas de médio e longo prazo.

O gráfico a seguir estabelece um paralelo com o estudo de Haubrich (2006), apresentado na Figura 4 da seção de metodologia, ao ilustrar a relação entre a curva de rendimentos e o crescimento econômico no Brasil no período de 2003 a 2025. Com base no spread entre as taxas de juros de longo prazo (vértice de 10 anos) e de curto prazo (vértices de 1 mês, 3 meses e 2 anos), obtidas da Estrutura a Termo da Taxa de Juros Estimada (ETTJ) da B3, em conjunto com os dados do PIB real, observa-se que, ao contrário da evidência clássica para os Estados Unidos, nem todas as inversões da curva de rendimentos no Brasil foram necessariamente seguidas por uma desaceleração econômica. Esse resultado sugere que a dinâmica brasileira pode estar sujeita a outros fatores estruturais e conjunturais que modulam a eficácia da curva como indicador antecedente de recessões.

Figura 1 – Spread 10Y-1M, 10Y-2Y e 10Y-3M e Crescimento Econômico Brasil (2003-2025)



Fonte: Elaboração do autor a partir de dados das taxas DI x pré da B3 e PIB Real do IBGE.

1.6 JUSTIFICATIVA DO TEMA: RELEVÂNCIA

Apesar da complexidade do ambiente econômico brasileiro, marcado por incertezas fiscais, volatilidade nos mercados e desafios institucionais, entender como é possível antecipar, com diferentes tipos de indicadores, o comportamento de ciclos econômicos, é de suma importância para gerir com segurança as decisões monetárias e fiscais. Ao estudar a curva de rendimentos, notadamente o seu spread entre juros de longo e curto prazo, e sua influência na previsão de recessões econômicas, esta pesquisa contribui com a literatura nacional macroeconômica.

Como relevância econômica e fiscal, compreender como o spread negativo na curva de rendimentos influencia no crescimento econômico do país pode ajudar a antecipar riscos e melhorar medidas de ajustes fiscais, principalmente quando a expectativa prevê desaceleração econômica com a ocorrência de ciclos recessivos. A partir disso, os formuladores de políticas econômicas conseguem melhorar o planejamento com ajustes fiscais, orçamentários,

arrecadatórios, utilizando do resultado deste estudo para promover a estabilidade e o crescimento econômico sustentável, além de tornar possível a amenização de oscilações nos investimentos.

Sob o ponto de vista teórico, ao utilizar modelo econométrico para analisar dados históricos, este estudo reforça teorias macroeconômicas existentes na literatura: a de que o spread negativo da curva de rendimentos antecipa períodos de recessão econômica. A pesquisa se aproxima de estudos como os de Estrella e Mishkin (1996) e Haubrich (2006), porém, sua originalidade reside em utilizar dados nacionais, permitindo uma compreensão mais aprofundada do comportamento interno e suas particularidades ampliando a compreensão teórica para o contexto brasileiro.

Aplicadamente, a metodologia acadêmica da pesquisa é destacada pela sua capacidade de contribuir para o aperfeiçoamento de métodos analíticos e econométricos, ao aplicar técnicas para examinar as relações entre indicadores econômicos e desempenho de crescimento futuro. Além disso, os resultados podem servir como referência para futuros estudos, ampliando o conhecimento disponível e incentivando novas investigações sobre temas afins.

Por fim, igualmente importante é a relevância social. A pesquisa tem importância significativa ao contribuir com a previsibilidade de recessões econômicas, beneficiando não apenas gestores econômico em suas decisões, mas a sociedade no geral, mitigando os efeitos adversos que recessões impõem às populações vulneráveis. Políticas públicas ancoradas em indicadores que preveem recessão permitem respostas mais efetivas, amenizando os impactos negativos sobre a produção e consumo. Assim, ainda que o estudo seja de caráter teórico-econômico, tem importância prática na promoção do bem-estar social.



2

REFERENCIAL TEÓRICO

Muitos estudos já evidenciaram que a inversão da curva de rendimentos dos títulos públicos pode ser um indicativo de recessão econômica à vista. Em seus estudos, Haubrich (2006), afirma que esta proposição é válida tanto ao longo do tempo como para diferentes países e há evidências que a curva de rendimentos prediz o nível de atividade desde 1875 nos Estados Unidos e 1870 na Alemanha. A literatura mostra que Reuben Aaron Kessel (1965) foi o primeiro economista a fazer referência específica sobre a relação entre baixas taxas de spread e depressão econômica cíclica. Estrella (2005) indica que a curva de rendimento previu as recessões americanas desde 1950, com um sinal contraditório, que precedeu a crise de crédito e desaceleração da produção em 1967. Estrella (2005) também afirma a existência de evidências preditivas na Alemanha, Canadá e Reino Unido. Stojanovic e Vaughan (1997) defendem a ideia de que nenhuma ferramenta oferece melhores indicadores sobre a probabilidade de problemas econômicos do que a curva de juros.

A curva de rendimentos é a diferença entre as taxas de juros de longo e curto prazo dos títulos públicos durante um determinado período. Segundo Blanchard (2007), “a curva de rendimentos é a relação entre rendimento e vencimento para títulos com diferentes datas de vencimento, também chamada de estrutura a termo das taxas de juros”. De acordo com Mishkin (2019), estrutura a termo das taxas de juros é a relação entre as taxas de juros de títulos com diferentes prazos de vencimento, pois títulos com o mesmo prazo de vencimento podem ter taxas de juros diferentes. Além disso, é importante salientar que a relação entre as taxas de juros é chamada de estrutura de risco das taxas de juros.

Uma das variáveis que influencia na taxa de juros dos títulos é o risco de inadimplência, que ocorre quando o emissor do título não efetua o pagamento dos juros conforme prometido tal qual o valor de face no vencimento do título. A diferença (spread) entre as taxas de juros de títulos com alto risco de inadimplência e as taxas de títulos de baixo risco é considerada como prêmio de risco. Além do risco de inadimplência, o risco de liquidez e a tributação também influenciam nas taxas de juros dos títulos. Títulos mais líquidos tendem a apresentar

taxas de juros menores, enquanto títulos sujeitos a maior tributação requerem, geralmente, taxas de juros mais elevadas como compensação (Mishkin, 2019). Como bem afirmam Haubrich e Dombrosky (1996), o título de 30 anos pode ter uma taxa de juros alta não porque as pessoas esperam que as taxas de juros subam, mas porque esse título deve oferecer um alto retorno para atrair as pessoas para segurá-lo em primeiro lugar.

A hipótese do habitat preferido, associada à teoria da estrutura a termo das taxas de juros, sugere que os investidores possuem preferências por determinados prazos de vencimento dos títulos, o que pode gerar distorções na curva de rendimentos. Segundo essa hipótese, os agentes econômicos não veem os ativos de diferentes prazos como substitutos perfeitos, e, por isso, exigem prêmios adicionais para deter ativos com vencimentos diferentes dos que preferem. Essa teoria ajuda a entender movimentos da curva de juros que não podem ser explicados apenas pelas expectativas sobre taxas futuras.

A curva de rendimentos é ascendente quando títulos de longo prazo apresentam taxas superiores às taxas dos títulos de curto prazo, resultando em um spread positivo. Quando as curvas de juros são planas, as taxas de juros de curto e longo prazo são constantes. E, portanto, quando títulos de longo prazo possuem taxas inferiores às taxas dos títulos de curto prazo, a curva de juros é invertida resultando em um spread negativo, refletindo um comportamento anormal do mercado, pois títulos de longo prazo envolvem maior risco e, comumente, apresentam remuneração mais atrativa. No entanto, em determinados contextos, essa estrutura anormal pode ocorrer, com os juros de curto prazo superando os juros de longo prazo, fato este conhecido como inversão da curva de rendimentos, como trataremos detalhado neste estudo.

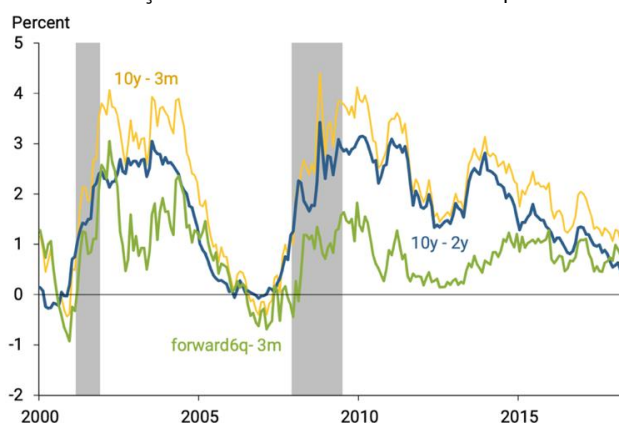
Para as definições de curto e longo prazo, Blanchard (2007) define taxas de curto prazo como rendimentos de títulos com vencimento normalmente de um ano ou menos e taxas de longo prazo como rendimentos de títulos com vencimentos maiores que um ano.

Considerando as definições de longo e curto prazo mencionadas no parágrafo anterior, pela literatura estrangeira, muitas combinações de rendimentos de longo e curto prazo são possíveis. Nos estudos americanos, grande parte dos especialistas financeiros concentram a

análise definindo o spread de rendimentos dos títulos do Tesouro de dez anos para taxas de longo prazo correspondendo a aceitação dos investidores e de dois anos como taxas de curto prazo correspondendo ao indicador da política monetária. Bauer e Mertens (2018) indicam que a literatura acadêmica tem comumente utilizado a diferença de rendimentos dos títulos do Tesouro de dez anos para longo prazo e três meses para curto prazo, remontando Estrella e Mishkin (1998), como visto no estudo de Haubrich (2006).

Na Figura 2, apresentamos o estudo de Bauer e Mertens (2018) para informar o comportamento de 3 curvas de rendimentos com spreads distintos, com vencimentos de 10 anos e 3 meses (curva amarela), 10 anos e 2 anos (curva azul-marinho) e 6 trimestres e 3 meses (curva verde). O comportamento do spread utilizado de longo prazo de 10 anos se aproxima, enquanto o spread de 6 trimestres apresenta comportamento idiossincrático. Apesar disso, o estudo diz que com um período maior, abrangendo desde 1970, o comportamento dos 3 é similar. O principal é que os três indicam inversão da curva de juros nos mesmos pontos, cerca de um ou dois anos antes de uma recessão econômica, indicada nas áreas sombreadas em cinza, validando a utilização dos 3 spreads para a previsão de problemas econômicos futuros e confirmando a **Primeira Hipótese** desta pesquisa (spread negativo da curva de rendimentos aumenta a probabilidade de ocorrência de recessão) para esse estudo em específico.

Figura 2 – Evolução recente de diferentes spreads de prazo

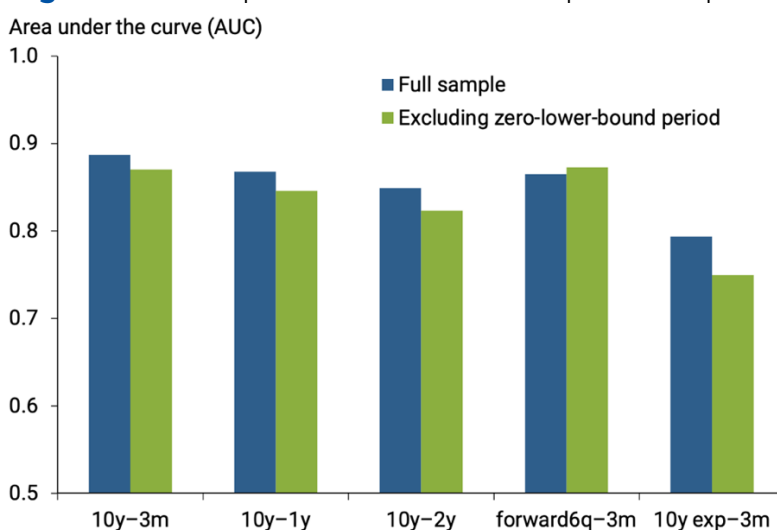


Fonte: Bauer e Mertens (n. 2018-20)

A Figura 3, também retirada do estudo de Bauer e Mertens (2018), compara o desempenho preditivo de diferentes spreads da curva de juros na sinalização de recessões, utilizando como métrica a área sob a curva (AUC). Essa métrica varia entre 0,5, que indica a

ausência de capacidade preditiva, e 1,0, que indica previsão perfeita. A AUC é amplamente utilizada para avaliar a acurácia de classificadores binários, como modelos de previsão de recessão. O estudo também avaliou os preditores em um período amostral que exclui o chamado período de limite inferior zero, quando as taxas de juros de curto prazo eram essencialmente zero (2009–2015), para dar a melhor chance possível ao spread de curto prazo. Os resultados indicam que o spread entre os títulos de 10 anos e os de 3 meses apresenta o maior poder preditivo entre todos os comparados, tanto na amostra completa quanto na que exclui o período de juros próximos de zero. Esse desempenho reforça a robustez do 10y–3m, já consagrado na literatura acadêmica como um dos principais indicadores antecedentes de recessão. Porém, o estudo ressalta que todos esses spreads são preditores bastante precisos e informativos sobre o risco futuro de recessão e que as diferenças na precisão das previsões são pequenas, portanto, quase insignificantes.

Figura 3 – Poder preditivo de diferentes spreads de prazo



Fonte: Bauer e Mertens (n. 2018-20)

Ainda, de acordo com Blanchard (2007):

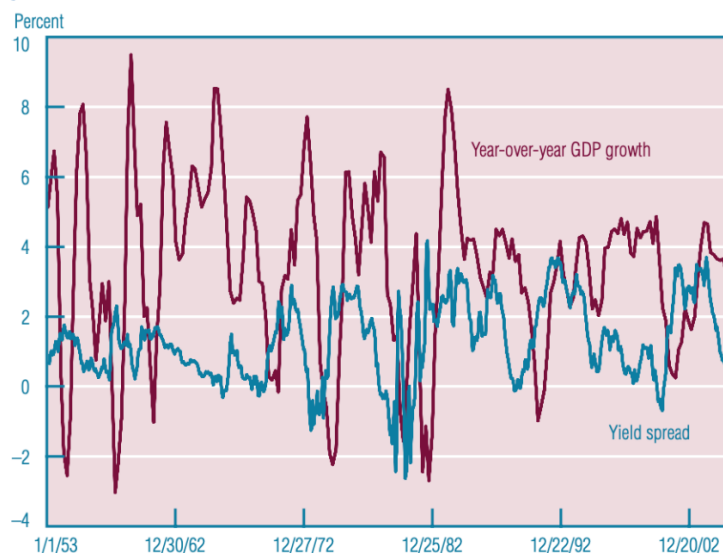
“A declividade da curva de rendimento (de modo equivalente, a estrutura a termo) nos diz o que os mercados financeiros esperam que aconteça com as taxas de juros de curto prazo no futuro. Uma curva de rendimento negativamente inclinada (quando as taxas de juros de longo prazo são menores do que taxas de juros de curto prazo) implica que o mercado espera uma queda das taxas de juros de curto prazo; uma curva de rendimento positivamente inclinada (quando as taxas de juros de longo prazo são maiores do que taxas de juros de curto

prazo) implica que o mercado espera um aumento das taxas de curto prazo.”

De acordo com Haubrich (2006), spread negativo da curva de rendimentos indica crescimento negativo e, portanto, spread positivo indica inclinação de crescimento positivo. Ainda, segundo Haubrich (2006), quanto mais acentuada for a inclinação da curva, maior será o crescimento econômico esperado. Portanto, a teoria econômica sugere que a inclinação da curva incorpora as expectativas dos agentes sobre variáveis futuras, como crescimento, inflação e política monetária. Uma curva inclinada positivamente indica expectativa de expansão econômica, enquanto uma curva invertida é frequentemente interpretada como sinal de desaceleração ou recessão iminente.

Como mencionado na **Primeira Hipótese** na introdução desta pesquisa, Haubrich (2006) destaca que, historicamente, as inversões da curva de juros nos Estados Unidos precederam recessões em seis dos sete casos de inversões apresentados graficamente desde 1960, conforme mostra o gráfico da Figura 4, indicando que sempre que a curva de juros inverteu, spread negativo, o crescimento do PIB diminuiu significativamente pouco depois, reforçando o papel da **curva de rendimentos como um indicador antecedente de recessão** nos EUA.

Figura 4 – Curva de rendimento e crescimento econômico.



Fonte: Haubrich (2006)

A maioria dos estudos indica que há uma correlação mais robusta entre o spread *negativo* da curva de juros e a ocorrência de recessões econômicas, ao invés de simplesmente considerar spreads

baixos como indicativos de recessões. Estrella e Mishkin (1996) e Estrella (2005) demonstram que essa abordagem, apesar de sua simplicidade, apresenta maior precisão preditiva. Além disso, esses autores ressaltam a utilidade da representação gráfica dessa relação, facilitando sua interpretação e aplicação prática.

Para analisar essa abordagem, Haubrich (2006) definiu inicialmente um spread confiável utilizando a diferença entre os rendimentos dos títulos do Tesouro dos EUA com vencimento em dez anos e os T-bills de três meses, tendo o PIB real como variável representativa do crescimento econômico. No entanto, evidências sugerem que, desde o início da década de 1990, a relação entre a curva de juros e o crescimento econômico sofreu alterações. Assim, embora essa mudança aponte para uma possível perda de precisão preditiva, ela não é suficiente, por si só, para invalidar a utilidade da curva de rendimentos como indicador de atividade econômica. Parte dessa transformação pode ser atribuída às expectativas de inflação mais baixas no longo prazo e à elevada credibilidade do Federal Reserve (Fed) em relação à condução da política monetária, fatores que contribuem para a manutenção de juros longos em níveis reduzidos e, conseqüentemente, para a ocorrência de spreads negativos.

Embora não haja consenso quanto à confiabilidade da curva de rendimentos como indicador de crescimento econômico, sendo considerada por muitos especialistas como mera especulação, Haubrich (2006) ressalta que sua inclinação continua merecendo atenção, sobretudo devido à sua relação com a inflação.

No que tange aos modelos estatísticos, Estrella e Rodrigues (1998) destacam que, para fins de previsão de recessões, o mais adequado é o uso de modelos do tipo Probit ou Logit, nos quais a variável dependente assume valores binários, zero ou um, indicando a ausência ou ocorrência de recessão, respectivamente. Além disso, segundo Estrella (2005), em estudo aplicado à economia norte-americana, observou-se que, nos seis meses que antecederam o ponto mais baixo de cada inversão da curva, a taxa dos títulos do Tesouro com vencimento em dez anos diminuiu em apenas dois dos sete episódios analisados. Isso indica que alterações nas taxas de longo prazo não foram, por si só, preditoras confiáveis de recessões subsequentes. Em contraste, todas as inversões que antecederam recessões foram claramente precedidas por aumentos significativos nas taxas de juros

de curto prazo, o que reforça a importância de monitorar movimentos das taxas de curto prazo como sinalizadores de contração econômica.

Como visto no parágrafo anterior, é fundamental considerar que a inversão da curva de rendimentos geralmente é precedida por elevações nas taxas de juros de curto prazo, frequentemente associadas à implementação de políticas monetárias contracionistas. Quando tais políticas elevam as taxas de curto prazo com o objetivo de conter pressões inflacionárias, podem acabar provocando uma desaceleração econômica, que, por sua vez, contribui para a inversão da curva de rendimentos. Nesse sentido, a curva de rendimentos não deve ser interpretada apenas como uma representação estática das expectativas do mercado, mas também como um reflexo das decisões de política monetária e das condições macroeconômicas vigentes. Assim, ela atua como um importante termômetro das perspectivas econômicas futuras.

Haubrich e Dombrosky (1996) corroboram essa interpretação ao destacarem que, em um cenário de política monetária restritiva voltada ao controle da inflação, o aumento das taxas de curto prazo pode resultar no achatamento, ou até mesmo na inversão, da curva de rendimentos. Segundo os autores, isso ocorre porque o mercado antecipa que o aperto monetário levará à desaceleração da atividade econômica. Assim, a inclinação da curva de juros não apenas expressa as expectativas dos agentes econômicos quanto à trajetória da política monetária, mas também sintetiza as interações entre decisões políticas, reações dos mercados e seus efeitos reais sobre a economia. A curva de rendimentos, portanto, assume um caráter dinâmico, moldado por uma combinação de expectativas, políticas adotadas e respostas macroeconômicas subsequentes.

Em seu estudo *Predicting Real Growth Using the Yield Curve*, Haubrich e Dombrosky (1996) analisam a capacidade da curva de rendimentos de prever o crescimento econômico real nos Estados Unidos. Os autores observam que o poder preditivo do spread, definido como a diferença entre as taxas de juros de longo e curto prazo, declinou no período de 1985 a 1995, em comparação às décadas anteriores. Eles discutem possíveis razões para essa mudança de comportamento, sugerindo que, embora teoricamente a curva deva captar as expectativas futuras com maior precisão, na prática sua eficácia depende de fatores estruturais e conjunturais do período analisado.

A relação entre a inclinação da curva de juros e o crescimento econômico pode ser compreendida a partir da **hipótese das expectativas**, segundo a qual as taxas de juros de longo prazo refletem a média das taxas de curto prazo esperadas no futuro. Por exemplo, a taxa de um título de cinco anos incorpora a expectativa do mercado em relação à trajetória da taxa de juros de um ano ao longo dos cinco anos subsequentes. Dessa forma, a curva de juros se inclina positivamente quando os agentes antecipam a elevação das taxas curtas, e se inverte quando esperam sua redução. Em contextos normais, uma inclinação positiva sugere que o mercado projeta maior crescimento econômico e, conseqüentemente, uma resposta da política monetária por meio do aumento da taxa básica de juros. Já uma inversão da curva tende a sinalizar expectativas de desaceleração ou recessão, refletindo a antecipação de cortes na Selic. Assim, mesmo que a curva não seja uniformemente inclinada, ela transmite informações importantes sobre as expectativas dos agentes em relação ao ciclo econômico. Essa estrutura teórica dá suporte ao uso do spread entre diferentes prazos como **indicador antecedente da atividade econômica**, como demonstrado por Haubrich e Dombrosky (1996).

Em termos mais específicos, em um cenário de expectativa de crescimento econômico mais robusto, caracterizado por aumento do consumo e investimento, ou com pressão inflacionária à frente, é esperado que o Banco Central reaja por meio do aumento da taxa de juros de curto prazo, com o objetivo de conter a inflação e evitar o superaquecimento da economia. Por exemplo, se a taxa Selic estiver em 10% e a taxa de juros de cinco anos estiver em 12%, o mercado está sinalizando que, ao longo dos próximos anos, a Selic deverá subir gradualmente para patamares em torno de 11% ou 12%. Essa resposta da política monetária é condizente com o regime de metas de inflação, no qual as decisões do Banco Central são guiadas pelas condições macroeconômicas vigentes. Como as taxas longas já incorporam essas expectativas, a curva tende a se inclinar positivamente. Quanto maior for a expectativa de crescimento ou inflação futura, mais inclinada será a curva, uma vez que as taxas curtas futuras esperadas se elevam.

Benzoni, Chyruk e Kelley (2018), no artigo “*Why Does the Yield Curve Predict GDP Growth?*”, demonstram que o **poder preditivo da curva de rendimentos é assimétrico**: ela antecipa com maior eficácia **períodos de recessão** do que expansões econômicas. Isso ocorre porque os ciclos recessivos frequentemente envolvem mudanças abruptas nas taxas de curto prazo promovidas pelo banco central,

especialmente em contextos de combate à inflação ou contenção de bolhas de ativos. Como resultado, a curva de rendimentos inverte-se e passa a sinalizar uma desaceleração econômica futura. Além disso, os autores destacam que a **credibilidade da política monetária e a baixa volatilidade da inflação** nos últimos anos podem reduzir a intensidade da resposta dos juros longos, o que enfraquece parcialmente a sinalização da curva em alguns contextos. Essa é a terceira hipótese que será analisada para o contexto brasileiro no presente estudo.



Este trabalho adota uma abordagem quantitativa com dados secundários a fim de obter as respostas para as hipóteses formuladas e cumprir com seus objetivos de avaliar se a curva de rendimentos, medida pelo spread entre taxas de juros de longo e curto prazo, possui capacidade preditiva em relação à atividade econômica e à ocorrência de recessões no Brasil.

Para responder a **primeira hipótese**, que postula que spread negativo (inversão da curva de rendimentos) **aumenta a probabilidade de** ocorrência de recessão na economia brasileira, utiliza-se um modelo de regressão binária do tipo **Probit**, no qual a variável dependente assume o valor 1 para os períodos classificados como recessivos e 0 nos demais períodos, conforme definido pelo Comitê de Datação de Ciclos Econômicos (CODACE). A variável explicativa é o spread da curva de rendimentos, definido como a diferença entre a taxa de juros de longo prazo (10 anos) e a taxa de curto prazo (1 mês), obtidas através da Estrutura a Termo das Taxas de Juros Estimadas (ETTJ). Essa metodologia segue o padrão utilizado em estudos clássicos da literatura internacional, como Estrella e Mishkin (1996) e Haubrich (2006), e permite estimar a probabilidade de recessão com base na inclinação da curva de juros. Complementarmente, são testadas especificações alternativas alternando os spreads para 10 anos - 3 meses, 10 anos - 2 anos e 2 anos - 1 mês, a fim de avaliar se a curva de rendimentos possui capacidade preditiva com diferentes spreads.

Assim, de acordo com Johansson e Meldrum (2018), para estimar a probabilidade de ocorrência de recessão com a curva de rendimentos, os estudos econômicos comumente utilizam a função Probit, tendo como variável explicativa o spread da curva de juros.

A equação do modelo Probit é representada da seguinte forma:

$$P(\text{Recessão}_t = 1) = \Phi(\alpha + \beta \cdot \text{Spread}_t), \quad (1)$$

Onde:

- a) P ($\text{Recessão}_t = 1$) \rightarrow probabilidade de ocorrer recessão no período;
- b) Φ \rightarrow função de distribuição acumulada da normal padrão;
- c) α \rightarrow coeficiente constante (intercepto);
- d) β \rightarrow coeficiente associado ao spread;
- e) $\text{Spread}_t^{y-m} = \text{Taxa}_{10a,t} - \text{Taxa}_{1m,t} \rightarrow$ inclinação da curva no tempo t .

De maneira resumida, são testadas especificações alternativas, com diferentes spreads introduzindo uma variável dummy que assume valor 1 quando o spread é negativo, de modo a avaliar se a inversão da curva de juros amplia a probabilidade de recessão.

Para testar a **segunda hipótese**, que busca verificar se o spread da curva de rendimentos possui relação estatisticamente significativa com o crescimento econômico futuro nos períodos subsequentes, utiliza-se o modelo de **regressão linear simples**, no qual a variável dependente é o PIB real, utilizado como proxy da atividade econômica, e a variável explicativa é o spread da curva de rendimentos. Esta abordagem permite quantificar a direção e a intensidade da relação entre o spread e o desempenho da economia nos períodos subsequentes. Adicionalmente, com base na literatura, destaca-se que modelos de Vetores Autorregressivos (VAR) podem ser utilizados para explorar as interdependências dinâmicas entre o spread e a atividade econômica, capturando os efeitos defasados de ambas as variáveis. Embora não tenha sido aplicado neste estudo, tal abordagem representa uma alternativa metodológica complementar a ser considerada em pesquisas futuras.

A **regressão linear simples** é uma técnica estatística utilizada para quantificar a relação entre duas variáveis: uma variável **dependente** (y), que se deseja explicar ou prever, e uma variável **independente** (x), que se acredita influenciar y . O modelo assume que a relação entre essas variáveis pode ser aproximada por uma **reta**, expressa pela seguinte equação:

$$Y_t = \alpha + \beta X_t + \varepsilon_t,$$

Onde:

- a) Y_t = variável dependente no período t ;
- b) α = intercepto da reta, ou seja, o valor esperado de Y quando $X = 0$;

- c) β = coeficiente angular, que mede o impacto da variação de X sobre Y;
- d) X_t = variável independente no período t;
- e) ε_t = termo de erro aleatório, que captura os efeitos de outros fatores não observados.

O objetivo da **regressão** é estimar os valores de α e β que melhor se ajustam aos dados, minimizando a soma dos quadrados dos resíduos (diferença entre os valores observados e os valores ajustados pela reta).

A regressão estimada para o presente trabalho será:

$$\Delta \ln (PIB_t) = \alpha + \beta * Spread_t + \varepsilon_t ,$$

Onde:

- a) $\Delta \ln (PIB_t)$ representa crescimento econômico futuro, medido pela variação logarítmica do PIB, para um horizonte de h meses à frente;
- b) $Spread_t$ representa o spread da curva de rendimentos do período t, calculados com base na Estrutura a Termo da Taxa de Juros Estimada (ETTJ), em que foram utilizados os spreads: 10Y-1M, 10Y-3M, 10Y-2Y e 2Y-1M;
- c) α é o intercepto do modelo;
- d) β é o coeficiente angular, que expressa o impacto marginal do spread sobre o crescimento econômico futuro;
- e) ε_t é o termo de erro aleatório, que captura fatores não observados ou não incluídos no modelo.

Portanto:

$$\text{Crescimento futuro do PIB } (t+h) = \alpha + \beta * Spread_t + \varepsilon_t ,$$

Onde:

- a) h representa o horizonte futuro (exemplo: crescimento nos próximos 1 a 4 trimestres).

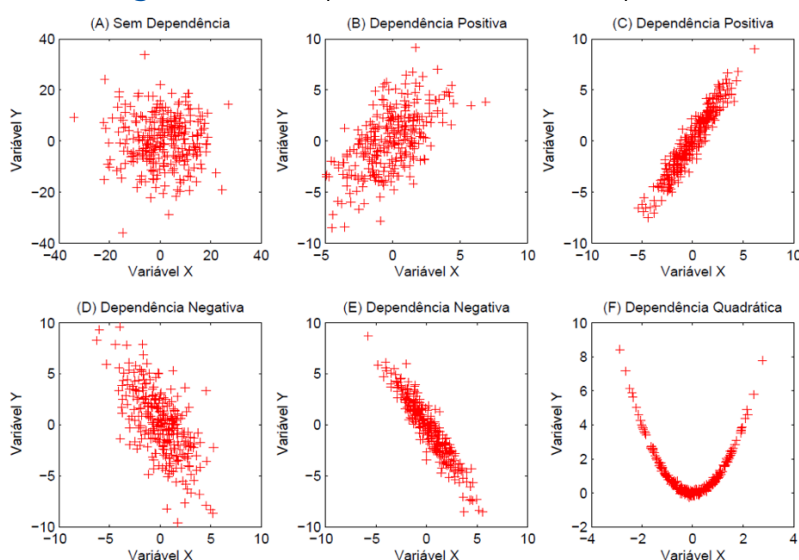
Para testar o caráter antecedente da inclinação da curva de juros sobre a atividade econômica, foram estimadas regressões lineares simples utilizando diferentes spreads da curva de rendimentos, 10Y-1M, 10Y-3M, 10Y-2Y e 2Y-1M, como variáveis explicativas. O objetivo foi verificar se esses spreads, ao capturarem a diferença entre prazos

longos e curtos, antecipam variações no crescimento econômico nos trimestres subsequentes, mensurado pela variação do PIB real.

A estimação dos parâmetros foi realizada por meio do método dos mínimos quadrados ordinários (MQO), com aplicação de testes de significância estatística e análise do coeficiente de determinação (R^2) do modelo. Essa abordagem permite avaliar, de forma direta e objetiva, se o spread da curva de rendimentos pode ser utilizado como indicador antecedente do crescimento econômico, contribuindo para testar a Hipótese 2 desta pesquisa.

- a) Se β for positivo e estatisticamente significativo, indica que spreads maiores (curva de rendimentos mais inclinada positivamente) estão associados a maior crescimento econômico futuro, conforme previsto pela teoria.**
- b) Se β for negativo, indicaria que spreads maiores estão associados a menor crescimento econômico futuro, o que seria um resultado inesperado.**
- c) Se β não for estatisticamente significativo, não há evidência de relação linear relevante entre o spread e crescimento econômico futuro.**

Figura 5 – Exemplos de Gráficos de dispersão.



Fonte: Carvalho et al. (2012) e Wooldridge (2013).

Seguindo a abordagem de Haubrich e Dombrosky (1996), também é possível comparar os resultados do modelo com spread com os de um modelo nulo, ou seja, sem a variável explicativa (spread), para

verificar se o spread realmente contribui para explicar o crescimento econômico. A fórmula resulta da seguinte forma:

$$\text{Crescimento futuro do PIB (t+h)} = \alpha + \varepsilon_t ,$$

Por último, para explorar a **terceira hipótese**, que sugere que o poder preditivo da curva de rendimentos é assimétrico, sendo mais eficaz para antecipar recessões do que expansões econômicas, são analisados os resultados do modelo Probit, com especial atenção ao comportamento do spread em períodos recessivos verso expansivos. Embora este estudo utilize abordagens lineares como ponto de partida, recomenda-se, como extensão para pesquisas futuras, a aplicação de modelos não lineares ou de mudança de regime, como o **Markov Switching**, capazes de testar formalmente a existência de assimetrias no comportamento preditivo da curva de rendimentos, conforme sugerido por Benzoni, Chyruk e Kelley (2018).

3.1 DADOS

O período considerado neste estudo compreende o intervalo de agosto de 2003 a dezembro de 2025 (2003:T3 a 2025:T1). A escolha desse horizonte temporal se justifica pela disponibilidade de dados para o spread obtidos através da Estrutura a Termo **da Taxa de Juros Estimada (ETTJ)** pela Bolsa de Valores Brasileira (B3), que começa em agosto de 2003. Esse período compreende pelo menos **três períodos de recessão identificados pelo CODACE** (2008–2009, 2014–2016 e 2020), taxas de inflação variando de 1,88% a mais de 12,00% e taxa básica de juros variando de 2,00% a 22,00%. Ademais, a extensão até 2025 permite incorporar a trajetória recente da política monetária brasileira no pós-pandemia, além de contemplar cenários de grande instabilidade permitindo a avaliação da capacidade da curva de rendimentos em antecipar momentos de desaceleração econômica.

Como parte dos dados macroeconômicos, para a medida de crescimento real, foi utilizado o **PIB real trimestral em percentual, que corresponde a** taxa de variação do Produto Interno Bruto a preços constantes referente ao ano anterior, com ajuste sazonal, coletado no site do IBGE. A série foi utilizada como proxy para o nível de atividade econômica no Brasil, sendo a variável dependente da **regressão linear simples da** Hipótese 2 desta pesquisa. Esse horizonte de previsão é compatível com a literatura internacional evitando a arbitrariedade na escolha.

Além disso, como a análise central deste estudo envolve compreender a relação preditiva entre o spread da curva de rendimentos e recessão econômica, para os dados de **recessão e expansão econômica**, a variável binária (dummy) de recessão foi construída com base no calendário oficial de cronologia trimestral do **Comitê de Datação de Ciclos Econômicos (CODACE)**, com dados divulgados pela FGV. A CODACE é a principal referência nacional na identificação de períodos recessivos da economia brasileira. Desta forma, a variável binária assumiu valor 1 para trimestres em recessão e 0 caso contrário. A variável de **expansão econômica** também foi construída como dummy complementar, com valor 1 para períodos fora de recessão. Ambas foram utilizadas nos modelos **Probit**, com o objetivo de estimar a probabilidade de recessão ou expansão conforme proposto nas Hipóteses 1 e 3. A tabela a seguir indica os períodos de recessão econômica brasileira no período selecionado.

Tabela 1 – Cronologia trimestral por períodos de recessão da atividade econômica (2003-2025).

Datação estimada projeto			Datação oficial CODACE		
Início	Fim	Período	Início	Fim	Período
			2003.III	2008.III	Expansão
2008.IV	2009.I	Recessão	2008.IV	2009.I	Recessão
2009.II	2014.I	Expansão	2009.II	2014.I	Expansão
2014.II	2016.IV	Recessão	2014.II	2016.IV	Recessão
2017.I	2019.IV	Expansão	2017.I	2019.IV	Expansão
2020.I	2020.II	Recessão	2020.I	2020.II	Recessão
2020.III	-	Expansão	-	-	-

Fonte: Dados do CODACE/FGV.

Referente aos **Spreads da curva de juros**, os spreads foram construídos com base nas taxas extraídas da Estrutura a Termo **da Taxa de Juros Estimada (ETTJ) a partir da Tabela de Taxas Referenciais de Juros Prefixadas (DI x Pré)** disponibilizada pela **B3** em seu site institucional. Para o cálculo, foram considerados os vértices disponíveis de 21, 63, 510 e 2520 dias úteis, resultando em aproximadamente 1 mês, 3 meses, 2 anos e 10 anos, respectivamente. A utilização do spread com dados diários úteis, totalizou 5436 observações para cada vértice. A diferença entre os vértices de longo e curto prazo originou os seguintes spreads:

- a) 10Y-1M (2520d - 21d)
- b) 10Y-3M (2520d - 63d)
- c) 10Y-2Y (2520d - 510d)
- d) 2Y-1M (510d - 21d)

Para a obtenção das taxas de juros prefixadas utilizadas na construção da curva de rendimentos brasileira da ETTJ, foi realizada uma coleta automatizada de dados via web scraping, diretamente do site da B3. O procedimento foi implementado através do Software R, o qual permitiu a requisição e leitura estruturada das páginas HTML do site. Para cada dia útil dentro do período de análise, entre 08/08/2003 e 25/07/2025, o script acessou a respectiva página diária do boletim de taxas, localizou a tabela de taxas prefixadas do tipo DI x Pré e extraiu a taxa correspondente ao vértice desejado. Foram considerados deslocamentos de até mais ou menos 6 dias úteis para garantir o pareamento adequado dos vértices. Este método garantiu a replicabilidade e consistência da base de dados de taxas de juros, permitindo a construção precisa das curvas de rendimentos e do spread da curva no Brasil. Após a coleta, os dados foram tratados para eliminar duplicações, ausências pontuais e inconsistências. Portanto, os spreads foram calculados diariamente e, para os modelos com frequência trimestral, como na regressão com PIB da análise da Hipótese 2, foram consolidados como médias trimestrais.

A variável dependente dos modelos **Probit** é uma dummy que, como acima mencionado, assume valor 1 para trimestres de recessão (Hipótese 1) ou de expansão (Hipótese 3), e 0 caso contrário. Já na **regressão linear simples** (Hipótese 2), a variável dependente é a **variação percentual trimestral do PIB real**. A variável independente principal, nos três modelos, é o **spread da curva de rendimentos**, calculado como a diferença entre a taxa de juros de longo prazo e a de curto prazo, conforme os vértices da ETTJ mencionados. Para a regressão linear com PIB, utilizou-se os spreads 10Y-1M, 10Y-3M, 10Y-2Y e 2Y-1M. Nos modelos Probit, também foram testados diferentes spreads como exercício de robustez.

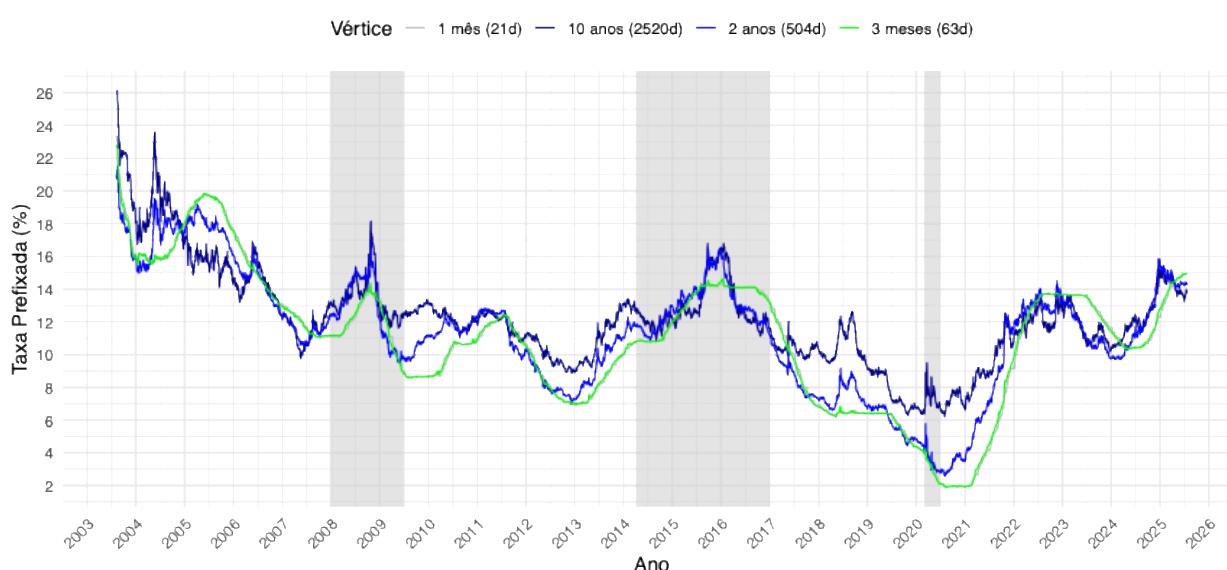
Como também mencionado, para a análise da hipótese 2, que verifica se spread da curva de rendimentos possui relação estatisticamente significativa com o desempenho futuro do crescimento econômico, medido pelo PIB real, seguindo a abordagem metodológica de Estrella e Hardouvelis (1991) e de **Haubrich e Dombrosky** (1996), esta dissertação adotou a **média trimestral do spread da curva de juros** como variável explicativa, ao invés de utilizar observações pontuais de final de mês. Essa escolha visa **suavizar oscilações anômalas** e ruídos de mercado que costumam ocorrer nas viradas mensais ou com uma base temporal muito curta, sem pressupor que o PIB trimestral deva estar mais correlacionado com o

spread de uma data específica. Importante ressaltar que para a hipótese 1 e 3 manteve-se a escolha pelo spread diário, com maior abrangência de dados.

Os spreads calculados foram utilizados como variável explicativa no modelo Probit, para a Hipótese 1 e 3, verificando a **probabilidade de ocorrência de recessão** em determinado período. Os diferentes spreads foram testados em modelos separados, como exercício de robustez. No modelo de **Regressão linear simples, para verificar a Hipótese 2**, investigou-se a relação entre o **spread 10Y-1M**, 10Y-3M, 10Y-2Y e 2Y-1M e o **crescimento do PIB real no trimestre seguinte**. A análise buscou verificar se a inclinação da curva de juros possui poder explicativo sobre a dinâmica do crescimento econômico brasileiro.

A Figura 6 apresenta a evolução das **taxas prefixadas estimadas pela ETTJ** ao longo do período de análise, com destaque para os diferentes vértices utilizados neste estudo: **1 mês (21 dias úteis), 3 meses (63 dias úteis), 2 anos (504 dias úteis) e 10 anos (2520 dias úteis)**. As áreas em cinza indicam os períodos de recessão econômica definidos pelo CODACE. Nota-se que, ao longo do tempo, a estrutura da curva de juros reflete os distintos ciclos de política monetária do Brasil. A taxa de 1 mês apresenta comportamento muito próximo ao da taxa de 3 meses, com trajetória praticamente sobreposta em diversas fases, o que é relevante para a construção dos spreads que utilizam ambos os vértices como componente de curto prazo.

Figura 6 – Trajetória das Taxas Prefixadas da ETTJ (com Recessões).



Fonte: Elaboração do autor.

A Figura 7 apresenta o comportamento do spread calculado como a diferença entre a **taxa DI de 5 anos** (obtida via Bloomberg) e a **taxa Selic Over** (coletada no Banco Central), no período de 2005 a 2023. Observa-se que o spread apresentou um padrão cíclico ao longo do tempo, com **episódios de inversão da curva de juros** associados a diferentes contextos econômicos. A primeira inversão ocorreu entre 2005 e 2007, seguida por nova inversão em 2008, durante a crise financeira internacional do subprime. Posteriormente, durante a recessão brasileira de 2014 a 2016, o spread voltou a se inverter, refletindo o aumento da incerteza e o enfraquecimento das expectativas de crescimento. Já em 2020, com o choque da pandemia da Covid-19, a curva não chegou a se inverter, possivelmente em função do forte estímulo monetário implementado, incluindo o corte agressivo da taxa básica de juros.

Figura 7 – Spread (DI 5 anos – Selic Over) e períodos de recessão entre 2005 e 2023.



Fonte: Elaboração do autor.

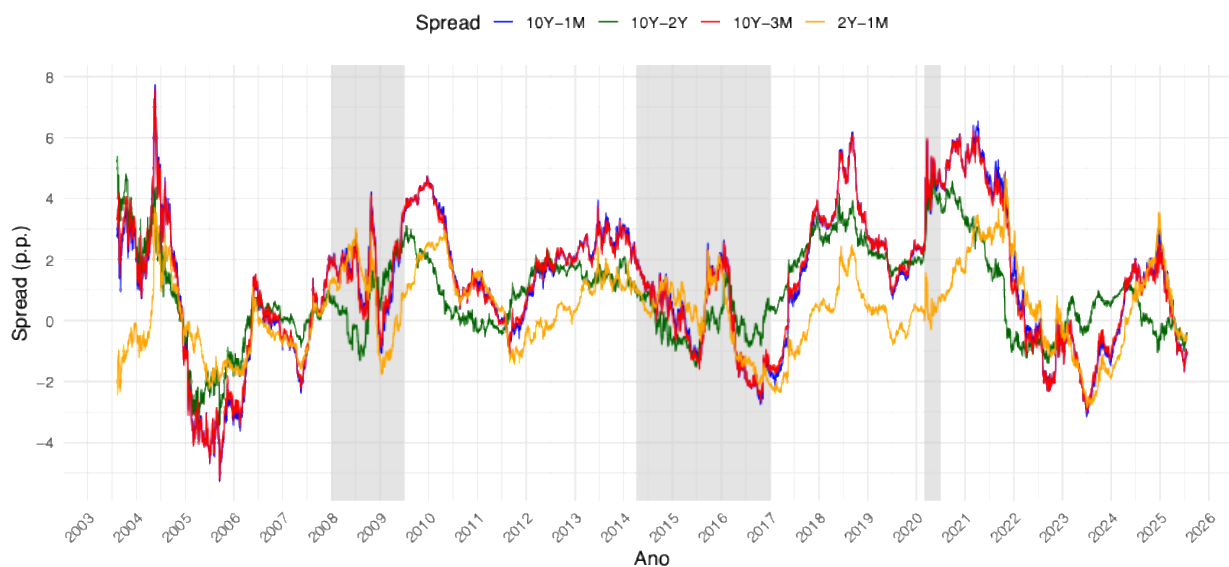
Na sequência, a Figura 8 apresenta os diferentes **spreads construídos com base na ETTJ** obtida via **web scraping da B3**, que serão os principais indicadores utilizados na modelagem empírica deste estudo. São eles: **10Y-1M, 10Y-2Y, 10Y-3M e 2Y-1M**. A semelhança entre as curvas dos spreads 10Y-3M e 10Y-1M já era esperada, dado o comportamento semelhante entre os vértices de 1 e 3 meses, apresentando trajetória bastante próxima, comportamento já observado nas curvas da Figura 6. Assim, os spreads **10Y-1M e 10Y-3M** mostram padrões quase sobrepostos ao longo do tempo. Também se verifica que esses spreads apresentam trajetória graficamente semelhante à do spread **DI 5A - Selic Over** mostrado na Figura 7, o que

reforça sua robustez como medida da inclinação da curva de rendimentos.

Por outro lado, os spreads **2Y-1M** e **10Y-2Y**, por envolverem prazos intermediários, apresentam menor variação e amplitudes mais contidas. Isso pode implicar menor sensibilidade em antecipar choques econômicos, embora sua inclusão seja relevante para fins de robustez nos testes econométricos.

Essa análise gráfica inicial sugere que os spreads de vértices mais distantes (como 10Y-1M e 10Y-3M) podem capturar de forma mais intensa as mudanças nas expectativas de longo prazo do mercado, sendo, portanto, potenciais candidatos mais fortes para explicar variações na atividade econômica ou antecipar recessões. Os resultados empíricos a seguir examinam essa hipótese com base em modelos estatísticos apropriados.

Figura 8 – Diferentes Spreads do estudo e períodos de recessão entre 2003 e 2025.



Fonte: Elaboração do autor.



4

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 RESULTADOS DO MODELO PROBIT - PROBABILIDADE DE RECESSÃO

A equação da probabilidade estimada pelo modelo Probit permite interpretar diretamente o impacto do spread da curva de rendimentos sobre a probabilidade de ocorrência de recessão na economia brasileira. Com base nos resultados do modelo Probit estimado para o Spread 10Y-1M com base diária, os parâmetros obtidos foram $\alpha = -0,77808$ e $\beta = -0,03875$. Dessa forma, a equação de probabilidade específica para o spread analisado é expressa como:

$$P(\text{Recessão}_t = 1) = \Phi(-0,77808 - 0,03875 \cdot \text{Spread}_{10Y-1M}),$$

A interpretação dessa equação revela que, quanto maior o spread da curva de rendimentos, menor é a probabilidade estimada de ocorrência de recessão no Brasil, o que está em consonância com a literatura econômica internacional, que associa a inversão da curva, ou seja, spread negativo, com o aumento do risco de recessão econômica. Isso justifica o motivo pelo qual β aparece com sinal negativo. A tabela abaixo indica os resultados encontrados.

Tabela 2 – Resultados do Modelo Probit para a Probabilidade de Recessão do Spread 10Y-1M.

Variável	Coefficiente	Erro Padrão	z-valor	p-valor
Intercepto	-0,77808	0,02133	-36,484	< 0.001
Spread da Curva de Juros	-0,03875	0,00851	-4,551	< 0.001
Número de observações: 5435				
Pseudo R ² : 0,0036				
AIC: 5511,70				

Fonte: Elaboração do autor.

Como exemplo, ilustremos o comportamento da equação nos seguintes cenários hipotéticos:

- a) Para Spread = 0 (Curva de juros neutra), a probabilidade estimada de recessão é aproximadamente 21,8%;**

- b) Para Spread = -2 (Curva Invertida), a probabilidade aumenta para aproximadamente 24,2%;**
- c) Para Spread = +2 (Curva positivamente inclinada), a probabilidade de recessão cai para cerca de 19,6%.**

Esses resultados reforçam a utilidade do spread da curva de rendimentos como um **indicador antecedente do risco de recessão no Brasil**, com **fortes evidências estatísticas** de que a inclinação da curva afeta significativamente a probabilidade de recessão (p-valor < 0,001).

O coeficiente estimado para o spread da curva de juros 10Y-1M foi de **- 0,03875**, com um **p-valor inferior a 0,001**, indicando, portanto, significância estatística robusta ao nível de 1%. O sinal negativo do coeficiente está **em conformidade com a teoria econômica**, sugerindo que, à medida que a curva de rendimentos se torna mais inclinada negativamente (spread menor), a probabilidade de recessão aumenta. O intercepto, estimado em **-0,77808**, também foi altamente significativo, o que reforça a adequação estatística da especificação. Dessa forma, verifica-se que o coeficiente negativo altamente significativo indica que há uma relação estatisticamente robusta entre o spread diário 10Y-1M e a probabilidade de recessão, evidenciando que quanto menor o spread, maior a probabilidade de ocorrência de uma recessão.

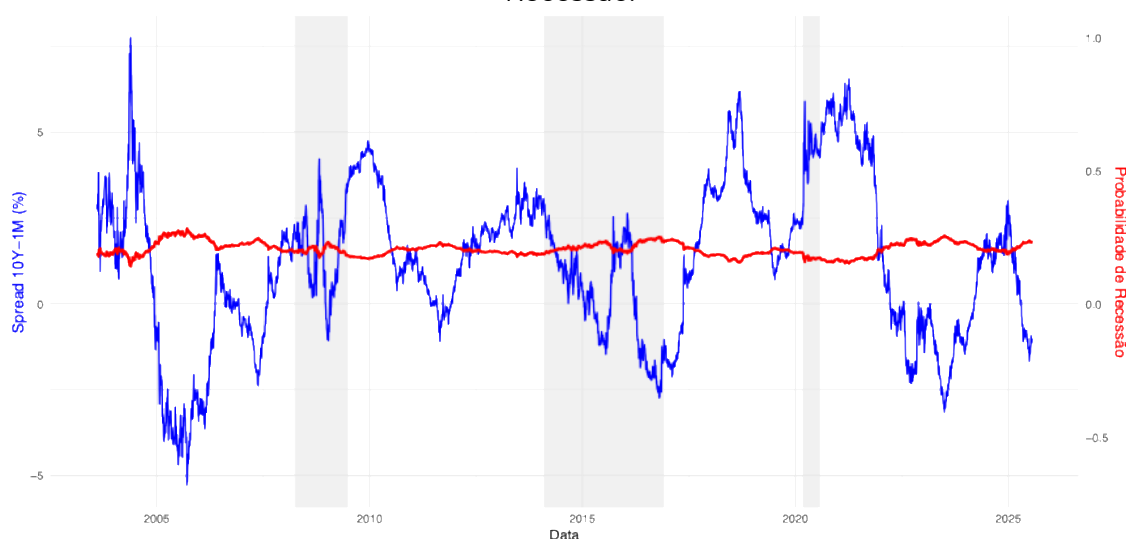
O elevado número de observações, totalizando 5435 entradas, contribui para uma estimativa mais precisa e estável dos parâmetros. Além disso, o valor do Akaike Information Criterion (AIC = 5511,70) poderá ser utilizado como **critério comparativo entre modelos** nos testes de robustez, auxiliando na identificação da especificação que apresenta melhor desempenho preditivo.

Em modelos Probit e Logit, valores de Pseudo R² (McFadden) entre 0 e 1 são comuns e aceitos como moderadamente informativos. Valores abaixo de 0,1 indicam ajuste fraco, o que não invalida o modelo, mas sugere que ele explica apenas uma parte limitada da variação. Além dos resultados já apontados, no presente caso, o Pseudo R² encontrado foi de 0,0036, indicando um fraco ajuste do modelo. Isso indica que o modelo com o spread explica cerca de **0,36% da probabilidade de recessão**, em comparação a um modelo nulo sem variável explicativa.

Portanto, os resultados obtidos **indicam que o spread 10Y-1M apresenta capacidade preditiva significativa para recessões no Brasil**. Ainda que o modelo apresente um ajuste modesto, os coeficientes estatisticamente significativos e o comportamento coerente das probabilidades simuladas demonstram o potencial da curva de rendimentos como ferramenta de sinalização antecipada de ciclos econômicos. Reforça-se, assim, a relevância de **testes de robustez adicionais** com outros spreads e especificações alternativas para aprofundar a análise do poder preditivo da estrutura a termo da taxa de juros.

O gráfico da Figura 9 apresenta, a trajetória do spread da curva de rendimentos 10Y-1M e a probabilidade estimada de recessão para a economia brasileira, ao longo do período de 2003 a 2025. A linha azul representa o spread diário da curva de juros, calculado como a diferença entre as taxas de juros de longo prazo (10 anos) e curto prazo (1 mês), enquanto a linha vermelha retrata a probabilidade de recessão estimada pelo modelo Probit, com base nesse spread. As áreas sombreadas em cinza indicam os períodos oficialmente reconhecidos como recessivos pelo CODACE.

Figura 9 – Spread (10Y-1M) e Probabilidade de Recessão (%) com Períodos de Recessão.



Fonte: Elaboração do autor.

Observa-se que os períodos em que o spread apresenta valores negativos, indicando inversão da curva de rendimentos, coincidem, em geral, com elevações na probabilidade estimada de recessão. Tal comportamento é consistente com a teoria econômica, segundo a qual a inversão da curva de juros frequentemente antecede a ocorrência de

contrações econômicas, em consonância com a literatura internacional, como Estrella e Mishkin (1996) e Haubrich (2006), que identificaram a curva de rendimentos como um dos melhores preditores antecedentes de recessão nos Estados Unidos e outros países. Portanto, o modelo estimado captura essas dinâmicas, ainda que com variações na intensidade ao longo do tempo.

Visualmente, o gráfico da probabilidade estimada mostra que quando ocorre inversão da curva, ocorre um aumento da probabilidade de recessão, porém, isso não quer dizer que a recessão de fato ocorrerá, como está indicado nas faixas cinzas dos períodos oficialmente identificados como recessivos pelo CODACE. Os resultados sugerem que a Estrutura a Termo das Taxas de Juros (ETTJ) contém informações relevantes sobre o ciclo econômico, corroborando a hipótese de que a inclinação da curva afeta a percepção de risco recessivo no Brasil. Ressalta-se, contudo, que a intensidade da probabilidade estimada varia ao longo do tempo e que o spread, isoladamente, não é capaz de explicar integralmente o início e a duração das recessões, tendo sua capacidade explicativa limitada, o que reforça a necessidade de complementar a análise com outros indicadores econômicos.

4.2 TESTE DE ROBUSTEZ

A fim de testar a robustez dos resultados, foram estimados modelos Probit com os spreads alternativos: **10Y-3M**, **10Y-2Y** e **2Y-1M**, a fim de verificar a consistência do poder preditivo da curva de rendimentos sobre a probabilidade de recessão no Brasil. Foram encontrados os valores da Tabela 3:

Tabela 3 – Teste de Robustez de Modelos Probit com spreads alternativos

Modelo	Coefficiente do Spread	P-valor	Pseudo R ²	AIC
Probit 10Y-1M	-0,03875	< 0,001	0,0036	5511,7
Probit 10Y-3M	-0,04232	<0,001	0,0041	5508,7
Probit 10Y-2Y	-0,10575	<0,001	0,0119	5465,5
Probit 2Y-1M	0,02466	0,0827	0,0005	5528,5

Fonte: Elaboração do autor.

Os modelos estimados com os spreads **10Y-1M**, **10Y-3M** e **10Y-2Y** apresentaram coeficientes negativos para a variável de spread, indicando **forte evidência estatística** de que a inclinação da curva de rendimentos entre vértices de longo prazo (10 anos) e curto prazo (1 mês, 3 meses e 2 anos) exerce impacto **negativo sobre a probabilidade**

de recessão. Em outras palavras, quanto menor o spread (ou mais inclinada negativamente a curva), **maior a probabilidade de ocorrência de uma recessão econômica.** Todos esses modelos apresentaram **p-valores inferiores a 0,001**, denotando alta significância estatística ao nível de 1%.

Entre os modelos avaliados, o spread **10Y-2Y** se destacou pelo **melhor desempenho relativo**, com coeficiente estimado de - 0,10575, **p-valor altamente significativo (< 0,001)**, menor valor de **AIC (5465,5)** e **maior Pseudo R² de McFadden (0,0119)** dentro da comparação. Apesar de esse valor de pseudo R² ainda indicar um ajuste fraco, como é comum em modelos Probit com apenas uma variável explicativa, ele representa um ganho explicativo superior em relação aos demais spreads analisados.

O spread **10Y-3M**, por sua vez, também apresentou **coeficiente negativo e estatisticamente significativo** ao nível de 1% ($p < 0,001$), com valor estimado de - 0,04232. No entanto, seu desempenho preditivo foi inferior, como evidenciado pelo **menor Pseudo R² (0,0041)** e **AIC mais elevado (5508,7)**, sugerindo que, embora o modelo capture a direção da relação, sua **capacidade de ajuste e explicação da probabilidade de recessão é mais limitada** em comparação ao modelo com o spread 10Y-2Y.

Por fim, curiosamente o modelo com o spread **2Y-1M** resultou em **coeficiente positivo**, o que contraria a expectativa teórica. Além disso, o p-valor foi **0,0827**, indicando que o coeficiente é **marginalmente significativo apenas ao nível de 10%**, não sendo estatisticamente robusto aos níveis tradicionais (5% ou 1%). O **Pseudo R² foi praticamente nulo (0,0005)** e o **AIC foi o mais alto entre os modelos testados (5528,5)**, o que sinaliza uma fraca capacidade explicativa no desempenho do spread de curto prazo na previsão de recessões.

De forma geral, conclui-se que a **curva de rendimentos com vértices mais longos (10Y-2Y, 10Y-3M e 10Y-1M)** é mais eficaz para estimar a probabilidade de recessão no Brasil. O resultado está em conformidade com a literatura internacional, que aponta os spreads de longo prazo como os mais informativos. Contudo, os valores baixos de Pseudo R² sugerem que a curva sozinha **não explica toda a dinâmica recessiva**, apresentando **limitações importantes de tempo e**

estabilidade e reforçando a necessidade de modelos complementares e multivariados.

4.3 RESULTADOS DA REGRESSÃO LINEAR - IMPACTO DO SPREAD NO CRESCIMENTO

A segunda hipótese investigada buscou verificar se o spread da curva de rendimentos 10Y-1M possui relação estatisticamente significativa com o crescimento econômico futuro, mensurado pelo Produto Interno Bruto (PIB) real trimestral, através de modelos de regressão linear simples. Para isso, estimaram-se quatro regressões lineares, nas quais, a variável dependente foi o crescimento do PIB nos trimestres seguintes (de t+1 a t+4) e a variável explicativa foi a média trimestral do spread 10Y-1M, calculada com base na Estrutura a Termo da Taxa de Juros Estimada (ETTJ). Além disso, também foram testados os spreads alternativos: 10Y-3M, 10Y-2Y e 2Y-1M, considerando a média trimestral dessas variáveis como preditores do PIB nos trimestres seguintes (de t+1 a t+4).

Para o spread 10Y - 1M, a especificação do modelo é apresentada da seguinte forma:

$$PIB_{t+1} = 2,154 + 0,168 * Spread_{10y-1m} + \varepsilon_t ,$$

Onde:

- a) PIB_{t+1} : Crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) real no trimestre seguinte;**
- b) $Spread_{10y-1m}$: Média trimestral do spread 10Y-1M no trimestre atual;**
- c) ε_t : Termo de erro aleatório.**

Os resultados do modelo 10Y-1M indicam que, embora os coeficientes estimados para os horizontes de 1 a 3 trimestres sejam positivos, nenhum deles foi estatisticamente significativo ao nível de 10%. Para o horizonte de 4 trimestres, o coeficiente estimado foi negativo e igualmente não significativo. Isso sugere que, com os dados considerados, o spread 10Y-1M não apresentou evidências robustas de capacidade preditiva sobre o crescimento do PIB futuro, não confirmando, portanto, a hipótese 2 nesta especificação.

Os resultados encontrados para os coeficientes estimados e os respectivos p-valores dos spreads analisados encontram-se na Tabela 4:

Tabela 4 – Relação entre Spread e Crescimento Econômico (PIB).

Spread	PIB (t+1)	PIB (t+2)	PIB (t+3)	PIB (t+4)
10Y-1M	0,168 (0,33)	0,194 (0,23)	0,097 (0,50)	(-)0,028 (0,84)
10Y-3M	0,163 (0,36)	0,210 (0,21)	0,127 (0,40)	0,005 (0,97)
10Y-2Y	(-) 0,036 (0,87)	0,320 (0,23)	0,430 (0,10)	(-)0,360 (0,18)
2Y-1M	0,533 (0,04)**	0,154 (0,52)	(-)0,278 (0,21)	(-)0,558 (0,01)**

Nota: Valores entre parênteses indicam p-valores. ** Significativo ao nível de 5%.

O crescimento do PIB foi avaliado com defasagens de **1 até 4 trimestres** à frente a fim de observar se a inclinação atual da curva antecipa variações futuras da atividade econômica. Os resultados dos modelos estão sintetizados na Tabela 4 e indicam que, **na maioria dos casos, os coeficientes estimados para os spreads não apresentaram significância estatística**, sugerindo um **fraco poder explicativo da curva de rendimentos sobre o crescimento do PIB real no Brasil**. A exceção foi o spread **2Y-1M**, que apresentou resultados estatisticamente significativos ao nível de 5% nos horizontes **de previsão de 1 e 4 trimestres à frente**:

No modelo do spread 2Y-1M, para o PIB (t+1), o coeficiente estimado foi igual a 0,533, indicando uma relação direta no qual um crescimento de 1 ponto percentual está associado a um crescimento de aproximadamente 0,53 ponto percentual no PIB do trimestre seguinte, mantidos os demais fatores constantes. Como o p-valor é igual a 0,04, o resultado se torna **significativo ao nível de 5%**, o que fortalece a evidência de relação entre o PIB e o spread de 2Y-1M e faz com que este detenha mais atenção no estudo da Hipótese 2.

No modelo do spread 2Y-1M, para o PIB (t+4), o coeficiente foi igual a - 0,558, com p-valor de 0,01, sinalizando uma relação negativa no longo prazo, ou seja, um spread elevado entre 2 anos e 1 mês pode preceder desaceleração no PIB um ano depois. Esse comportamento não linear sugere que os efeitos da inclinação da curva podem ser diferentes dependendo do horizonte de previsão.

Portanto, o spread de curto prazo 2Y-1M apresentou relação direta, positiva e estatisticamente significativa com o crescimento econômico no trimestre subsequente em t+1, reforçando seu potencial como indicador antecedente da atividade econômica no Brasil. No

entanto, como vimos em $t+4$, essa verificação não é linear resultando em uma relação inversa, tornando o poder explicativo limitado, fazendo com que outras variáveis devam ser consideradas para a compreensão abrangente da dinâmica macroeconômica.

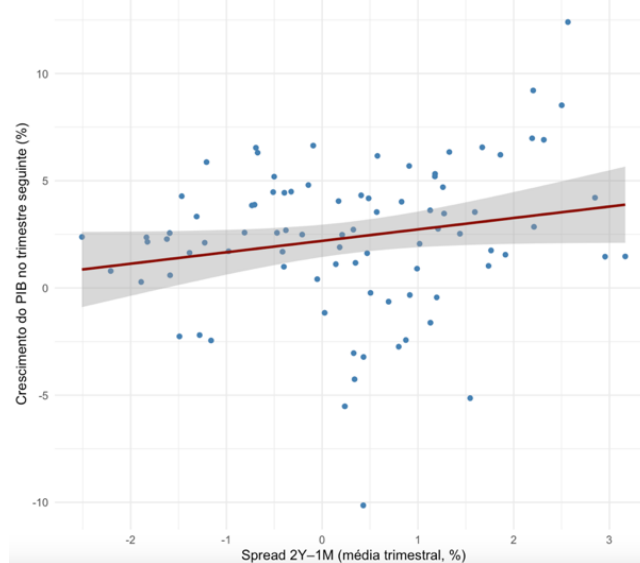
O intercepto do modelo 2Y-1M foi estimado em **2,197**, refletindo o valor médio esperado do PIB quando o spread é igual a zero. Adicionalmente, foi testada a **normalidade dos resíduos** com o teste de Shapiro-Wilk. Para o modelo com spread 2Y-1M no horizonte $t+1$, o resultado indicou violação da hipótese de normalidade ($p < 0,05$), o que reforça a necessidade de considerar **modelos com erros robustos**. Quando aplicada a correção de heterocedasticidade (HCl), o p-valor do coeficiente se manteve abaixo de 5%, o que **fortalece a evidência de significância estatística**.

Portanto, os resultados da hipótese 2 sugerem que a inclinação da curva de juros, especialmente em prazos curtos como o spread 2Y-1M, pode conter **sinais úteis sobre a trajetória do PIB**, mas seu **poder preditivo é fraco e limitado**. O coeficiente de determinação ajustado foi de 2,86%, o que indica que o spread 2Y-1M, isoladamente, explica uma fração limitada da variação do crescimento do PIB. Apesar do baixo poder explicativo, esse resultado é coerente com a literatura que aponta que, embora a curva de rendimentos possa antecipar pontos de inflexão econômica, **seu uso isolado não é suficiente** para explicar completamente o comportamento do crescimento econômico.

Para o spread 2Y - 1M, a especificação do modelo é apresentada da seguinte forma:

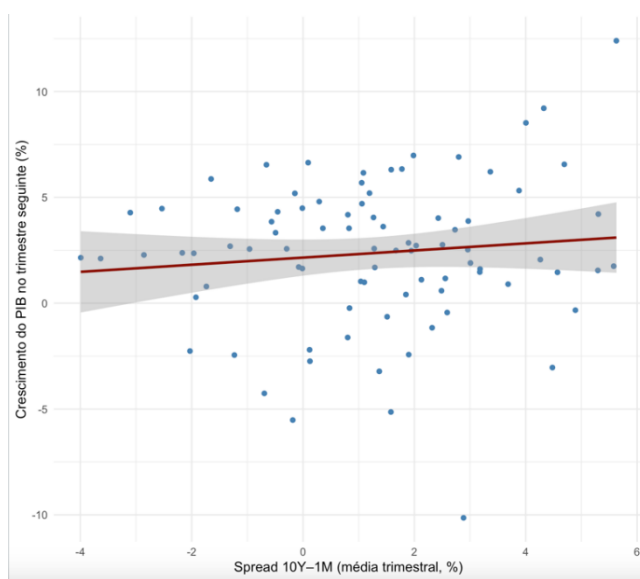
$$PIB_{t+1} = 2,1968 + 0,5329 * Spread_{2y-1m} + \varepsilon_t$$

Figura 10 – Dispersão: Spread 2Y-1M vs PIB (t+1)



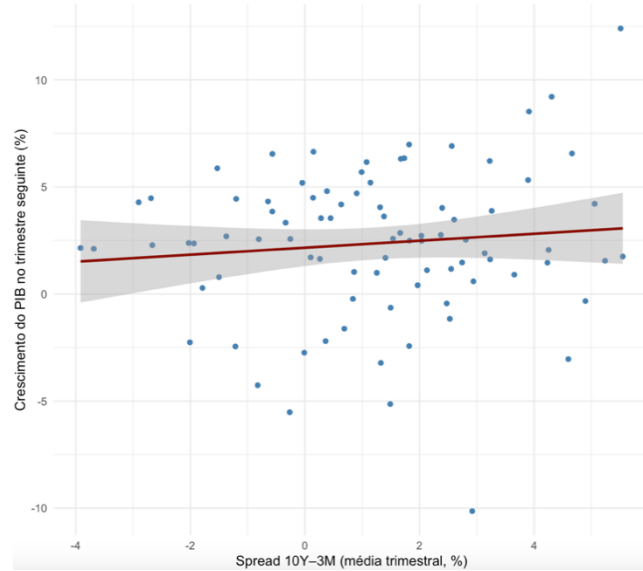
Fonte: Elaboração do autor.

Figura 11 – Dispersão: Spread 10Y-1M vs PIB (t+1)



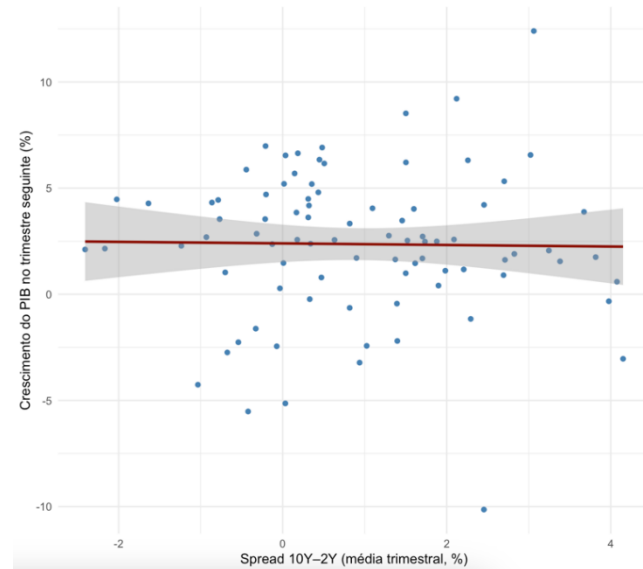
Fonte: Elaboração do autor.

Figura 12 – Dispersão: Spread 10Y-3M vs PIB (t+1)



Fonte: Elaboração do autor.

Figura 13 – Dispersão: Spread 10Y-2Y vs PIB (t+1)



Fonte: Elaboração do autor.

4.4 MODELO PROBIT – COMPARAÇÃO ENTRE RECESSÃO E EXPANSÃO

A terceira hipótese deste trabalho propõe que a curva de rendimentos apresenta um poder preditivo assimétrico, sendo mais eficaz na antecipação de períodos de recessão do que de expansão econômica. Para testar essa proposição, foram estimados modelos Probit com horizonte de previsão de 120 dias úteis (aproximadamente seis meses), utilizando como variável dependente a ocorrência de recessão futura ($\text{recessão_futura} = 1$) e, de forma complementar, a

ocorrência de expansão (expansão_futura = 1, definida como o inverso da recessão).

Os modelos foram aplicados separadamente para os quatro spreads extraídos da Estrutura a Termo das Taxas de Juros prefixadas (ETTJ): 10Y-1M, 10Y-3M, 10Y-2Y e 2Y-1M. Para cada modelo, foram calculadas métricas globais de desempenho como o Pseudo R^2 , a área sob a curva ROC (AUC), a sensibilidade (capacidade de detectar recessões corretamente), a especificidade (capacidade de detectar expansões corretamente), além de medidas adicionais por classe como R^2 , RMSE e Brier Scores, um indicador da acurácia probabilística das previsões, permitindo uma análise mais detalhada da performance em cenários recessivos e expansivos.

A **Tabela 5** apresenta os indicadores globais de desempenho dos modelos Probit estimando a probabilidade de recessão futura com base nos diferentes spreads da curva de rendimentos:

Tabela 5 – Resultados dos Modelos Probit para Previsão de Recessão: Pseudo R^2 , AUC, Sensibilidade e Especificidade

Spread	Pseudo R^2	AUC	Sensibilidade Recessão Futura	Especificidade Expansão Futura
10Y-1M	0	0,5051	0	1
10Y-3M	0,0001	0,4923	0	1
10Y-2Y	0,0327	0,6307	0	0,9998
2Y-1M	0,0448	0,6684	0	0,9956

Fonte: Elaboração do autor.

A **Tabela** detalha o desempenho dos modelos Probit na previsão de recessão e expansão separadamente, por meio das métricas R^2 , RMSE e Brier Score, evidenciando a diferença de precisão entre os dois regimes econômicos:

Tabela 6 – Análise por Classe dos Modelos Probit para Recessão: R^2 , RMSE e Brier Score para Períodos de Recessão e Expansão

Spread	R^2 Recessao	RMSE Recessao	Brier Recessao	R^2 Expansao	RMSE Expansao	Brier Expansao
10Y-1M	1	0,7846	0,6156	1	0,2154	0,0464
10Y-3M	1	0,7846	0,6156	1	0,2154	0,0464
10Y-2Y	0,9963	0,7652	0,5855	0,9787	0,2244	0,0504
2Y-1M	0,9894	0,7576	0,574	0,9781	0,2275	0,0517

Fonte: Elaboração do autor.

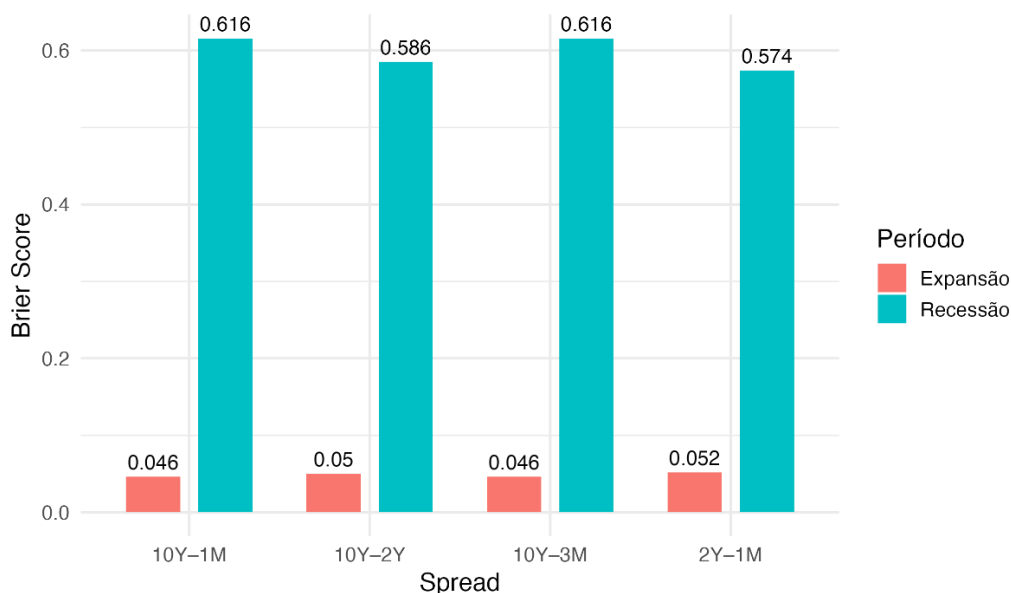
A partir das métricas, observa-se que os spreads de 10Y-2Y e 2Y-1M apresentaram os melhores desempenhos globais, com Pseudo R^2 superiores a 3% e valores de AUC acima de 0,63, porém, mesmo assim

indicando fraco poder discriminativo. De maneira geral, a literatura observou que Pseudo R^2 baixos não invalidam a utilidade preditiva prática dos modelos Probit aplicados à curva de juros.

Além disso, os valores de sensibilidade para recessão futura foram nulos para todos os modelos, enquanto as especificidades foram próximas ou iguais a 1, indicando capacidade do modelo de detectar corretamente os períodos de expansão. Isso sugere que os modelos tendem a prever corretamente os períodos de expansão (classe 0), mas falham em identificar as recessões (classe 1), mesmo quando o ajuste geral (Pseudo R^2) é razoável.

Ainda, ao observar os Brier Scores, medida de erro que calcula a média do erro quadrático das probabilidades previstas medindo a precisão das probabilidades previstas, nota-se que os valores para recessão são significativamente mais altos do que para expansão, evidenciando um desempenho inferior dos modelos na predição da recessão. O gráfico 10 abaixo ilustra esse padrão de forma visual, comparando o Brier Score dos modelos Probit para diferentes spreads da curva de juros, separadamente para períodos de recessão e expansão. Valores menores indicam maior acurácia na previsão do respectivo regime econômico.

Figura 14 – Brier Score por Spread e Período Econômico (Recessão vs. Expansão)



Fonte: Elaboração do autor.

Em todos os spreads, o Brier Score foi mais baixo para expansão, apresentando um melhor desempenho, e mais alto para recessão,

apresentando um desempenho fraco, assim, os modelos indicam **um viés sistemático para prever melhor a ausência de recessão.**

4.5 INTERPRETAÇÃO E RELAÇÃO COM AS HIPÓTESES

Com base nos resultados obtidos, verifica-se uma conexão direta com as hipóteses formuladas inicialmente neste estudo. A Hipótese 1, que propunha que o spread negativo da curva de rendimentos aumenta a probabilidade de recessão econômica no Brasil, foi parcialmente confirmada. Os resultados dos modelos Probit revelaram coeficientes negativos e estatisticamente significativos ao nível de 1% ($p\text{-valor} < 0,001$) para os spreads 10Y-1M e para o teste de robustez de 10Y-2Y e de 10Y-3M. Esses resultados corroboram a teoria econômica internacional, que afirma que spreads negativos, curva invertida, são indicativos de maior risco de recessão econômica. No entanto, o poder explicativo limitado evidenciado pelos baixos valores do Pseudo R^2 dos três modelos sugere que a curva de rendimentos não deve ser utilizada isoladamente como um único indicador preditivo de recessões econômicas, reforçando a necessidade de modelos complementares e da inclusão de outras variáveis econômicas.

Esse comportamento foi evidenciado também no gráfico gerado, no qual se observa que, nos períodos em que o spread se aproxima ou ultrapassa valores negativos, há aumento expressivo na probabilidade estimada de recessão. Esse padrão é coerente com o esperado: curvas de rendimentos invertidas refletem expectativas de enfraquecimento da atividade econômica.

Adicionalmente, o teste de robustez realizado mostrou que o modelo com spread 10Y-2Y apresentou o melhor desempenho preditivo entre os alternativos, com maior Pseudo R^2 (0,0119) e menor AIC (5465,5). Já o modelo com spread 2Y-1M não apresentou significância estatística, indicando que spreads de curto prazo possuem menor poder explicativo.

Por fim, apesar de os valores de Pseudo R^2 serem baixos, o que sugere que o spread, isoladamente, explica apenas uma fração limitada da variabilidade na recessão, os coeficientes significativos e o comportamento consistente das probabilidades simuladas evidenciam que a inclinação da curva de juros brasileira, especialmente com vértices de longo prazo, pode sim atuar como um importante sinalizador antecedente de recessões. Conforme destacado por Estrella

e Mishkin (1996), modelos com apenas uma variável explicativa, como o spread da curva de rendimentos, podem apresentar baixo Pseudo R^2 mas ainda assim **demonstrar elevado poder preditivo prático**, especialmente no contexto de previsão de ciclos econômicos.

Diante do baixo poder explicativo dos modelos com apenas o spread da curva de juros, recomenda-se a incorporação de variáveis adicionais como taxa Selic, expectativas de inflação, atividade econômica corrente (IBC-Br), indicadores de crédito, resultado fiscal e medidas de incerteza. Essas variáveis, amplamente utilizadas na literatura, podem capturar dimensões complementares do ciclo econômico brasileiro e contribuir para melhorar o desempenho preditivo dos modelos. Estudos como Estrella & Hardouvelis (1991) e Chauvet & Piger (2008) mostram que a inclusão dessas variáveis eleva significativamente a acurácia da previsão de recessões, especialmente em economias com alta volatilidade como o Brasil.

A Hipótese 2 postulou se o spread da curva de rendimentos possui uma relação estatisticamente significativa com o crescimento econômico futuro, medido pelo PIB real. Os resultados encontrados não apontaram para uma capacidade preditiva da inclinação da curva sobre o crescimento econômico, com exceção do spread de curto prazo 2Y-1M, que demonstrou uma relação positiva significativa no curto prazo ($t+1$) e uma relação negativa significativa no longo prazo ($t+4$). Essa relação não linear reforça a complexidade das dinâmicas econômicas no Brasil e a necessidade de cautela ao utilizar a curva de rendimentos para previsões econômicas de longo prazo.

A Hipótese 3 deste estudo postulava que o poder preditivo da curva de rendimentos seria **assimétrico**, ou seja, mais eficaz na previsão de **recessões econômicas** do que de períodos de **expansão**. Essa proposição foi testada por meio de modelos Probit estimados separadamente para prever a probabilidade de recessão e de expansão futura, utilizando os quatro spreads extraídos da Estrutura a Termo da Taxa de Juros Prefixada (ETTJ) deste estudo. Entretanto, os resultados empíricos **não corroboraram essa hipótese**. O Pseudo R^2 e a **área sob a curva ROC (AUC)**, apresentaram valores **praticamente equivalentes** entre os modelos de recessão e de expansão. Essa similaridade sugere que o desempenho preditivo da curva de rendimentos não varia substancialmente entre os dois regimes econômicos. Além disso, observou-se que os modelos apresentaram **elevada especificidade**, ou seja, foram bastante eficazes em detectar corretamente os períodos de

ausência de recessão (expansão), enquanto a **sensibilidade**, capacidade de identificar corretamente os períodos de recessão, foi nula nos quatro spreads testados. Esse padrão reforça a ideia de que, para o período analisado, os modelos se saem melhor ao **confirmar a continuidade de um cenário econômico favorável**, do que ao antecipar rupturas associadas a recessões. Portanto, com base nas evidências estatísticas obtidas, **não se pode afirmar a existência de uma assimetria relevante no poder preditivo da curva de rendimentos** no contexto da economia brasileira entre 2003 e 2025. A Hipótese 3, assim, **não foi confirmada**.

Em síntese, as evidências encontradas sugerem que, embora a curva de rendimentos contenha informações relevantes para a antecipação de ciclos econômicos, seu uso deve ser complementado por outros indicadores econômicos e modelos econométricos mais abrangentes, especialmente considerando as particularidades estruturais e conjunturais da economia brasileira.



5

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo analisou a capacidade preditiva da curva de rendimentos como indicador antecedente de recessões econômicas no Brasil entre os anos de 2003 e 2025. Os modelos empíricos aplicados indicaram resultados variados, com destaque para a confirmação parcial da capacidade da curva invertida em prever recessões, especialmente pelos spreads 10Y-1M, 10Y-3M e 10Y-2Y, indicando que spreads de médio prazo parecem capturar melhor o início da recessão no cenário Brasileiro a partir do século XXI.

Os resultados apontaram limitações significativas quanto ao poder explicativo e preditivo da curva de rendimentos, refletidas nos baixos valores dos coeficientes de determinação dos modelos testados. Tais limitações podem estar relacionadas às especificidades macroeconômicas do Brasil, caracterizadas por volatilidade elevada, instabilidade fiscal, além das particularidades do mercado financeiro doméstico.

Na análise da relação entre a inclinação da curva de rendimentos e o crescimento econômico no Brasil, utilizando modelos de regressão linear simples com diferentes spreads como variáveis explicativas e o crescimento do PIB como variável dependente, os resultados empíricos revelaram que apenas o spread entre os vértices de 2 anos e 1 mês (2Y-1M) apresentou coeficiente estatisticamente significativo ao nível de 5% quando considerada a correção robusta para heterocedasticidade. Esse resultado sugere que determinados spreads, especialmente os que envolvem prazos intermediários, podem conter informações relevantes sobre a trajetória futura da economia. Apesar disso, os baixos valores de R^2 ajustado obtidos nos modelos, todos abaixo de 5%, indicam um poder explicativo bastante limitado. Isso é esperado em modelos com apenas uma variável explicativa e reflete a complexidade da dinâmica macroeconômica brasileira, marcada por múltiplos determinantes que vão além do comportamento da curva de rendimentos.

Os resultados da Hipótese 3 não confirmaram a assimetria no poder preditivo da curva de rendimentos. Os modelos Probit apresentaram desempenho semelhante na previsão de recessões e expansões, com alta capacidade de identificar períodos sem recessão,

mas baixa sensibilidade para antecipar recessões. Portanto, a curva mostrou-se mais eficaz para confirmar cenários de estabilidade do que para prever mudanças de ciclo.

Assim, embora os spreads testados apresentem alguma capacidade de sinalizar tendências de crescimento econômico, os resultados devem ser interpretados com cautela. A curva de juros, isoladamente, não é suficiente para explicar o desempenho da atividade econômica no Brasil, sendo recomendável a inclusão de variáveis adicionais em análises futuras para aprimorar o poder explicativo dos modelos.

Apesar dessas limitações, o estudo contribui para o debate acadêmico nacional ao fornecer evidências empíricas robustas sobre o uso da curva de juros como indicador antecedente de recessões econômicas no contexto brasileiro. A relevância prática da pesquisa reside na possibilidade de aprimorar ferramentas analíticas para gestores econômicos e formuladores de políticas públicas, potencializando a eficácia das respostas antecipadas a períodos recessivos.

Como sugestões para futuras pesquisas, recomenda-se incorporar modelos multivariados que integrem outras variáveis macroeconômicas, como expectativas inflacionárias, políticas monetárias e fiscais, e indicadores de risco de mercado. Além disso, uma análise com um período de abrangência maior enriqueceria o estudo.



REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Séries Temporais Econômicas**. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/estatisticas/sgs>. Acesso em: 23 jun. 2025.

BAUER, Michael D.; MERTENS, Thomas M. **Information in the yield curve about future recessions**. FRBSF Economic Letter, n. 2018-20, Federal Reserve Bank of San Francisco, 27 ago. 2018. Disponível em: <https://www.frbsf.org/economic-research/publications/economic-letter/2018/august/information-in-yield-curve-about-future-recessions>. Acesso em: 1 Jun. 2025.

BENZONI, Luca; CHYRUK, Olena; KELLEY, David. *Why does the yield-curve slope predict recessions?* **Chicago Fed Letter**, n. 404, Federal Reserve Bank of Chicago, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.21033/cfl-2018-404>. Acesso em: 12 Jun 2025.

BLANCHARD, Olivier J. **Macroeconomics**. 4th ed. São Paulo: Pearson Education, 2007.

CARVALHO, Alexandre Xavier Ywata de; CAJUEIRO, Daniel Oliveira; CAMARGO, Reinaldo Soares de. **Introdução aos métodos estatísticos para economia e finanças**. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Economia, 2012.

CODACE – Comitê de Datação de Ciclos Econômicos. *Datas dos ciclos econômicos brasileiros – PIB Trimestral – 1980-2023*. IBRE/FGV. Disponível em: <https://ibre.fgv.br/codace>. Acesso em: 3 Jun 2025.

ESTRELLA, Arturo. **The yield curve as a leading indicator: frequently asked questions**. Federal Reserve Bank of New York, Capital Markets Web page, 2005. Disponível em: https://www.newyorkfed.org/research/capital_markets/ycfaq.html. Acesso em: 16 Mai 2025.

ESTRELLA, A.; HARDOUVELIS, G. A. **The term structure as a predictor of real economic activity**. The Journal of Finance, v. 46, n. 2, p. 555–576, 1991.

ESTRELLA, Arturo; MISHKIN, Frederic S. **The yield curve as a predictor of recessions in the United States and Europe.** In: Bank for International Settlements. The determination of long-term interest rates and exchange rates and the role of expectations. Basel: BIS, 1996a.

ESTRELLA, Arturo; MISHKIN, Frederic S. **The yield curve as a predictor of U.S. recessions.** Current Issues in Economics and Finance, Federal Reserve Bank of New York, v. 2, n. 7, 1996b.

ESTRELLA, Arturo; MISHKIN, Frederic S. **The predictive power of the term structure of interest rates in Europe and the United States: implications for the European Central Bank.** *European Economic Review*, v. 41, p. 1375–1401, 1997.

ESTRELLA, Arturo; MISHKIN, Frederic S. **Predicting U.S. recessions: financial variables as leading indicators.** *Review of Economics and Statistics*, v. 80, p. 45–61, 1998.

GREENSPAN, Alan. **Letter to Congressman Jim Saxson.** Washington, D.C., Nov. 28, 2005. Citado em: HAUBRICH, Joseph G. *Does the yield curve signal recession?* Economic Commentary. Federal Reserve Bank of Cleveland, Apr. 2006. Disponível em: <https://www.clevelandfed.org>. Acesso em: 10 Jun. 2025.

HAMILTON, J. D.; KIM, D. H. **A re-examination of the predictability of economic activity using the yield spread.** *Journal of Money, Credit and Banking*, v. 34, n. 2, p. 340–360, 2002.

HAUBRICH, Joseph G. **Does the yield curve signal recession?** Economic Commentary. Federal Reserve Bank of Cleveland, Apr. 2006. Disponível em: <https://www.clevelandfed.org> Acesso em: 10 Jun. 2025.

HAUBRICH, J. G.; DOMBROSKY, A. M. **Predicting real growth using the yield curve.** *Economic Review*. Federal Reserve Bank of Cleveland, v. 32, n. 1, p. 26–35, 1996.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Sistema de Contas Nacionais Trimestrais.**

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Produto Interno Bruto (PIB) real.** Disponível em: <https://www.ipeadata.gov.br/exibeserie.aspx?serid=38414>. Acesso em: 6 Mai. 2025.

JOHANSSON, Peter; MELDRUM, Andrew. **Predicting recession probabilities using the slope of the yield curve.** FEDS Notes. Washington: Board of Governors of the Federal Reserve System, 1 Mar. 2018. DOI: 10.17016/2380-7172.2146.

MISHKIN, Frederic S. **The Economics of Money, Banking, and Financial Markets.** 11. ed. Boston: Pearson, 2019.

STOJANOVIC, Dusan; VAUGHN, Mark D. **Recession signals: the yield curve as a forecasting tool.** Federal Reserve Bank of St. Louis, Regional Review, p. 10–11, 1997.

TRECE, Juliana; CONSIDERA, Claudio; KELLY, Isabela; GUSMÃO, Arthur. **Datação dos ciclos econômicos brasileiros.** FGV IBRE – Instituto Brasileiro de Economia, Textos para Discussão nº 13, 10 maio 2024. Disponível em: <https://blogdoibre.fgv.br/posts/datacao-dos-ciclos-economicos-brasileiros-de-1970-2023>. Acesso em: 7 jul. 2025.

WOOLDRIDGE, Jeffrey M. **Introductory econometrics: a modern approach.** 5th ed. Mason: South-Western Cengage Learning, 2013.



idn

idp

A ESCOLHA QUE
TRANSFORMA
O SEU CONHECIMENTO