



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
DEPARTAMENTO DE GESTÃO
CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS

MOISÉS FARIAS DO NASCIMENTO

**A ESTRUTURA A TERMO DA TAXA DE JUROS DE TÍTULOS PÚBLICOS
BRASILEIROS DE 2000 A 2019: EXISTE CO-INTEGRAÇÃO ENTRE TÍTULOS
COM DIFERENTES MATURIDADES?**

Caruaru - PE

2019

MOISÉS FARIAS DO NASCIMENTO

**A ESTRUTURA A TERMO DA TAXA DE JUROS DE TÍTULOS PÚBLICOS
BRASILEIROS DE 2000 A 2019: EXISTE CO-INTEGRAÇÃO ENTRE TÍTULOS
COM DIFERENTES MATURIDADES?**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Ciências Econômicas da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof.º Dr. Emanuel de Souza Barros

Caruaru - PE

2019

Catálogo na fonte:
Bibliotecária – Simone Xavier - CRB/4 - 1242

N244e Nascimento, Moisés Farias do.
A estrutura a termo da taxa de juros de títulos públicos brasileiros de 2000 a 2019: existe co-integração entre títulos com diferentes maturidades. / Moisés Farias do Nascimento. – 2019.
71 f. il.: 30 cm.

Orientador: Emanuel de Souza Barros.
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Economia, 2019.
Inclui Referências.

1. Taxas de juros - Brasil. 2. Co-integração - Análise. 3. previsão econômica. I. Barros, Emanuel de Souza (Orientador). II. Título.

CDD 330 (23. ed.) UFPE (CAA 2019-113)

MOISÉS FARIAS DO NASCIMENTO

**A ESTRUTURA A TERMO DA TAXA DE JUROS DE TÍTULOS PÚBLICOS
BRASILEIROS DE 2000 a 2019: EXISTE CO-INTEGRAÇÃO ENTRE TÍTULOS
COM DIFERENTES MATURIDADES?**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Curso de graduação em Ciências Econômicas da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharelado em Economia.

Aprovado em: 18/06/2019

BANCA EXAMINADORA:

Prof.º Emanuel de Souza Barros
(Orientador)
Núcleo de gestão
Universidade Federal de Pernambuco

Prof.º Márcio Miceli Maciel de Sousa
(Examinador interno)
Núcleo de gestão
Universidade Federal de Pernambuco

Prof.º Klebson Humberto de Lucena Moura
(Examinador interno)
Núcleo de gestão
Universidade Federal de Pernambuco

A minha querida avó (in memoriam):

Exemplo de fé, dedicação, caráter e persistência. Mostrou que as verdadeiras recompensas são conquistadas através de esforço e sacrifícios. Mesmo diante de dores insuportáveis sempre sorriu, suas últimas palavras foram: “O Senhor é o meu pastor e nada me faltará.” A essa mulher de uma sabedoria excepcional, que enfrentou a morte bravamente, dedico este trabalho

Moisés Farias do Nascimento.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus! Por seu favor imerecido, pela saúde, pela sabedoria, pela oportunidade de lutar e vencer. Foram sofrimentos, mas também alegrias e sem ele não teria chegado até aqui.

Ao meu pai pelo investimento em minha educação e por me ensinar o real valor das coisas. À minha mãe pelas palavras afáveis e atitudes incisivas. Aos meus pais sou eternamente grato pois sempre lutaram por mim e também me apoiaram de todas as formas, com amor, paciência e muita dedicação.

À minha irmã que sempre me incentivou a lutar pelos meus sonhos, acreditando em minha capacidade e mostrando que se há barreiras elas são transponíveis.

Aos meus professores que tiveram a paciência e a competência de me instruir, contribuindo na minha formação profissional e no meu desenvolvimento pessoal, meus queridos: Educandário Coração de Jesus, Escola Santo Antônio e Universidade Federal de Pernambuco.

Em especial ao meu orientador Professor Emanuel. Um grande amigo, que acreditou em mim, respaldou o meu projeto e sempre esteve disponível para me ajudar. Constantemente busquei soluções e muitas vezes errava, portanto, o pensamento crítico e analítico dele foi de suma importância para a condução deste trabalho.

Ao Instituto de pesquisa econômica aplicada (Ipea), por gentilmente ceder os dados para a realização deste trabalho.

Aos meus colegas da universidade Federal de Pernambuco, por tornar cada momento da vida acadêmica ainda mais especial, revelando que quando um grupo trabalha em consonância em prol de um objetivo, os ganhos são exponenciais.

Finalmente agradeço a todos que auxiliaram no meu crescimento pessoal e profissional. Contribuindo indubitavelmente para a realização deste trabalho.

RESUMO

Este trabalho investiga a dinâmica da estrutura a termo da taxa de juros para o período de 2000 a 2019 analisando as séries temporais dos rendimentos de Letras do Tesouro Nacional com prazos de maturação de 1, 3, 6 e 12 meses. Utilizando como arcabouço teórico as expectativas racionais, a preferência pela liquidez e a segmentação do mercado. A partir da arguição econométrica foi verificado que as taxas de juros de Letras do Tesouro Nacional de diferentes maturidades são co-integradas. Todavia as relações entre as rentabilidades dos títulos foram estatisticamente não significantes no curto prazo e apenas modelos de longo prazo foram estimados. Através dos resultados foi possível inferir que a teoria vigente não consegue explicar satisfatoriamente as relações existentes no mercado de títulos brasileiros. Contudo ao relaxar algumas hipóteses fortes é possível elucubrar uma teoria que explique de modo mais fidedigno a realidade.

Palavras-chaves: Co-integração. Taxa de juros. Expectativas.

ABSTRACT

This work investigates the dynamics of the term structure of the interest rate for the period from 2000 to 2019 through the temporal analysis of yields of National Treasury bills with maturity periods of 1, 3, 6 and 12 months. Using as theoretical framework rational expectations, preference for liquidity and market segmentation. From the econometric analysis it was verified that the interest rates of National Treasury Bills of different maturities are co-integrated. However, the relationship between bond yields was statistically insignificant in the short term and only long term models were estimated. Through the results it was possible to infer that the current theory can not satisfactorily explain the existing relationships in the Brazilian bond market. However, by relaxing some strong hypotheses, it is possible to elucidate a theory that more accurately explains reality.

Keywords: Co-integration. Interest rate. Expectations.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 - Títulos Públicos ofertados pelo Tesouro Direto.....	32
Quadro 2 - Decisões do teste d de Durbin-Watson.....	42
Gráfico 1 - Dispersão entre as LTN12 e as LTN1, com linha de tendência	45
Gráfico 2 - Dispersão entre as LTN12 e as LTN3, com linha de tendência	46
Gráfico 3 - Dispersão entre as LTN12 e as LTN6, com linha de tendência	46
Gráfico 4 - Comportamento da taxa de juros de LTN.....	47
Gráfico 5 - Box plots da taxa de juros de LTN.....	50
Gráfico 6 - Box plots para os dados transformados, taxa de juros de LTN.....	51
Gráfico 7 - Histograma do rendimento de LTN1	65
Gráfico 8 - Histograma em ln do rendimento de LTN1	65
Gráfico 9 - Histograma do rendimento de LTN3.....	66
Gráfico 10 - Histograma do rendimento de LTN3 linearizado.....	66
Gráfico 11 - Histograma do rendimento de LTN6.....	67
Gráfico 12 – Histograma do rendimento de LTN6 linearizado	67
Gráfico 13 - Histograma do rendimento de LTN12.....	68
Gráfico 14 - Histograma do rendimento de LTN12 linearizado.....	68
Gráfico 15 - Curva de rendimentos de LTN na data 01/02/2016	70
Gráfico 16 - Curva de rendimentos de LTN na data 01/02/2019	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Matriz de correlação do rendimento de LTN	47
Tabela 2 - Análise exploratória dos dados	49
Tabela 3 - Teste d de Durbin-Watson	52
Tabela 4 - Teste Breusch-Godfrey (teste LM)	53
Tabela 5 - Teste d de Durbin-Watson após correção da autocorrelação.....	53
Tabela 6 - Testes Dickey Fuller Aumentado (teste ADF).....	53
Tabela 7 - Teste Phillips-Perron.....	54
Tabela 8 - Resultados do Teste de Co-integração de Johansen.....	55
Tabela 9 - Regressão normalizada por Johansen, LTN12 e LTN1	56
Tabela 10 - Regressão normalizada por Johansen, LTN12 e LTN3.....	56
Tabela 11 - Regressão normalizada por Johansen, LTN12 e LTN6.....	57
Tabela 12 - Regressão normalizada por Johansen, LTN12, LTN1, LTN3 e LTN6....	58
Tabela 13 - Resultados do Teste de Co-integração de Johansen, LTN12 e LTN1 ...	69
Tabela 14 - Resultados do Teste de Co-integração de Johansen, LTN12 e LTN3...	69
Tabela 15 - Resultados do Teste de Co-integração de Johansen, LTN12 e LTN6...	69

LISTA DE SIGLAS

ETTJ	Estrutura a Termo da Taxa de Juros
HER	Hipótese das expectativas racionais
IPEA	Instituto de pesquisa econômica aplicada
LTN	Letras do Tesouro Nacional ou Tesouro Prefixado
LTN1	Tesouro Prefixado com vencimento em 1 mês
LTN3	Tesouro Prefixado com vencimento em 3 meses
LTN6	Tesouro Prefixado com vencimento em 6 meses
LTN12	Tesouro Prefixado com vencimento em 12 meses
STN	Secretaria do Tesouro Nacional

“Não conte vantagem a respeito dos seus planos para o futuro, pois você não sabe o que vai acontecer amanhã.”

(Provérbios 27:1 NTLH)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	JUSTIFICATIVA.....	15
1.2	OBJETIVOS.....	16
1.1.1	Objetivo geral	16
1.1.2	Objetivos específicos	16
1.3	DIVISÃO DO ESTUDO.....	16
2	FUNDAMENTOS TEÓRICOS	17
2.1	O ESTUDO DAS EXPECTATIVAS NA ECONOMIA.....	17
2.2	A PREFERÊNCIA PELA LIQUIDEZ.....	25
2.3	A ESTRUTURA A TERMO DA TAXA DE JUROS.....	29
2.4	O MERCADO MONETÁRIO NO BRASIL.....	31
3	METODOLOGIA	36
3.1	ÁREA DE ESTUDO.....	36
3.2	BASE DE DADOS.....	36
3.3	MODELO TEÓRICO.....	37
3.4	MODELO ECONOMETRICO.....	41
3.4.1	Modelagem econométrica de séries temporais	41
4	RESULTADOS	45
4.1	ANÁLISE DESCRITIVA.....	45
4.2	ANÁLISE DO MODELO EMPÍRICO.....	51
4.2.1	Testes de detecção de correlação serial	52
4.2.2	Testes de raiz unitária	53
4.2.3	Teste de co-integração de Johansen	54
4.2.4	Regressão normalizada por Johansen	56
5	CONCLUSÕES E SUGESTÕES	59
	REFERÊNCIAS	61
	APÊNDICE A – HISTOGRAMAS DE LTN	65
	APÊNDICE B – TESTE DE CO-INTEGRAÇÃO COM DUAS VARIÁVEIS	69
	APÊNDICE C – CURVA DE RENDIMENTOS	70

1 INTRODUÇÃO

Este estudo teve início com a necessidade de investigar o mecanismo de propagação de ativos financeiros ao longo da curva de rendimento para o Brasil durante o período de 2000 a 2019, ligado ao último ciclo econômico do país. Analisando como os títulos públicos em diferentes maturidades interagem entre si, pode-se observar como o mercado financeiro brasileiro de títulos reagiu às diferentes fases do ciclo de expansão e recessão da economia. Todavia, esse trabalho não se restringe apenas a uma análise do campo intelectual, mas realiza estimativas de ordem prática, para verificar a validade das premissas no mercado de título brasileiro.

A Secretaria do Tesouro Nacional (STN) foi criada em 1986, com o objetivo de aprimorar as finanças públicas, administrando e controlando as receitas e as despesas federais. No ano de 1993, a STN passou a gerir toda a dívida pública federal interna e externa, sendo reforçada posteriormente, com a imposição de não monetização da dívida pública por parte do Banco Central (BC). Os títulos emitidos pelo Tesouro Nacional são ofertados inicialmente em leilões realizados pelo BC e pela Central de Custódia e de Liquidação Financeira de Títulos Privados (CETIP), que também são custodiantes desses papéis. Pessoas físicas e jurídicas não podem adquirir diretamente tais títulos, pois só os *dealers*¹ estão aptos a participar dos leilões. Os títulos públicos também podem ser entendidos como um instrumento de política econômica, atuando no controle da quantidade de moeda e no financiamento do déficit orçamentário (ASSAF, 2017).

Pensando no desenvolvimento do mercado secundário de títulos públicos, o Tesouro Direto foi criado em 2002 através da parceria entre a STN e a BM&F Bovespa, objetivando a compra e a venda de títulos públicos para pessoas físicas. Os títulos ofertados possuem diferentes prazos, taxas de juros e fluxos de remuneração e é considerado uma das formas mais democráticas de investimento, permitindo aplicações a partir de R\$ 30,00 no mercado fracionário. Por sua acessibilidade e por oferecer diversas opções de investimentos, adequa-se facilmente ao portfólio dos agentes econômicos. Os títulos de dívida pública trata-se especificamente de uma das

¹ Dealers: Palavra inglesa que significa negociante, são instituições financeiras credenciadas pelo Tesouro Nacional, habilitadas no Sistema de Liquidação e Custódia (Selic). Atualmente o Tesouro Nacional possui 12 dealers, 9 bancos e 3 corretoras.

aplicações de menor risco do mercado, apresentando alta liquidez e possibilitando a realização de planejamentos financeiros (STN, 2019).

Os títulos públicos pertencem ao grupo dos ativos de renda fixa, pois todas as condições oferecidas pelos papéis são conhecidas a priori por seu titular. Eles podem ser prefixados quando os juros totais são definidos por todo o período da operação ou pós-fixados quando o fluxo de renda é determinado segundo uma fórmula específica, possuindo uma parcela de juros fixa e a outra parcela definida com base num indexador futuro. Em todo caso, a fórmula de pagamento é conhecida com antecedência, e a incerteza quanto aos fluxos de caixa são mínimas, pois a capacidade creditícia do emissor do título é inquestionável. Ativos de renda variável, como ações, não apresentam rendimentos definidos, dadas suas altas volatilidades/altos riscos. Investidores com um perfil mais conservador preferem os ativos de renda fixa, pois possuem menor volatilidade e certeza de ganhos (BODIE; KANE; MARCUS, 2016; LIMA 2018; STN, 2019).

Deve-se salientar que, mesmo em ativos de renda fixa, a rentabilidade precisa ainda é desconhecida, pois as taxas de juros e os preços variam ao longo do tempo. Durante o prazo de maturação, o preço do título é definido pelas condições de mercados, em especial pelas expectativas quanto ao comportamento da taxa de juros de política. Assim, em caso de resgate antecipado o título poderá ser negociado em ágio ou deságio. Diante deste quadro, as expectativas dos agentes serão fundamentais para a escolha e a manutenção de seus portfólios. Em caso de papéis prefixados, sabe-se exatamente o valor que será recebido ao final de prazo de maturação, pois será a mesma rentabilidade que foi acordada no momento da compra do título. Contudo, os papéis prefixados incorrem em maior risco que os títulos pós-fixados e são indicados quando há expectativas de que as taxas de juros futuras serão menores (STN, 2019).

Considerando que o debate a respeito do tema é deveras extenso, este trabalho aborda os títulos públicos como uma alternativa segura e eficiente para o planejamento do consumo futuro. No decurso do tempo a partir difusão da educação financeira no país, deverá ocorrer o aumento da demanda por títulos financeiros. Os resultados preliminares apontam que há co-integração entre títulos com diferentes maturidades, indicando que no mercado desses papéis existe uma interação intertemporal.

1.1 JUSTIFICATIVA

Por intermédio do mercado financeiro, as políticas pública e macroeconômica de um dado governo afetam as decisões temporais da população no geral. Variações nas taxas de juros modificam a capacidade de tomar empréstimos e determinam como será o bem-estar futuro das pessoas. Já o investimento, que é o principal componente da demanda agregada, também é influenciado pelos movimentos de taxas de juros, que alteram o mercado de crédito e os retornos dos ativos financeiros. A taxa de juros remodela as expectativas dos agentes e conseqüentemente altera suas ações no curto e longo prazo, podendo retratar até a conjuntura e a estrutura econômica do país (DORNBUSCH; FISCHER; STARTZ, 2013).

Para Adam Smith, a riqueza das nações está no consumo e na sua produção. Portanto, a geração de riqueza acontece no setor produtivo da economia, cujo objetivo final é o lucro. Logo, a compra de ativos financeiros no mercado secundário representa apenas a simples transferência de riqueza. Economicamente falando, o termo investimento remete à ideia de formação bruta de capital fixo ou a ampliação de estoques, que é constituído através do capital produtivo. Contudo, pode-se derivar uma outra categoria relacionada ao capital financeiro: o investimento financeiro. Este pode ser definido como a aplicação de recursos ao longo do tempo, na expectativa de auferir-se ganhos de capitais ou juros.

A principal função do mercado financeiro é promover a intermediação financeira eficiente entre os agentes superavitários e os agentes deficitários, minimizando o tempo, as taxas e os custos, fomentando os recursos necessários ao setor produtivo. Nesse sentido, a taxa de juros é um fator de equilíbrio da economia, e orienta as decisões de emprestar e de tomar emprestado entre os agentes econômicos. Através da taxa de juros, pode-se observar a relação fraca ou forte, entre o setor financeiro e o setor real da economia.

Nesse sentido, este trabalho se justifica pelo fato de identificar as relações intrínsecas entre as expectativas, os riscos e os rendimentos auferidos ao longo do tempo, como constatação de que o sistema financeiro de títulos, funciona conforme a teoria econômica atualmente em vigor.

Os movimentos das taxas de juros descrevem possíveis ganhos e auxiliam na tomada de decisões dos agentes, mas além disso podem prever recessões

econômicas. A exemplo da Crise financeira do *subprime* desencadeada em 2007, sinalizada por uma inversão da curva de rendimentos de títulos do tesouro do EUA.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Analisar se as taxas de juros de curto prazo modificaram as taxas de juros de longo prazo no período compreendido entre abril de 2000 e abril de 2019.

1.1.2 Objetivos específicos

Com a finalidade de investigar possíveis soluções para o problema de pesquisa, o presente estudo tem três objetivos específicos:

- a) realizar comparações gráficas entre as Letras do Tesouro Nacional com vencimentos de 1 mês, 3 meses, 6 meses e 1 ano;
- b) verificar se as taxas de juros dos títulos são co-integradas;
- c) estimar o modelo que melhor se adequa ao curto prazo e ao longo prazo.

1.3 DIVISÃO DO ESTUDO

Este trabalho encontra-se dividido em 5 capítulos incluindo essa introdução. Na sequência o capítulo 2 mostra o levantamento bibliográfico fornecendo o suporte teórico do trabalho. No capítulo 3 é explicado a metodologia utilizada na pesquisa, a área de estudo, a base de dados, o modelo teórico e o modelo econométrico. No capítulo 4 é apresentado os resultados obtidos através de análises econométricas. O capítulo 5 finaliza a pesquisa mostrando as conclusões do trabalho.

2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Este capítulo contém conceitos fundamentais que delinearão o presente estudo. Na primeira seção, é descrita as teorias das expectativas, através de uma perspectiva evolucionista histórica. Mostrando as dificuldades iniciais da utilização do método analítico no exame das expectativas, chegando até o ápice com a hipótese das expectativas racionais. Na segunda seção é introduzido o complexo pensamento de Keynes, através da teoria da preferência pela liquidez, que ao admitir a existência de assimetria informacional, revela a heterogeneidade, das expectativas subjetivas e objetivas, perfazendo de tal maneira lacunas deixadas pelas teorias das expectativas, formadas anteriormente. Na terceira seção é apresentada a estrutura a termo da taxa de juros, que por fim, explica como as taxas de juros de curto prazo, modificam as taxas de juros que remuneram ativos financeiros de longo prazo. Para isso, aglutina-se a hipótese das expectativas racionais com a teoria da preferência pela liquidez. Na quarta e última seção é apresentando o mercado e os riscos associados à títulos de renda fixa.

2.1 O ESTUDO DAS EXPECTATIVAS NA ECONOMIA

A tomada de decisões é o fundamento da ciência econômica. Os agentes econômicos constantemente fazem escolhas. Apesar de rotineiro, optar pela melhor decisão não é fácil, dado que, os recursos são escassos, as informações são imperfeitas e as consequências são intertemporais. Escolhas sob incerteza levam os agentes a formarem expectativas a respeito de fatos que podem ou não, serem confirmados no futuro. As expectativas podem ser subdivididas, em subjetivas e objetivas, visto que, as decisões individuais estão condicionadas pelas decisões coletivas.

A incerteza é um conceito que está atrelado a vida, e se mostra inerente a análise econômica. O único momento no qual a certeza pode ser verificada é em eventos do passado, que não são passíveis de modificação. Os agentes formam suas expectativas com base numa distribuição de probabilidades, de acordo com o estoque de conhecimento disponível. Apesar de aparentemente subjetivo, o estudo das expectativas é imprescindível para a explicação dos fenômenos econômicos. Diversas

escolas do pensamento, desenvolveram hipóteses e teorias, objetivando esclarecer as causas, as consequências, e os comportamentos diante das incertezas relacionadas ao futuro. As decisões de mercado normalmente são regidas pelo paradigma da hipótese das expectativas racionais, supondo que os agentes aprendam constantemente com seus erros, remodelando suas previsões e procurando maximizar as informações.

De acordo com Alfred Marshall (1890), a economia é dinâmica e hipóteses estáticas e fragmentárias são utilizadas temporariamente, até o surgimento de hipóteses que explicam de modo fidedigno a realidade. O elemento tempo é retratado por ele como uma das principais dificuldades nas investigações econômicas. Uma de suas principais contribuições foi a introdução das concepções de curto prazo e longo prazo. Ele também desenvolveu o estático modelo do equilíbrio geral, que apesar da simplicidade, contribui significativamente para a evolução da ciência econômica. Porém como o próprio autor reconhece, a economia não pode ser explicada estaticamente. Marshall compara as leis econômicas como leis das marés, pois a economia está sujeita as ações humanas, que por sua vez são variadas e incertas, o que confere a ciência econômica inexatidão e complexidade.

Frank Knight (1921), desenvolveu nesse sentido, um importante trabalho que evidenciou a complexidade da utilização da ferramenta analítica na economia, em especial nos aspectos que perfazem as decisões dos agentes. Esse estudo foi importante, pois além de mostrar as barreiras, diante da inexatidão do objeto, esclareceu que seria possível superá-las, e ainda assim derivar um modelo que fosse capaz de descrever de alguma forma a ação humana. Se há expectativas pressupõe-se um certo nível de incerteza. Knight formulou uma teoria, na qual abordou o lucro como uma variável que só se torna conhecida após a tomada de decisão do agente econômico, de tal modo, o lucro está intimamente associado com a incerteza. Um ponto importante levantado por esse estudo foi a diferenciação feita entre o risco e a incerteza. O risco é descrito através de um conjunto de probabilidades com valores determinados, portanto, o risco é probabilístico, e pode ser quantificado. Já à verdadeira incerteza, refere-se à completa escassez de conhecimento, ela é imensurável, e apresenta um conjunto de probabilidades indeterminadas.

Existem dois tipos de probabilidades mensuráveis, a probabilidade a priori, que descreve eventos aleatórios e fica situada no plano lógico das proposições

matemáticas e a probabilidade estatística, que é uma generalização de eventos empíricos, baseada na análise indutiva de casos observados no passado. Já a probabilidade imensurável, é caracterizada como um processo intuitivo, no qual os agentes formam suas previsões sem o rigor lógico estrito à inferência. Assim a escassez de conhecimento, sobre os eventos futuros, pode impossibilitar até mesmo a formação de expectativas e as decisões serão tomadas instintivamente (ANDRADE, 2011).

De acordo com Ferreira (2014), numa sociedade, na qual o processo produtivo apresenta um certo nível de competitividade, sob a lógica capitalista. A decisão dos agentes se resume em aplicar seus recursos no setor produtivo, onde tem risco e incerteza, ou aplicar parte ou todos os recursos no setor financeiro, sob condições de risco probabilístico e receber juros, que normalmente são menores que os lucros.

O desenvolvimento de teorias consistentes de expectativas, dado sua complexidade, foi o principal objetivo de diversos economistas, que possivelmente observaram a necessidade de aglutinar-se com outras ciências. Entre os principais estudos destaca-se, a teoria da teia de aranha. Nesse modelo a demanda depende apenas dos preços correntes. Já a oferta é ajustada pela decisão da firma, de quanto se produzir no período anterior, que é baseada no preço esperado. O teorema da teia de aranha pressupõe que os preços esperados são exatamente os preços correntes. Portanto, as expectativas permaneceriam inalteradas ao longo do tempo. Significando que os agentes cometem erros sistemáticos e jamais aprenderão com os seus erros, o que na realidade é uma hipótese pouco provável. Apesar de suas fraquezas teóricas, esse modelo foi de suma importância, servindo como base, para o desenvolvimento de diversos estudos subsequentes (VELASCO, 2002).

Metzler, desenvolveu a teoria das expectativas extrapolativas, como uma alternativa à teoria da teia de aranha. Ele trabalhou com o objetivo de considerar a tendência mais recente dos preços, introduzindo um coeficiente de expectativas, conhecido como coeficiente de Metzler. Nessa teoria as expectativas são formadas, a partir dos preços correntes, somados com a variação observada do nível de preços que é multiplicada pelo coeficiente de Metzler. Tratando-se claramente de uma versão melhorada de sua predecessora. Algo bem notório, já que, quando o coeficiente de Metzler se igualava a zero, o modelo tornava-se totalmente conversível na estática

teoria da teia de aranha. Porém diante da escassez de teorias concorrentes, esse modelo foi amplamente utilizado na economia (CARVALHO, 1973).

A teoria das expectativas extrapolativas foi substituída pela teoria das expectativas adaptativas. Baseada no conceito de elasticidade de Hicks, e supõe que os indivíduos refaçam suas expectativas de acordo com suas experiências mais recentes, tratando-se de um processo adaptativo. Nesse modelo as expectativas são formadas pelas previsões do período passado acrescidas dos seus respectivos desvios. Por sua flexibilidade e aplicabilidade empírica, tornou-se o pilar de vários estudos econômicos, sendo utilizada em diversos casos e em diferentes situações. Diante da simplicidade de se trabalhar com expectativas retrospectivas, esse modelo foi muito utilizado por formuladores de política econômica (CARVALHO, 1973).

O tratamento estático provocou um abismo entre a ciência econômica e a realidade. A introdução das expectativas conferiu a análise econômica dinâmica temporal, assim as variáveis que afetam o curto prazo podem também influenciar a longo prazo. Esses modelos, foram cruciais para evolução do estudo das expectativas. Todavia ainda existiam barreiras a serem superadas, que não ficaram evidentes, diante da aceitação empírica da hipótese das expectativas adaptativas. No contexto de aprimoramento da política econômica, ganhou força uma nova teoria, a hipótese das expectativas racionais. O estudo da política econômica, se faz necessário na medida em que, conecta o setor produtivo ao setor financeiro e modifica as expectativas dos agentes.

Conforme Figueroa (2015), a política econômica, é a ação que descreve o comportamento dos formuladores de política, que a partir da análise microeconômica, das preferências dos indivíduos e da firma, derivam uma preferência social. Nesse sentido Jan Tinbergen (1952), desenvolveu uma ferramenta de extrema importância para os formuladores de política econômica, que ficou conhecida como esquema de Tinbergen.

Tinbergen (1952) descreve três elementos centrais que conduzem a uma política eficiente:

- a) a estrutura econômica, é o comportamento macroeconômico da economia. Os parâmetros estruturais, mostram a relação entre instrumentos e metas. Em síntese descreve o comportamento das expectativas dos agentes;

- b) os instrumentos de política, são variáveis de fácil controle, calibradas pelo formulador de política econômica e geram impactos diretos sobre o bem-estar social. É determinado endogenamente e o seu valor é a solução do problema de política;
- c) as metas de política, no geral buscam maximizar o bem-estar social. São escolhidas de acordo com as soluções factíveis, restrita aos instrumentos disponíveis e a estrutura econômica.

De acordo com Licha (2015), o esquema de Tinbergen, considera um sistema linear de equações para à análise teórica do problema de política econômica, e a solução do sistema é a quantidade ideal de utilização do instrumento de política. As metas e a estrutura econômica são variáveis exógenas ao modelo e a quantidade de metas deve corresponder a quantidade de instrumentos linearmente independentes. Na solução eficiente no sentido de Tinbergen, os instrumentos de políticas são adequados e alcançam com eficiência as metas da política, dada a estrutura econômica. Não há perdas sociais, e o bem-estar social é maximizado, sendo eficiente no sentido de Pareto.

Tinbergen trabalhou segundo o paradigma Neoclássico, com base em expectativas retrospectivas. A estrutura econômica no esquema de Tinbergen é exógena ao modelo, portanto as expectativas dos agentes são independentes dos instrumentos de política. Anos mais tarde esse seria um dos pontos abordados pela crítica de Lucas, que preparou o caminho para introdução do novo consenso de política monetária. A solução do modelo de Tinbergen, é uma solução ótima do ponto de vista da política econômica. Porém só é aplicável em um caso extremamente específico, na qual o formulador de política dispõe dos instrumentos de política necessários e de informações precisas quanto a estrutura econômica. Geralmente os formuladores de política não dispõem de todos os instrumentos necessários, além de não saberem o exato efeito dos instrumentos sobre as metas, pois existe incerteza, seja ela em relação ao modelo utilizado, aos dados obtidos ou em relação aos parâmetros estruturais.

Conforme Licha (2015), quando há incerteza, a escolha dos instrumentos de política deve considerar além da estrutura econômica, a importância e a natureza dos choques, que são eventos inesperados, caracterizados como desvios das esperanças dos agentes. As metas de política tornam-se variáveis aleatórias, porém com

distribuição de probabilidade conhecidas. Há dois tipos de incerteza que influenciam a estrutura econômica, a incerteza aditiva que tem um efeito linear e a incerteza multiplicativa que altera os parâmetros estruturais. A incerteza aditiva, pressupõe que os choques, não alteram a estrutura econômica, sendo considerados ruídos brancos, por não possuírem autocorrelação e o formulador de política calibra o seu instrumento de acordo com o princípio de equivalência de certeza, ou seja, ignora-se a incerteza. Já no caso da incerteza multiplicativa, os choques são autocorrelacionados e modificam as expectativas dos agentes, portanto há alterações nos parâmetros estruturais, e os instrumentos de política devem ser utilizados com cautela, conforme a variância da estrutura econômica, que está sujeita aos choques.

O princípio de equivalência de certeza, concedeu os subsídios necessários para John Muth (1961), desenvolver a hipótese das expectativas racionais (HER), que superou as limitações teóricas presentes nos demais estudos. Essa mudança no pensamento vigente, ocorreu de modo gradual em virtude dos resultados obtidos pelas expectativas adaptativas e da possibilidade de invalidar trabalhos embasados em outras teorias. A HER faz uma abordagem dinâmica de como as expectativas são alteradas segundo variações na quantidade de informação disponível. Nesse modelo as expectativas são prospectivas (*forward looking*), alicerçada no argumento da escassez de informação, alcançou o status hegemônico a partir dos estudos de Robert Lucas. Por sua robustez teórica e aplicabilidade empírica tornou-se unanimidade entre os economistas.

Suposições do modelo analítico da HER:

- a) as perturbações aleatórias são normalmente distribuídas;
- b) existe equivalência de certeza, para as variáveis a serem previstas;
- c) as equações dos sistemas incluindo as fórmulas, são lineares.

Ainda segundo o autor, qualquer realização de uma das suposições acima automaticamente implicará na sustentação das outras duas.

Curiosamente as expectativas nunca foram consideradas como um modelo racional dinâmico, porém a racionalidade era assumida em todos os outros aspectos do comportamento empreendedor. Teoricamente há motivos para se trabalhar com a racionalidade, primeiramente é um princípio aplicável em todos os problemas dinâmicos, assim as formações de expectativas são iguais em todos os mercados; em

segundo lugar expectativas racionais é uma suposição mutável (vieses sistemáticos, informações incompletas e incorretas), podendo ser examinada com métodos analíticos baseado na racionalidade (MUTH, 1961).

Pressupostos empíricos do modelo de expectativas racionais:

- a) os preços futuros são estocásticos, então existe incerteza e erros aleatórios são normais;
- b) as previsões não apresentam vieses e o preço esperado é endógeno, pois depende dos preços futuros e da estrutura econômica;
- c) os instrumentos de política, exerce influência sobre as expectativas dos agentes, portanto a estrutura econômica é endógena;
- d) toda informação disponível é utilizada, portanto não há espaço para erros sistêmicos, assim o princípio da racionalidade é mantido.

Conforme Muth (1961), ao comparar a relevância empírica das teorias da teia de aranha, das expectativas extrapolativas e das expectativas adaptativas, constata-se que os resultados obtidos são plausíveis e satisfatórios, quando há incerteza aditiva. Porém diante da incerteza multiplicativa, a HER torna-se imprescindível, enquanto que as demais teorias mostram resultados equivocados. Se os choques são autocorrelacionados, as expectativas serão alteradas, pois não há espaço para erros sistêmicos. Portanto, se os agentes são racionais, os desvios de suas esperanças serão anexados a estrutura econômica. A HER proporciona os subsídios necessários para a análise econômica tanto com incerteza aditiva quanto com incerteza multiplicativa.

Com base na HER, Lucas (1973) desenvolveu um modelo, ressaltando que o comportamento da política econômica pode gerar incertezas e provocar erros de previsão, o que leva a desvios temporários no produto. Já no longo prazo o produto efetivo será igual ao potencial, assim, o papel da política é de suavizar os ciclos econômicos. Certamente, para que o instrumento de política tenha efeito será necessário haver um certo nível de rigidez nominal, pois ela permite que haja defasagem nos contratos. Se os contratos forem flexíveis os choques não tem o potencial de alterar o produto e haverá neutralidade da moeda. Portanto quanto maior for a rigidez maior será o efeito da política, caso anunciada ela não terá efeito algum sobre o nível de atividade, apenas gerará inflação, pois os agentes são racionais e

maximizam toda informação disponível. Todavia se houver uma política que induza a erros sistêmicos de previsão, esta provocará perdas frequentes de bem-estar, já que os agentes tomarão inúmeras decisões equivocadas.

Segundo Lucas (1976), a política econômica deveria ser utilizada com cautela, já que o uso dos instrumentos de política, modifica os parâmetros estruturais da economia, alterando também as estimações do modelo econométrico. Ele formulou uma crítica destrutiva aos trabalhos apoiados na hipótese das expectativas adaptativas, que consideravam haver uma independência entre a estrutura econômica e o instrumento de política, o que impossibilitava uma estimação adequada dos parâmetros estruturais. Assim, a contestação desse modelo, era fundamentada na impossibilidade de fazer previsões corretas.

A crítica de Lucas obteve sucesso, pois os modelos econométricos baseados em expectativas adaptativas, de fato possuíam erros de especificação, que ficaram evidenciados a partir dos anos 1970, através de uma série de políticas monetárias equivocadas. Ao constatar que a política econômica afeta as previsões dos agentes, de tal modo, que a estrutura econômica é determinada endogenamente, a hipótese das expectativas racionais consolidou-se como um novo paradigma da ciência econômica (LICHA, 2015).

A HER, tem como premissa, que a atuação dos agentes no mercado acontece a partir da maximização da informação disponível, dado que, as expectativas subjetivas, coincidem com a verdadeira probabilidade das variáveis. Como as informações são imperfeitas erros de previsão são inevitáveis, porém, não ocorrem de forma sistêmica, já que, os agentes aprendem com suas experiências constantemente. Contudo a situação do mercado é desconhecida em sua totalidade, apenas quando as expectativas são transformadas em atos é que se pode determinar o comportamento do mercado. Para Lucas, a HER, é a mais certa e eficiente teoria das expectativas (GLEISER, 2002).

A análise temporal é fundamental para a compreensão dos fenômenos econômicos, pois só assim, surgem questões relacionadas com expectativas e incertezas. Na hipótese de existência de informações perfeitas, não haveria o componente estocástico.

De acordo com a teoria das expectativas racionais, os indivíduos são maximizadores de informação. Contudo, a hipótese da racionalidade não considera o

fato, de que, grande parte das decisões humanas acontecem automaticamente, sem o rigor do pensamento analítico, já que, muitas vezes o ser humano, deixa de ser racional e age emocionalmente. Consequentemente, a não racionalidade de um único agente pode ferir os pressupostos do modelo gerando indeterminações. Todavia, o pensamento Keynesiano, considera a heterogeneidade das expectativas e ressalta a existência de assimetria informacional, tal que, as expectativas subjetivas não convergem rapidamente para expectativas objetivas. Logo, algumas incongruências da HER podem ser superadas.

2.2 A PREFERÊNCIA PELA LIQUIDEZ

O pensamento Keynesiano, surgiu e se solidificou a partir da tentativa de explicar a depressão dos anos 1930, provocada pela queda da Bolsa de valores de Nova Iorque. Ele trabalhou com a ideia de não neutralidade da moeda. Contrapondo-se ao paradigma neoclássico vigente na época, que postulava o setor produtivo independente do setor financeiro. Keynes mostrou que a taxa de juro, além de ser o preço que equilibrava o mercado monetário, alterava as preferências de consumo e investimento. Apesar de não ter desenvolvido uma teoria para as expectativas ele ressaltou o papel delas, mostrando que o estado de confiança do empreendedor é determinante para o nível de investimento, e que a incerteza induz ao aumento da preferência pela liquidez.

Segundo Keynes (1936), a moeda é um ativo que possui liquidez por excelência, abrindo um leque de opções, transmitindo segurança e flexibilidade nas decisões dos agentes. Portanto, quanto maior for a incerteza maior será a demanda por ela. Assim, a manutenção de dinheiro é vista como uma alternativa à acumulação de títulos públicos, que rende uma compensação pecuniária. Todavia os juros é a recompensa por não entesourar e a demanda por moeda é inversamente proporcional ela. Para Keynes é determinada através da política monetária e pela preferência pela liquidez.

Conforme o autor há três motivos para demandar moeda:

- a) motivo-transação: existe retenção de moeda, pois há um intervalo de tempo entre o recebimento da renda e seu desembolso em compromissos já firmados. Esse motivo pode ser subdividido em motivo-renda, que envolve

as contas ativas das famílias, e o motivo-negócios, que engloba as contas ativas da firma;

- b) motivo-precaução: manter encaixes monetários é justificado em função das contingências inesperadas. Como oportunidades de compra e as possibilidades de firmar no futuro obrigações estipuladas em dinheiro;
- c) motivo-especulação: há preferência pela liquidez, diante da possibilidade de surgir oportunidades especulativas no mercado financeiro. Pois há incerteza quanto a taxa de juros futura. Considerando expectativas de uma desvalorização de títulos no futuro, a atitude mais sensata é reter moeda e comprar posteriormente os papéis em deságio².

De acordo com Keynes (1936), o motivo-transação e o motivo precaução, estão relacionados com a velocidade-renda da moeda e não leva em conta o papel da taxa de juros. Já o motivo especulação requer um estudo mais detalhado, do que os outros motivos, por ser menos compreendido e por ter importância na transmissão dos efeitos de uma variação no estoque de moeda, sendo associado diretamente com a taxa de juros.

A teoria da preferência pela liquidez, explica que a demanda por ativos financeiros ou moeda, ocorre em função da incerteza quanto ao futuro das taxas de juros. Portanto a demanda especulativa por moeda sempre acontece quando, há expectativas de que a taxa de juros se eleve no futuro. É fácil perceber que o preço do mercado de títulos depende da taxa de juros. Títulos financeiros são demandados pois o possuidor dos papéis tem o direito de auferir juros. Logo, quanto maior for o rendimento esperado de um ativo, maior será a sua demanda e maior será o seu preço. Um título federal, representa a promessa do pagamento do principal e dos juros, todavia, deve-se considerar alguns pontos. O primeiro é que na economia mais vale o dinheiro hoje do que amanhã. O segundo é a incerteza que rodeia as decisões orientadas por expectativas (CARVALHO et al, 2015)

O motivo especulação possibilita que, alterações na taxa de juros corrente provoque variações nos preços de títulos, alterando a demanda por moeda. Segundo Keynes (1936), as variações na taxa de juros podem ser provocadas por mudanças

² Diante da volatilidade das taxas de juros, o deságio de títulos, pode significar boas oportunidade de negócios para novos investidores e péssimos negócios para quem optar por resgates antecipados.

na oferta de moeda e por mudanças nas expectativas³, o que afeta diretamente a preferência pela liquidez.

Quando as operações de mercado aberto se limitam à compra de títulos de vencimento muito próximo, o seu efeito pode, evidentemente, limitar-se à simples taxa de juros a prazo muito curto e provocar apenas ligeira reação sobre as taxas de juros a longo prazo, que são muito mais importantes (KEYNES, 1936, p.199).

Segundo o autor, as operações do mercado aberto modificam as taxas de juros, pois elas alteram a quantidade de moeda e remodelam as expectativas dos agentes quanto ao futuro da política monetária. A taxa de juros corrente pode ser controlada com certa facilidade pelo formulador de política econômica, pois ela depende apenas da ação da política monetária. Porém, as decisões de curto prazo, remodelam as previsões, o que por sua vez acaba alterando a taxa de juros de longo prazo, que depende das expectativas do mercado e da política monetária. Portanto as operações de compras de títulos de vencimentos próximos, também influenciam as taxas de juros que remuneram os ativos de prazos mais longos. Todavia se os agentes consideram que a política econômica não será sustentada, ela poderá falhar no objetivo de modificar consideravelmente a taxa de juros de longo prazo.

Keynes (1936) ressalta três pontos que limitam a atuação da política monetária, no sentido de controlar as taxas de juros de diferentes prazos e riscos:

- a) quando a própria autoridade monetária limita sua atuação a operações em que negocia apenas com um tipo de título, com determinado prazo e risco;
- b) a impossibilidade da taxa de juros baixar a certo nível, em virtude de fatores como, rigidez dos contratos ⁴ e preferência pela liquidez. Quando a taxa de juros é reduzida a certos níveis, em que a preferência pela liquidez se torna absoluta⁵. Nesse caso, a autoridade monetária perde o controle efetivo sobre a taxa de juros;
- c) em meio a expectativas extremamente pessimistas. As autoridades monetárias perdem a capacidade de influenciar nas decisões dos agentes,

³ As expectativas de curto prazo são caracterizadas por um certo nível de certeza, já as expectativas de longo prazo são caracterizadas pelo estado de confiança. A escassez do conhecimento relacionado ao futuro, afeta o estado de confiança dos agentes e altera as expectativas de longo prazo.

⁴Para Keynes a rigidez dos contratos é um fenômeno eminentemente monetário. Pois para o autor a rigidez está intrinsecamente associada as características que atribuem liquidez a moeda.

⁵ Quando a demanda por moeda se torna inelástica e não responde mais aos incentivos dados pela taxa de juros, ocorre a armadilha de liquidez.

seja para conservar títulos de curto ou longo prazo, ou para conservar haveres monetários.

Para Keynes (1936), o importante não é o valor da taxa de juros em si, porém, o seu grau de divergência da taxa de juros que os agentes julgam ser um nível seguro, o que leva em conta o risco probabilístico. Quando as informações modificam as expectativas dos agentes de forma simétrica, a taxa de juros se ajusta automaticamente, sem haver a necessidade de transações no mercado financeiro. Porém quando as variações de informações forem interpretadas de modo diferente pelos indivíduos, a taxa de juros será modificada pelo aumento do volume de títulos transacionados. Assim para cada conjunto de circunstâncias e expectativas haverá um conjunto de taxa de juros apropriada, vigorando para os diferentes tempos de maturação.

Conforme a teoria da demanda especulativa por moeda, quando os investidores criam expectativas de um aumento da taxa de juros no futuro, eles preferem reter moeda e posteriormente comprar os papéis em deságio. Todavia, as expectativas quanto ao comportamento da taxa de juros dependem do nível que cada agente julga como normal. Conseqüentemente, um agente pode considerar que a taxa de juros está acima de seu nível normal, enquanto outro agente possui uma interpretação oposta (CARVALHO, 2015).

Na teoria keynesiana, se não houvesse incerteza, não existiria preferência pela liquidez e toda a demanda por moeda seria convertida em títulos. Pois, não faria sentido a manutenção de encaixes monetários para satisfazer possíveis especulações no mercado financeiro. Se considerada a hipótese extrema de não haver incerteza, todos os ativos financeiros deverão ter a mesma taxa de rendimento, uma vez que, os agentes conhecem os fluxos de caixa oferecidos pelos títulos, comprarão aquele que auferir melhor remuneração, e no equilíbrio todos os rendimentos serão os mesmos. Para Keynes, essa hipótese é impossível, pois o mundo está permeado de incerteza. Assim, os agentes geralmente são cautelosos e buscam arbitrar o risco, isto é, compram e vendem ativos em busca de um ganho certo, mesmo que isso implique em sacrificar possíveis lucros (VARIAN, 2016).

É a questão da incerteza. Para Keynes, a maior parte das coisas que dão certo ou errado, em economias de mercado, vem do fato de que as pessoas são ignorantes em relação ao futuro. O lado ruim disto é a magnificação da importância das expectativas nas questões de natureza econômica (GLEISER, 2002, p.134).

Conforme Simonsen (1981), se ao falar de expectativas racionais, for enfatizada apenas a noção de que os agentes econômicos usam da melhor forma possível toda informação disponível para prever o futuro, não há nenhuma diferença entre Keynes e os novos clássicos, que tomaram para si o rótulo das expectativas racionais. Afinal não seria nada sensato supor que os agentes errem de propósito. A diferença consiste na complexidade da análise. Os novos clássicos apesar de aceitarem que as informações são imperfeitas, recorreram a hipótese de que todos os agentes dispõem do mesmo conjunto de informações e que a informação disponível é interpretada da mesma forma, assim as expectativas subjetivas convergem rapidamente em objetivas, resultando no tratamento homogêneo das expectativas.

De acordo com Simonsen (1981), a complexidade do pensamento Keynesiano é evidenciada no capítulo 12 da Teoria geral. Mostrando que há uma interdependência estratégica, na qual os agentes econômicos consideram o que os outros agentes pensam. Destacando que além da informação ser imperfeita, ela é assimétrica, implicando em expectativas subjetivas heterôgenas. Todavia, a grande contribuição de Keynes foi descrever o mercado como um jogo não cooperativo, onde cada participante desconhece os *payoffs* dos demais, dificultando uma convergência ao equilíbrio de Nash, assim cada participante procura sintonizar suas expectativas com as dos demais agentes econômicos.

2.3 A ESTRUTURA A TERMO DA TAXA DE JUROS

A relação entre a taxa de juros de longo prazo e a taxa de juros de curto prazo é chamada de estrutura a termo da taxa de juros (ETTJ). Através das expectativas racionais é explicada de certa forma, como as taxas de juros modificam-se ao longo do tempo. Se a taxa de juros nominal de curto prazo é menor que a taxa de juros de equilíbrio, as expectativas serão de que, as taxas de juros irão aumentar no futuro. Normalmente os agentes acham que a taxa de juros de curto prazo está abaixo da taxa de juros de equilíbrio. O hiato entre as taxas de juros, varia ao longo do tempo, e é representado graficamente através da curva de rendimentos (LICHA, 2015).

A Curva de Rentabilidade (conhecida como *Yield Curve*) tem o objetivo de mostrar a relação entre a taxa de juros e o prazo de maturação, nela é plotada títulos com diferentes intervalos de vencimento, facilitando a visualização da sua estrutura temporal. Consequentemente acaba transmitindo informações importantes para os agentes atuantes no mercado financeiro. Normalmente a curva é ascendente, significando que a taxa de rendimento está associada positivamente com o tempo de maturação. Quando os títulos de curto prazo apresentam rendimentos superiores aos de longo prazo, verifica-se um comportamento anormal conhecido como inversão da curva de rendimentos, que pode ser um indicio de uma possível recessão econômica. Há ainda, a curva de rendimento constante, que é um caso bem improvável de ser observado, já que os títulos de curto prazo e os títulos de longo prazo teriam as mesmas taxas de juros (ASSAF, 2017).

Na hipótese de taxas de juros serem conhecidas com antecedência, os investimentos de curto prazo e de longo prazo se equivalem, caso contrário todos escolhem o ativo com maior rendimento. Esse princípio denota a ideia de arbitragem, em que a taxa de juros de longo prazo é igual a média das taxas de juros de curto prazo corrente e futuras. O grande problema dessa premissa é que não há como saber claramente os valores futuros das taxas de juros. A incerteza dificulta as previsões dos agentes, gerando riscos, que são compensados pelo prêmio a termo. A teoria das expectativas da estrutura a termo da taxa de juros é representada pela média entre a taxa de juros corrente e as taxas futuras de curto prazo esperada, somado ao prêmio a termo (DORNBUSCH; FISCHER; STARTZ, 2013).

A teoria das expectativas adaptativas não pode explicar satisfatoriamente a ETTJ, pois baseia-se num processo adaptativo, no qual os agentes formam suas expectativas de acordo com as previsões passadas. Quando ocorre a inclinação descendente (ou inversão) da curva de rendimentos, os agentes esperam que as taxas de juros caiam no futuro, portanto, esse fato só pode ser explicado supondo que as expectativas são prospectivas (racionais), olhando para o futuro. Já no simplório modelo de teia de aranha⁶, as previsões são iguais aos valores correntes e só explica o caso em que a curva de rendimentos é constante.

⁶ Na primeira seção desse capítulo foi mostrado que o modelo de teia de aranha foi uma das primeiras tentativas de aplicação das expectativas na economia.

Conforme a teoria da preferência pela liquidez, títulos com maiores prazos de maturação deverão estar atrelados a uma remuneração adicional, compensando a redução de liquidez, logo o prêmio a termo, também será chamado de prêmio pela liquidez. Em razão do maior risco associado a aplicações de longo prazo, os investidores são atraídos por ativos de menor vencimento. Assim só uma maior recompensa, incentiva os agentes a assumirem os riscos de possuir papéis com maior tempo de maturação (ASSAF, 2017).

A teoria de segmentação do mercado (conhecida como teoria do habitat preferido) considera o fato no qual, os agentes possuem diferentes preferências em relação ao vencimento dos títulos. Assim, existem grupos que possuem certas preferências por títulos com determinados prazos de vencimento. Normalmente títulos de curto prazo são preferíveis, possuindo uma maior demanda, que acaba elevando o preço do ativo e conseqüentemente reduzindo sua rentabilidade. Logo a diferença entre as taxas de juros de curto e longo prazos revela a preferência dos agentes, com o a rentabilidade sendo modificado pela lei da oferta e procura (FRIEDMANN, 2000; LICHA, 2015).

A teoria da ETTJ pode ser fragmentada em três partes. A primeira remete as expectativas racionais, tal que a taxa de juros de longo prazo é igual a média entre a taxa de juros corrente e as taxas de curto prazo esperadas. A segunda remete a ideia de preferência pela liquidez, assim os ativos de longo prazo devem oferecer um retorno superior aos de curto prazo, mesmo considerando a possibilidade de sucessivos reinvestimentos. Já a terceira parte remete a teoria da segmentação do mercado, na qual as rentabilidades dos títulos financeiros são determinadas pela lei da oferta e procura.

2.4 O MERCADO MONETÁRIO NO BRASIL

Quando um investidor é avesso ao risco, significa que ele não gosta de se expor às volatilidades dos mercados. O risco é comumente associado com algo negativo, porém se analisando estatisticamente ele pode ser algo bem favorável ao investidor. O desvio padrão é uma medida que indica os desvios que em média ocorrem em torno da tendência, oscilando entre variações positivas e negativas. Quanto maior o grau de variação, maior será o retorno ou prejuízo, dependendo do caso analisado. Os

juros mais altos refletem desequilíbrios macroeconômicos, logo com a correção dos gargalos da economia brasileira a taxa de juros tende a estacionar em patamares menos voláteis (PÓVOA, 2012).

Considerando a estrutura da taxa de juros do mercado brasileiro, pode-se verificar inúmeras diferenças em relação ao praticado em outros países, porém há duas que são fundamentais. A primeira é a forma de capitalização, os principais mercados internacionais utilizam a capitalização linear (juros simples), já o Brasil utiliza a capitalização exponencial ⁷(juros compostos), para operações em Reais e a capitalização linear para operações em moedas estrangeiras. A segunda ocorre no número de dias utilizados para o cálculo dos juros, por convenção é utilizado 252 dias úteis para títulos públicos e 360 dias para financiamentos e empréstimos, no modelo internacional os prazos são em dias corridos (FRIEDMANN, 2000)

Atualmente o Tesouro Direto oferta cinco tipos de títulos, sendo dois com contratos prefixados e três pós fixados. O quadro 1 a seguir mostra as siglas com as quais os títulos são negociados, sua nomenclatura, rentabilidade e resgate:

Quadro 1 – Títulos Públicos ofertados atualmente pelo Tesouro Direto

Sigla	Nomenclatura	Rentabilidade	Resgate
LTN	Tesouro Prefixado ou Letras do Tesouro Nacional	Prefixado	No vencimento
NTN-F	Tesouro Prefixado com Juros Semestrais ou Notas do Tesouro Nacional série F	Prefixado	Semestral (cupons) e no Vencimento (principal)
NTN-B Principal	Tesouro IPCA+ ou Notas do Tesouro Nacional série B principal	Pós-fixado, indexado ao IPCA	No vencimento
NTN-B	Tesouro IPCA+ com Juros Semestrais ou Notas do Tesouro Nacional série B	Pós-fixado, indexado ao IPCA	Semestral (cupons) e no Vencimento (principal)
LFT	Tesouro Selic ou Letras Financeiras do Tesouro	Pós-fixado, indexado à taxa Selic diária	No vencimento

Fonte: Elaborado pelo autor

⁷ A forma de capitalização composta é um dos resquícios do período da hiperinflação brasileira

Ao tratar de títulos de dívida pública, um fator de risco que deve ser considerado são as variações das taxas de juros. Outro fator que não pode ser esquecido é a inflação, alguns títulos pós-fixados não sofrem alterações em suas taxas de juros reais, pois são indexados a ela, porém os títulos prefixados⁸ sofrem depreciações nos seus rendimentos. Os ganhos em títulos de renda fixa estão atrelados às oscilações nas taxas de juros. Assim, variações positivas representam uma perda para o titular dos papéis, pois os rendimentos dos títulos não aumentam, já que estão associados a taxa contratada. Consequentemente, se o investidor quiser fazer o regate antecipado, o fará com deságio (LIMA, 2018).

Na seção anterior foi mostrado que, quanto maior for o horizonte temporal de um título financeiro, maior será o rendimento esperado e maior será o risco. Pois, os papéis com maior prazo de maturação apresentam maior volatilidade em seus preços. Ao comprar títulos públicos, deve-se atentar às condições econômicas brasileiras, considerando possíveis mudanças na taxa Selic⁹ e na inflação, pois geram grandes impactos sobre o rendimento dos títulos, principalmente se forem prefixados. Todavia, a taxa Selic trata-se de um instrumento de política monetária utilizado pelo Banco Central para combater a inflação, pois há uma relação inversa entre ambos. Logo quando há um aumento da taxa de inflação os agentes esperam por um consequente aumento da taxa Selic (pressuposto fundamental de uma meta de inflação equilibrada).

Agora pode-se inferir as seguintes hipóteses:

- a) quando ocorre o aumento da inflação, supõe-se que investidores que não apostaram em NTN-B principal e NTN-B estão incorrendo em prejuízo, pois a taxa de juros de seus títulos tenderá a cair e os papéis ficarão desvalorizados;
- b) quando ocorre o aumento da taxa Selic contem-se o aumento da inflação, consequentemente as NTN-B principal e NTN-B estarão desvalorizadas. Logo, supõe-se que investidores que não apostaram em LFT estarão perdendo, pois os demais títulos não acompanham o movimento da taxa de juros Selic e entram em deságio;

⁸ Em títulos prefixados os investidores exigem um prêmio adicional pelo risco, por estarem totalmente desprotegidos de possíveis variações econômicas. Quanto menor for o prazo de prefixação menor será o risco.

⁹ Taxa Selic é a taxa de política ou taxa básica da economia no Brasil.

- c) sob economia de metas de inflação, num período de estabilidade econômica, com a inflação controlada e a taxa Selic em níveis reduzidos. Os investidores que não apostaram em LTN e NTN-F estarão incorrendo em perda, pois à taxa prefixada será maior que as taxas pós-fixadas. conseqüentemente, os demais títulos serão negociados em deságio.

No tocante a teoria das expectativas racionais, constata-se que os agentes escolherão as LFT se esperarem aumento da taxa de juros. Caso esperem uma variação positiva na taxa de inflação optarão pela compra de títulos indexados ao IPCA. No caso em que venham esperar pela redução da taxa de juros, a preferência será por títulos prefixados. Considerando que a incerteza permeia as decisões econômicas, é aconselhável [de acordo com a teoria de portfólio diversificado de Markowitz (1952)] diversificar a carteira de ativos. Mesclando entre títulos prefixados e pós-fixados (que sofrem menor impacto diante das variações das taxas de juros e inflação) desta forma arbitra-se o risco, porém sacrifica-se possíveis lucros, mas reduz a probabilidade de possíveis perdas.

O risco de *default*¹⁰ também é algo que deve ser considerado ao analisar qualquer tipo de ativo, pois ele está diretamente associado ao emissor do título. Atualmente o ativo de menor risco do mundo são os títulos de dívida pública emitidos pelo tesouro dos Estados Unidos, pois acreditando-se na impossibilidade de calote por parte do governo estadunidense.

Os governos, por serem os emissores de moeda, apresentam um pequeno risco de não honrarem suas dívidas públicas internas. Caso a economia opte pela conversibilidade de sua moeda, essa improbabilidade transfere-se também para suas dívidas externas. Entretanto, o mundo das finanças as vezes apresenta surpresas, a exemplo do ocorrido no Brasil em 2002. Houve uma forte desconfiança de que o novo governo poderia dar um calote na dívida pública. Logo, ocorreu o aumento da demanda por títulos privados, na falsa sensação de serem mais seguros, assim os papéis públicos começaram a ser negociados com deságio. Empiricamente, foi mostrado que os títulos públicos emitidos pelo governo brasileiro, não se isentavam do risco do emissor. Diante de expectativas otimistas ou pessimistas como essas, os

¹⁰ Risco de default: significa risco de calote, refere-se à possibilidade de haver inadimplência por parte do emissor do título. A inexistência do risco default trata-se de um conceito meramente teórico no mundo contemporâneo.

investidores que tiverem serenidade poderão aproveitar grandes oportunidades de negócios (PÓVOA, 2012).

Ao analisar as características de um ativo deve-se considerar também o risco de reinvestimento, que ocorre quando há pagamento de amortizações e juros antes do vencimento do título. Logo, não há possibilidades de reinvestir as amortizações e os juros a taxa contratada. Consequentemente a taxa de juros não continua a incidir sobre cupons pagos antecipadamente. Em títulos *bullet*,¹¹ como LTN, LFT e NTN-B principal, não ocorrem esse tipo de problema, pois não possuem pagamentos de cupons intermediários (PÓVOA, 2012).

Implicitamente a teoria da demanda especulativa, apresentada na seção 2.2, condiciona as preferências por títulos ou moedas, apenas as expectativas subjetivas quanto ao comportamento da taxa de juros. Implicando em última instância, que o portfólio de um investidor é altamente especializado num único tipo de ativo. Com o objetivo de aprimorar essa teoria, James Tobin (1958), mostrou que as escolhas dos agentes são regidas também por riscos probabilísticos. Inferindo que a melhor alternativa para maximizar a escolha do investidor, afim de evitar possíveis perdas é optar por uma carteira mista, através da combinação de títulos e moedas. Assim, as decisões são resumidas no trade-off risco/retorno. Consequentemente, quanto maior for as expectativas de retorno e menores os riscos associados aos ativos financeiros, menor será a quantidade de moeda em espécie e maior será a quantidade de títulos na carteira dos agentes (TOBIN, 1958).

¹¹ Em papéis *bullet*, o pagamento do principal e dos juros acontecem apenas no vencimento do título.

3 METODOLOGIA

Considerando as teorias existentes, este trabalho está contido em sua essência, no universo dos métodos quantitativos, adotando-se uma metodologia econométrica de séries temporais, baseada na análise de regressão. Com o objetivo de estimar um modelo empírico robusto, que explique a relação entre as taxas de juros de curto prazo e as taxas de juros de longo prazo.

3.1 ÁREA DE ESTUDO

Através da globalização, ocorreu a financeirização do capital, tornando as economias interdependentes, logo mudanças regionais não se delimitam ao seu espaço geográfico. Ao examinar as relações internacionais, constata-se que o Brasil continua em sua condição de periferia, apesar de industrializado, apresentando um alto grau de vulnerabilidade aos fatores externos. Mudanças envolvendo as economias dos países centrais, provocam rearranjos na conjuntura econômica. Apesar do Brasil adotar o câmbio flexível sujo o Banco Central tem sua atuação limitada, diante de fatores externos como oscilações cambiais, e fatores internos como movimentos inflacionários, dificultando inclusive o controle da taxa de juros corrente. Todavia, na análise são considerados apenas os valores das taxas de juros, e os fatores que a influenciam em sua totalidade não serão objetos desse estudo. Independentemente da intenção de analisar restritamente o mercado financeiro brasileiro, conclui-se que há uma interdependência econômica entre os países.

3.2 BASE DE DADOS

A base de dados utilizada na pesquisa empírica foi fornecida pelo Instituto de pesquisa econômica aplicada (Ipea), todos os dados são referentes aos rendimentos das Letras do Tesouro Nacional (LTN), conhecido atualmente como Tesouro Prefixado.

Conforme as características dos títulos públicos atualmente disponíveis, as LTN são os papéis que melhor correspondem aos objetivos deste trabalho, por se tratar de um ativo tipo *bullet* e prefixado. O primeiro critério para justificar essa escolha

está na dificuldade de se estimar corretamente o valor presente de um título pós-fixado, pois as informações necessárias ao cálculo da taxa de desconto, só são fornecidas no vencimento do papel. Portanto, é preferível, na análise comparativa desta pesquisa, que o título escolhido seja prefixado, estando assim atrelado a uma taxa de desconto.

O segundo critério adotado foi o risco de reinvestimento do ativo, pois papéis que pagam cupons intermediários dificultariam a análise temporal da formação da taxa de juros, mesmo sob hipótese de reinvestimentos dos fluxos de caixas. Logo, é preferível papéis do tipo *bullet*, com o resgate do principal e dos juros apenas no final do período de maturação, conhecidos também como os *zero coupon bonds*. Sendo assim, o único problema de utilizar as LTN é o fato de que as séries disponíveis são de curto prazo. Todavia é o título financeiro que melhor adequa-se a esta pesquisa, por isolar os riscos da taxa de juros dos demais riscos, considerando que o risco de *default* é semelhante para ambos os títulos já que possuem o mesmo emissor. Assim, a relação entre a taxa de juros e o prazo de maturação poderá ser mostrada de forma mais clara através desse ativo.

Os dados coletados no site do Ipea correspondem ao Tesouro Prefixado com vencimentos de 1, 3, 6 e 12 meses, compreendendo o horizonte temporal de abril de 2000 a abril de 2019. As séries são mensais, contendo ao todo 229 observações, para cada LTN e as taxas de juros estão convertidas anualmente.

- a) LTNm1: taxa de juros das Letras do Tesouro Nacional com vencimento em 1 mês. Dados mensais em % a.a.
- b) LTNm3: taxa de juros das Letras do Tesouro Nacional com vencimento em 3 meses. Dados mensais em % a.a.
- c) LTNm6: taxa de juros das Letras do Tesouro Nacional com vencimento em 6 meses. Dados mensais em % a.a.
- d) LTNm12: taxa de juros das Letras do Tesouro Nacional com vencimento em 1 ano. Dados mensais em % a.a.

3.3 MODELO TEÓRICO

Na seção 2.3 do referencial teórico foi mostrado que as taxas de juros de longo prazo são determinadas pelas expectativas, pela preferência por liquidez e pela

segmentação do mercado. Todas essas três perspectivas explicam de alguma forma o comportamento do mercado de títulos. Consequentemente a atitude mais sensata é analisar um mecanismo que agrupe todas elas.

De acordo com a teoria das expectativas racionais, a taxa de juros de um título de longo prazo é igual a média das taxas de juros de curto prazo corrente e futuras. Esse princípio remete à ideia de arbitragem. Considerando a existência de títulos de longo prazo com data de vencimento igual ao somatório da data de resgate de títulos de curto prazo, os agentes serão indiferentes em relação aos dois títulos, pois os títulos de curto prazo podem ser renovados, proporcionando o mesmo rendimento dos títulos de longo prazo. Isso pode ser delineado através da seguinte equação:

$$i_t^{lp} \cong \frac{i_t^c + \sum_{t=1}^z i_{t+1}^e}{n} \quad (3.1)$$

Onde:

i_t^{lp} : taxa de juros de longo prazo no período t

i_t^c : taxa de juros corrente de curto prazo no período t

i_{t+1}^e : expectativas das taxas de juros de curto prazo para os próximos períodos até o vencimento do título de longo prazo

n : quantidade de títulos de curto prazo até o vencimento do título de longo prazo

A equação 3.1 é a representação matemática da ideia de arbitragem. Através dela, é explicado que a taxa de juros de longo prazo dependerá da taxa de juros de curto prazo, mostrando que existe a interação entre títulos de diferentes maturações.

Como já foi tratado em outras seções, se houvesse certeza sobre todos os títulos financeiros, esses ofereceriam a mesma rentabilidade. Contudo, a incerteza permeia o universo econômico e não se sabe ao certo como será o comportamento das taxas de juros futuras. Assim, contratos com maior prazo de maturação, geralmente estão atrelados a maiores prêmios (fator compensador do maior risco incorrido por seus titulares). Logo, para haver demanda por títulos de longo prazo deve haver incentivos diante da perda de segurança e flexibilidade, oferecida por ativos de maior liquidez.

A ideia de arbitragem considera que os títulos são substitutos perfeitos, mas, na prática os agentes possuem diferentes preferências quanto ao prazo de maturação.

Conforme Licha (2015), a diferença entre as taxas de curto prazo e longo prazo traduz a preferência dos agentes econômicos, sendo essas determinadas pela oferta e demanda de títulos, o que de certa forma representa condições de um mercado competitivo. Normalmente a demanda por títulos de curto prazo é maior, seu preço é maior e sua taxa de juros é menor. Como já foi tratado na seção 2.4, os títulos públicos não estão isentos da incidência de riscos, apresentando variações nas suas taxas de rendimentos e oscilações nos seus respectivos preços.

Ao considerar a existência de incerteza apenas a equação 3.1 não consegue explicar o comportamento da estrutura temporal da taxa de juros. Existem flutuações atreladas ao prazo de maturação do título, regidas pela preferência pela liquidez e pela segmentação de mercado. A dinâmica temporal pode ser representada da seguinte forma.

$$f = p + m \quad (3.2)$$

Onde:

f : flutuação a termo

p : prêmio a termo

m : movimento do mercado de títulos (condições de mercado do título)

Na equação 3.2, o prêmio a termo representa a preferência pela liquidez e esse sempre será positivo. Já as condições de mercado do título, depende da oferta e da procura pelo papel. Assim o m pode ser positivo ou negativo, ou seja, a flutuação a termo pode reduzir ou aumentar a rentabilidade do título de maior vencimento.

se $|-m| = p \rightarrow f = 0$, a rentabilidade do título de longo prazo será exatamente igual a equação 3.1.

se $m = 0 \rightarrow f = p$, a rentabilidade do título de logo prazo será igual a média das taxas de juros de curto prazo corrente e futuras somada com o prêmio a termo, conforme a equação abaixo:

$$i_{lp} = \frac{i_c + \sum_{t=1}^z i_t^e}{n} + p \quad (3.3)$$

se $m > 0 \rightarrow f > p$, a rentabilidade do título de longo prazo será maior decorrente da diminuição da demanda do papel. Todavia, os títulos de menor vencimento terão rentabilidade reduzida como forma de compensar o aumento da demanda. Portanto, a parte A da equação 3.4 abaixo se reduz em função da diminuição das taxas de juros de curto prazo, mas a parte B aumenta somando o prêmio a termo com as condições de mercado do título de longo prazo, assim:

$$i_t^{lp} \cong \underbrace{\frac{i_t^c + \sum_{t=1}^z i_{t+1}^e}{n}}_A + \underbrace{p + m}_B \quad (3.4)$$

se $|-m| > p \rightarrow f < 0$, a rentabilidade do título de longo prazo será menor em função do aumento da sua demanda, de modo que:

$$i_t^{lp} \cong \frac{i_t^c + \sum_{t=1}^z i_{t+1}^e}{n} + p - m \quad (3.5)$$

A equação 3.5 acima seguiu o mesmo raciocínio da equação 3.4. Essas duas últimas equações são as que merecem maior destaque, pois mostram as condições que não são explicadas satisfatoriamente pela teoria das expectativas racionais da estrutura a termo da taxa de juros.

A interação entre os títulos de diferentes maturidades, pode ser explicada de maneira mais dinâmica através da seguinte equação:

$$i_t^{lp} \cong \frac{i_t^c + \sum_{t=1}^z i_{t+1}^e}{n} \pm f \quad (3.6)$$

A dinâmica da estrutura a termo da taxa de juros pode englobar diversas situações do mercado de títulos, mostrando que as taxas de juros de longo prazo não dependem apenas da média das taxas de curto prazo, mas também da preferência pela liquidez e das condições de mercado, que em última instância estão relacionadas com as expectativas. Ainda cabe ressaltar que diante da incerteza e de oportunidades de mercado as preferências dos investidores tornam-se voláteis quanto ao prazo de maturação do título, pois constantemente buscam maximizar o trade-off risco/retorno.

3.4 MODELO ECONÓMETRICO

O modelo empírico deste trabalho consiste na análise das séries históricas dos rendimentos de Letras do Tesouro Nacional para 1, 3, 6 e 12 meses. A variável dependente será a de maior prazo de maturação, ou seja, a LTN12. As variáveis explanatórias serão as LTN1, LTN3 e LTN6. Conforme a função a seguir:

$$\widehat{LTN12} = \widehat{\beta}_1 + \widehat{\beta}_2 LTN1_i + \widehat{\beta}_3 LTN3_i + \widehat{\beta}_4 LTN6_i + u_i \quad (3.7)$$

Onde:

$\widehat{LTN12}$: estimador da taxa de juros de LTN12

$\widehat{\beta}_1$: estimador do intercepto

$\widehat{\beta}_2, \widehat{\beta}_3, \widehat{\beta}_4$: estimador dos coeficientes de inclinação

$LTN1_i, LTN3_i, LTN6_i$: valor observado da taxa de juros de LTN1, LTN3 e LTN6

u_i : termo de erro estocástico

As regressões serão feitas de forma isolada para cada uma das variáveis explicativas, e, uma regressão conjunta com todas as variáveis explanatórias. Essa tática visa evitar que problemas de prováveis multicolinearidade venham influenciar nos efeitos finais das regressões.

3.4.1 Modelagem econométrica de séries temporais

Quando se fala de econometria de séries temporais, há pressupostos que devem ser verificados, por isso é necessário realizar alguns testes antes de se estimar um modelo final. Para os objetivos propostos por esse trabalho destacam-se as seguintes hipóteses:

- a) não existência de autocorrelação;
- b) estacionariedades das séries;
- c) co-integração entre as séries.

Se estas condições forem satisfeitas, as regressões estimadas poderão explicar as relações das variáveis explicativas com a de maior maturidade.

A seguir serão mostrados os testes de detecção de correlação serial, o teste de raiz unitária e o teste de co-integração (GUJARATI e PORTER, 2011).

Detecção de correlação serial

Para investigar a existência de autocorrelação, são utilizados geralmente dois testes: o teste de Breusch-Godfrey (1978) e o teste d de Durbin-Watson (1951), sendo o mais utilizado o de Durbin-Watson. Dessa forma, esse último teste pode ser definido como a razão das somas das diferenças elevadas ao quadrado, ou seja:

$$d_{calc} = \frac{\sum_{t=2}^{t=n} (\hat{u}_t - \hat{u}_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^{t=n} \hat{u}_t^2} \quad (3.8)$$

Percebe-se através do numerador da estatística d, que se perde uma observação ao calcular as diferenças sucessivas. É difícil derivar a probabilidade exata da estatística d, no entanto Durbin e Watson, tabularam um limite inferior (d_L) e um limite superior (d_u). Na qual esses limites dependem apenas do número de observações (n) e do número de variáveis (k). Através desses valores pode-se verificar a existência ou não de correlação serial positiva ou negativa, conforme o quadro 2:

Quadro 2 - Decisões do teste d de Durbin-Watson

$d_{calc} < d_l$	há autocorrelação positiva
$d_l < d_{calc} < d_u$	zona de indecisão
$d_u < d_{calc} < 4 - d_u$	não há autocorrelação
$4 - d_u < d_{calc} < 4 - d_l$	zona de indecisão
$4 - d_l < d_{calc}$	há autocorrelação negativa

Fonte: Gujarati e Porter (2011)

A principal dificuldade relacionada a esse teste, ocorre quando o d_{calc} , encontra-se na zona de indecisão, pois não se pode tirar conclusões de que há ou não autocorrelação.

O teste d de Durbin-Watson trabalha com alguns pressupostos que podem não se adequar em determinados casos, considerando apenas a correlação serial de primeira ordem. Com o intuito de identificar os casos de autocorrelação não identificados pelo teste de Durbin-Watson e suas incongruências, é utilizado o teste de Breusch-Godfrey (BG), o qual consiste na hipótese de que as variâncias dos resíduos são iguais, onde:

$$u_t = \rho_1 u_{t-1} + \rho_2 u_{t-2} + \dots + \rho_p u_{t-p} + \varepsilon_t \quad (3.9)$$

Considerando ρ como o parâmetro do termo de erro e ε_t um termo de erro ruído branco. A hipótese nula desse teste é dada por:

$$H_0: \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_p = 0 \quad (3.10)$$

Portanto se a hipótese nula não for rejeitada, significa que a condição acima é satisfeita. Logo, não haverá correlação serial de qualquer ordem na série temporal analisada.

Teste de Raiz unitária

O teste de raiz unitária tem o objetivo de verificar a hipótese de estacionariedade de uma dada série temporal. Partindo da suposição de que uma série temporal representa um processo estocástico (raiz unitária), logo ela pode ser expressa pela seguinte equação:

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + u_t \quad -1 \leq \rho \leq 1 \quad (3.11)$$

Onde Y_t é uma variável em série temporal e ρ o seu respectivo parâmetro. Quando $\rho=1$, significa que a série é não estacionária e há uma raiz unitária. Caso $-1 < \rho < 1$, o processo estocástico será estacionário e portanto convergente a sua tendência, sendo passível de ser prevista.

Para descobrir se existe raiz unitária o presente estudo utilizará primeiramente o teste de Dickey-Fuller aumentado (ADF), que é utilizado nos casos em que os u_t

são correlacionados. Em seguida será utilizado o teste de Phillips-Perron, que segue a mesma distribuição assintótica do teste ADF, ou seja, utiliza a mesma distribuição de probabilidades que é usada para aproximar a distribuição verdadeira da distribuição de uma amostra. Ambos os testes trabalham com a hipótese nula de presença de raiz unitária.

Co-integração

Se ao realizar os testes de raiz unitária, for constatado que as séries observadas são $I(1)$, isto é, integradas de ordem 1, é bem provável que elas compartilhem a mesma tendência, ou seja, apesar de não se rejeitar a hipótese nula de raiz unitária a regressão não será necessariamente espúria.

Contudo, mesmo que as séries possuam tendências estocásticas, suas combinações lineares podem ser estacionárias. Ao submeter o termo de erro ao teste de raiz unitária pode-se descobrir se ele é $I(0)$. Conseqüentemente, quando as séries forem integradas de mesma ordem não será necessário calcular a primeira derivada.

Quando uma regressão é estatisticamente significativa (não espúria), elas são co-integradas, pois possuem uma relação de longo prazo ou de equilíbrio. Os testes que identificam a existência de vetores de co-integração são de extrema utilidade, pois evitam os casos de regressões espúrias.

Nesta pesquisa será utilizado o teste de co-integração de Johansen, que é baseado no teste de traço e no teste de máximo autovalor. Pois, reúne evidências estatísticas suficientes para encontrar a quantidade de vetores de co-integração do modelo.

Para a realização de todos os testes mencionados nessa seção será utilizado o software estatístico Stata®12.

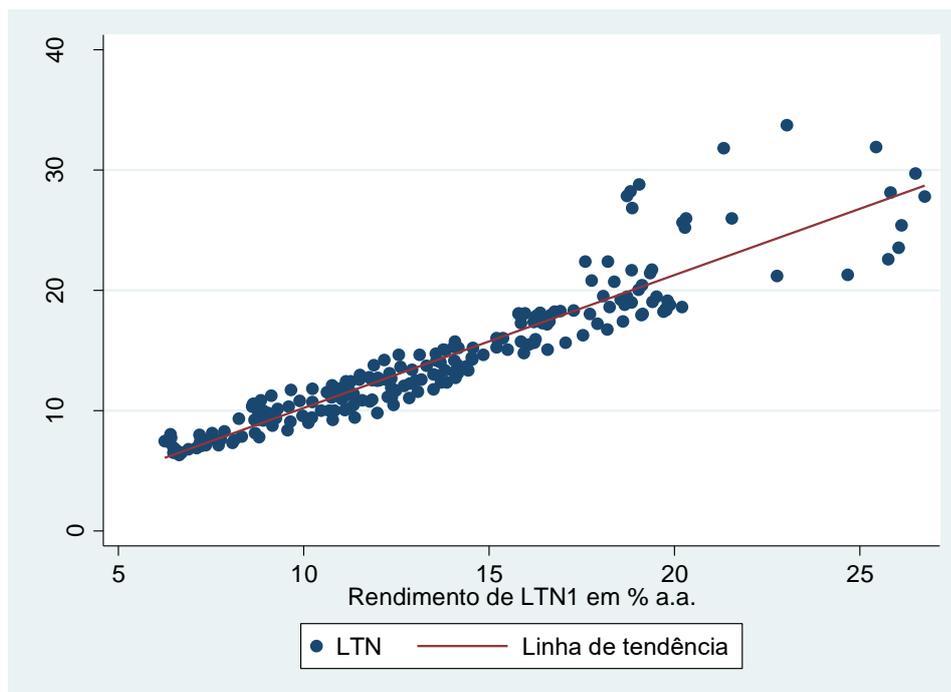
4 RESULTADOS

Os resultados apresentados neste capítulo foram obtidos com o auxílio do software Stata®12, programa amplamente utilizado em pesquisas empíricas. Através dele foi possível, manipular o banco de dados, elaborar gráficos, realizar testes e estimar um modelo de longo prazo para as taxas de juros dos títulos analisados.

4.1 ANÁLISE DESCRITIVA

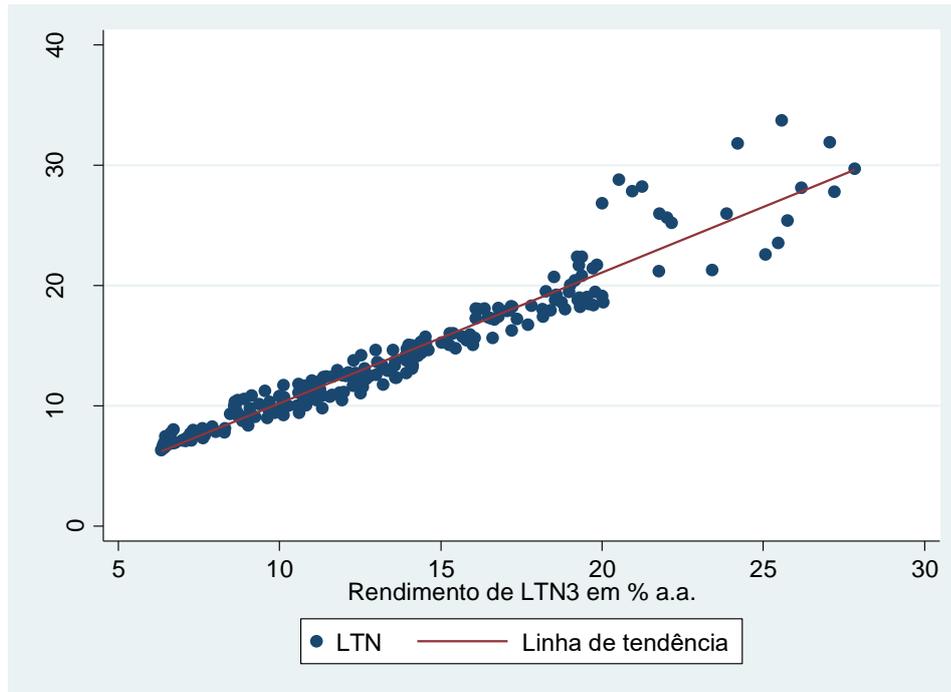
Todas as variáveis analisadas nesse trabalho são quantitativas contínuas. Para resumir, sumarizar e delinear o comportamento das variáveis, foi utilizado uma série de dispositivos analíticos e gráficos adaptados ao estudo de séries temporais. Nesse sentido, um instrumento de extrema utilidade é o gráfico de dispersão. Através dele, pode-se verificar a associação entre variáveis dependente e explicativas. Os gráficos 1,2 e 3 e a tabela 1, mostram a relação entre as LTN de maior prazo de maturação com as de menor vencimento (BUSSAB, MORETTIN; 2010).

Gráfico 1 - Dispersão entre as LTN12 e as LTN1, com linha de tendência



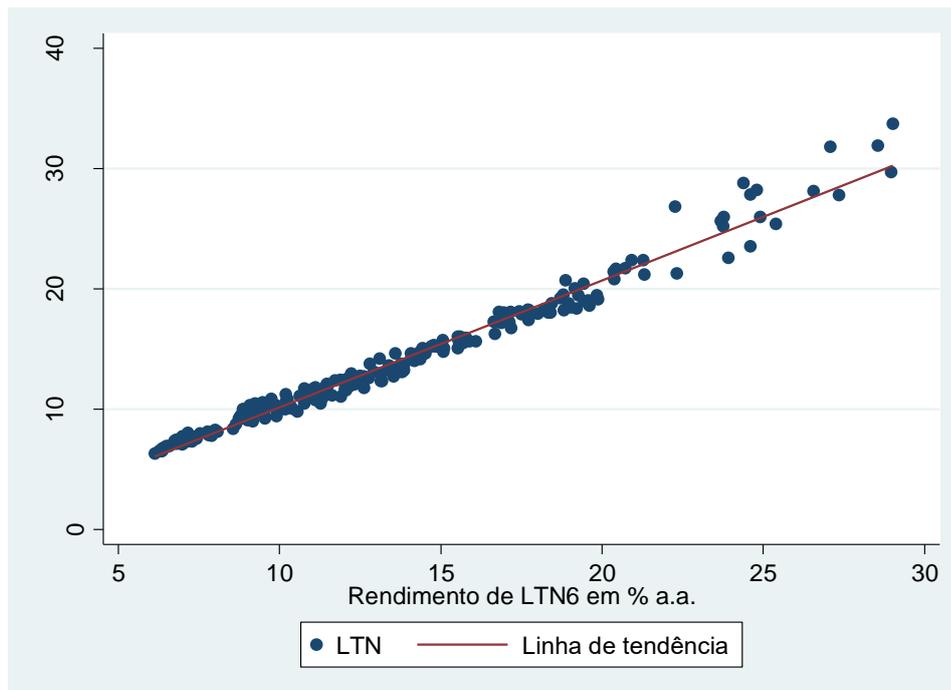
Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados do Ipea (2019)

Gráfico 2 - Dispersão entre as LTN12 e as LTN3, com linha de tendência



Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados do Ipea (2019)

Gráfico 3 - Dispersão entre as LTN12 e as LTN6, com linha de tendência



Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados do Ipea (2019)

Os gráficos 1,2 e 3 associa o título de vencimento em 12 meses com os títulos de vencimento em 1,3 e 6 meses. Através da análise gráfica é possível constatar que

entre as Letras de diferentes maturidades, parece haver um tipo de associação linear positiva, na qual as observações convergem para uma linha de tendência.

Ainda cabe ressaltar que, conforme a barreira temporal entre os títulos é encurtada, a relação linear torna-se cada vez mais forte. A Tabela 1 abaixo mostra a correlação entre as taxas de juros de LTN de curto e longo prazos:

Tabela 1 – Matriz de correlação do rendimento de LTN

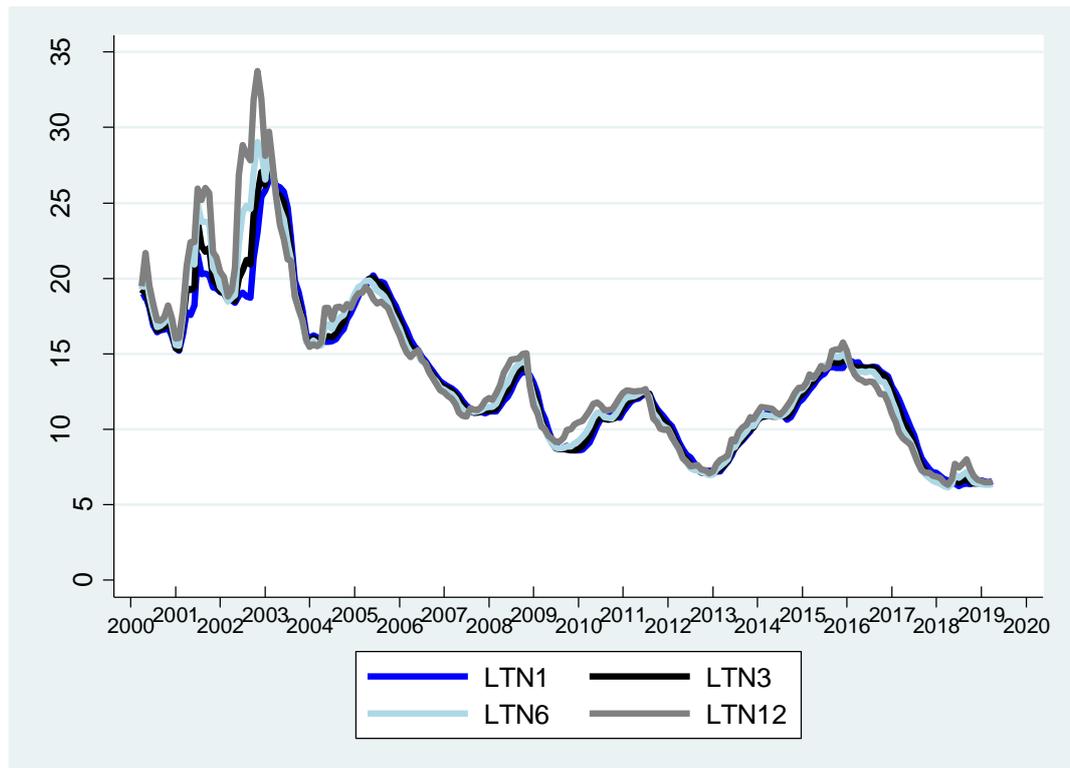
	LTN1	LTN3	LTN6	LTN12
LTN1	1,0000			
LTN3	0,9938	1,0000		
LTN6	0,9731	0,9919	1,0000	
LTN12	0,9330	0,9638	0,9888	1,0000

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados do Ipea (2019)

Através da matriz de correlação é verificado também a existência de uma forte associação linear positiva entre as Letras do Tesouro Nacional.

O gráfico 4 abaixo mostra a evolução da taxa de juros entre o período de 2000 a 2019 para as Letras do Tesouro com vencimento em 1, 3, 6 e 12 meses:

Gráfico 4 – Comportamento da taxa de juros de LTN



Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados do Ipea (2019)

O gráfico 4, fornece fortes indícios de co-integração entre as Letras do Tesouro de diferentes maturidades. Como foi visto nas seções anteriores, as condições que envolvem os papéis relacionados à dívida pública, são praticamente as mesmas, exceto pelo fator de risco estar também associado ao vencimento dos títulos. De acordo com a teoria da preferência pela liquidez, papéis de curto prazo são mais preferíveis, pois apresentam maior liquidez. Quando o papel está prefixado a períodos de maturidades mais longos, este deve ser compensando por um prêmio a termo (equação 3.3). Geralmente, espera-se que títulos com maior prazo de maturação apresentem maior rendimento, mas nem sempre isso acontece.

No gráfico 4, é possível observar algumas inversões das taxas de juros, porém a que mais se destaca ocorreu recentemente, entre os anos de 2016 a 2018. Para explicar como esse fenômeno ocorre, basta fazer uma associação entre as condições econômicas da época e a teoria das expectativas racionais da estrutura a termo da taxa de juros (apresentada na seção 2.3). Considerando o período em questão, a economia brasileira encontrava-se retraída. A recessão de 2015 era apenas o começo de uma das maiores crises econômicas da história do país.

O governo da então presidente Dilma Rousseff deu continuidade à uma série de políticas expansionistas. Seguindo uma cartilha intervencionista, que atuava através de incentivos fiscais baseados em isenções e subsídios tributários, ou reduções na taxa de juros, buscou-se estimular o produto no “curto prazo”. Contudo, o crédito fácil, associado a falta de instrução financeira, levaram as famílias a se endividarem, optando pelo consumo presente. De acordo com Keynes (1936), o investimento será sempre menos sensível às oscilações da taxa de juros e dependerá principalmente do estado de confiança do empreendedor, sendo caracterizado como o principal componente da demanda agregada. O estímulo apenas ao consumo supérfluo pode gerar descompassos na demanda agregada, criando um aumento do consumo que não será compensando pelo aumento do investimento.

Não há como apontar uma única causa ou um culpado para a recessão iniciada em 2015. O que ocorreu na verdade foi uma série de fatores externos e internos, que contribuíram para a crise econômica sem precedentes. Como houve diminuição internacional nos preços das commodities¹² e consequente aumento da taxa de juros

¹² Grande parte do PIB brasileiro, provém de importações de commodities.

internacional¹³, somado a escândalos de corrupção, com sequências de políticas econômicas equivocadas, as expectativas tornaram-se completamente pessimistas.

De acordo com a teoria das expectativas racionais da estrutura a termo da taxa de juros, a inversão das taxas de juros representa o pessimismo dos agentes quanto ao futuro da economia. Consequentemente, as expectativas são direcionadas à redução do nível de atividade atrelado à redução da taxa de juros futura, o que implica no aumento da demanda por títulos de maiores prazos. Conforme a lei da oferta e da procura, os papéis de longo prazo serão negociados em ágio e os papéis de curto prazo terão deságio. Logo, os rendimentos de títulos de curto prazo serão superiores aos de longo prazo. Referindo-se ao período de 2016 a 2018, pode-se deduzir que, diante da crise econômica, as expectativas estavam remodeladas prevendo mais políticas expansionistas futuras. Assim, as expectativas eram de redução da taxa de juros, com consequente inversão do rendimento dos títulos.

Todavia, sabe-se que juros mais altos normalmente representam uma forma de compensação aos riscos incorridos pelos agentes econômicos. Conforme a economia brasileira corrige seus gargalos através de reformas estruturais priorizando o equilíbrio fiscal, a tendência é de redução nas taxas de juros de curto e longo prazos. No gráfico 4, pode-se observar uma clara associação negativa entre as variáveis observadas e o tempo.

A tabela 2 abaixo sumariza e resume as séries temporais analisadas neste trabalho, fornecendo estatísticas importantes como média, desvio padrão, curtose, obliquidade, mínimos e máximos:

Tabela 2 – Análise exploratória dos dados

Variável	Média	D.Padrão	Curtose	Obliquidade	Mínimo	Máximo
LTN1	13,37338	4,676561	3,037079	0,6466305	6.243323	26.73771
LTN3	13,44624	4,90237	3,015628	0,6844925	6,321438	27,83555
LTN6	13,61037	5,180721	3,23004	0,8024907	6,12899	29,02668
LTN12	13,95485	5,53903	4,179655	1,113633	6,305214	33,7488

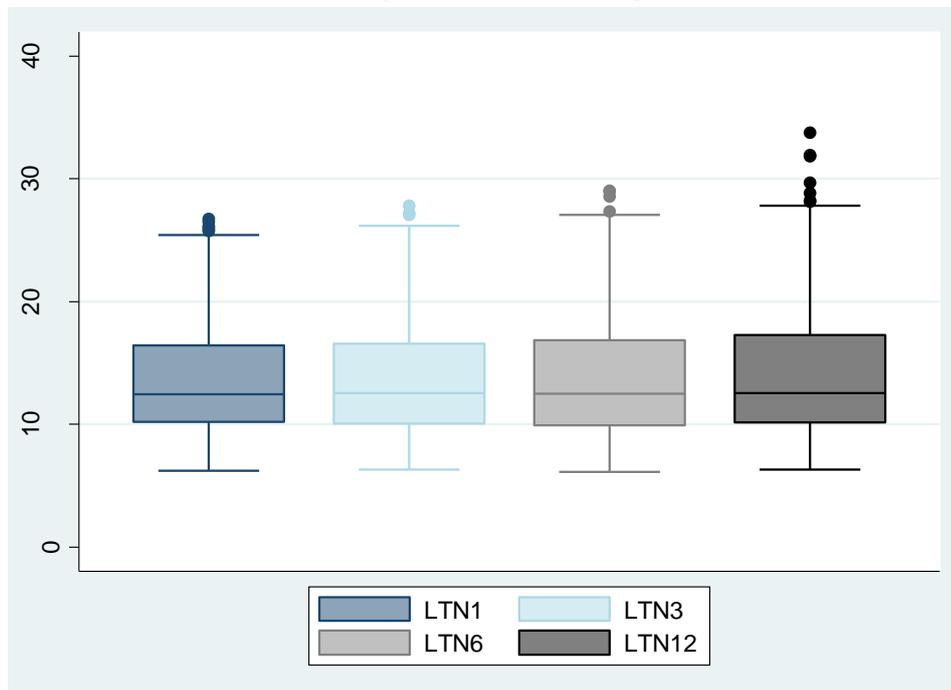
Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados do Ipea (2019)

*A média, o desvio padrão e os valores mínimo e máximo estão em % a.a.

¹³ Com aumento da taxa de juros internacional, ocorre a fuga de capitais do Brasil.

Os resultados da Tabela 2, mostram que os títulos com maior prazo de maturação oferecem retorno maior na média. Todavia, a volatilidade aumenta para papéis de maior vencimento, dado o desvio padrão das mesmas. Quanto a curtose, constata-se que títulos de menor vencimento possuem uma distribuição de probabilidade mais próxima da normal¹⁴. Já a obliquidade¹⁵ mostra valores positivos, indicando assimetria à direita para as séries observadas. Com base nos valores mínimos e máximos, os índices à direita das distribuições de probabilidades são mais distantes em relação ao valor da média. O gráfico 5 abaixo comprova que as séries com as taxas de juros LTN são assimétricas à direita e constata-se a existência de valores atípicos no limite superior de suas distribuições de probabilidades.

Gráfico 5 - Box plots da taxa de juros de LTN



Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados do Ipea (2019)

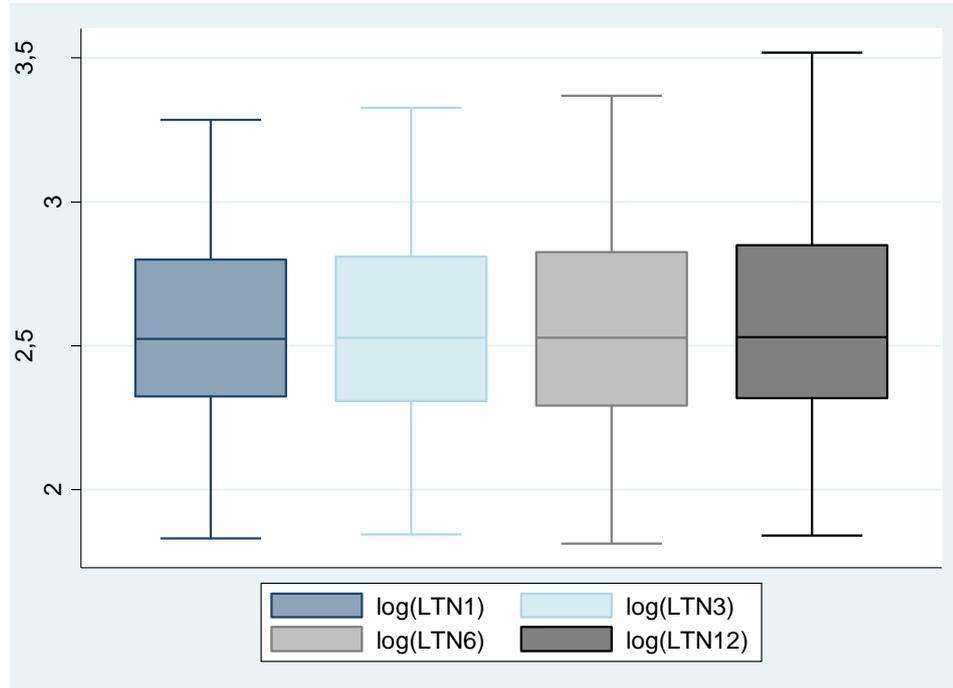
Segundo Bussab e Morettin (2010), grande parte dos testes estatísticos são baseados na suposição de que os dados apresentam uma distribuição normal, ou mais ou menos simétrica. Caso as observações não apresentem tal distribuição, uma das alternativas que ameniza o problema de assimetria é a transformação dos dados através do processo de linearização, obtendo-se distribuições mais próximas de uma normal.

¹⁴ O achatamento de uma distribuição normal, possui curtose de valor três.

¹⁵ Quanto mais próximo de zero, mais simétrica será a distribuição.

O gráfico 6 abaixo mostra o box plots das Letras do Tesouro Nacional, após o processo de linearização:

Gráfico 6 - Box plots para os dados transformados, taxa de juros de LTN



Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados do Ipea (2019)

O gráfico 6, mostra que após a transformação logarítmica das variáveis, houve a supressão dos valores discrepantes e uma consequente redução da assimetria dos dados observados. No apêndice A é evidenciado através de histogramas os resultados da transformação logarítmica.

4.2 ANÁLISE DO MODELO EMPÍRICO

A partir desta seção o enfoque será voltando para o tratamento das regressões em séries temporais. O objetivo desta seção é verificar a existência de co-integração e estimar possíveis modelos que possam explicar o formato de suas relações. As variáveis utilizadas nessa seção estão linearizadas, pois através da análise descritiva foi constatada a assimetria de suas respectivas distribuições de probabilidades (vê seção 4.1, para maiores detalhes). Para atenuar os efeitos dos prováveis indícios de heterocedasticidades nas regressões, essas serão estimadas supondo erros robustos a heterocedasticidade.

Ao analisar séries temporais, uma das primeiras suposições feitas é que o processo estocástico deva ser estacionário e os erros não correlacionados. Caso uma dessas hipóteses sejam violadas, os parâmetros a serem estimados serão explosivos no decurso do tempo, incorrendo em erros de previsões, baseados numa distribuição de probabilidades instável. Outro ponto de inflexão que pode comprometer o estudo é o caso das regressões espúrias, que podem ser produtos de séries não estacionárias. Logo, o primeiro passo é descobrir a existência de tais problemas, utilizando procedimentos metodológicos descritos na seção referente a modelagem econométrica (seção 3.4.1).

Vale salientar que o teste de co-integração de Johansen permite corrigir problemas ligados a séries temporais não estacionárias, uma vez que o termo de erro oriundo da relação de duas ou mais séries temporais serão integradas de ordem zero, permitindo fazer previsões coerentes segundo os parâmetros estimados.

4.2.1 Testes de detecção de correlação serial

A tabela 3 abaixo mostra os resultados do teste d de Durbin-Watson, para verificar a existência de autocorrelação.

Tabela 3 - Teste d de Durbin-Watson

R^2	d_{calc}	d_L^*	d_U^*
0,9978	1,017427	1,728	1,810

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados do Ipea (2019)

* Nível de significância de 0,05

Conforme o teste d de Durbin-Watson, pode-se tirar duas conclusões importantes. A primeira é que há fortes razões para acreditar que a regressão não é espúria, pois o R^2 é menor que o d_{calc} . Já a segunda refere-se à existência de autocorrelação positiva, pois o d_{calc} se mostra menor que o d_L . Logo, rejeita-se a hipótese nula de que não há autocorrelação positiva, constatando-se que os erros podem estar positivamente correlacionados. Sendo assim, ao nível de significância de 5%, rejeita-se a hipótese nula de ausência de autocorrelação.

A tabela 4, abaixo mostra o teste Breusch-Godfrey (BG), conhecido também como teste LM. O propósito desse teste também é verificar a existência de autocorrelação.

Tabela 4 - Teste Breusch-Godfrey (teste LM)

Lags(p)	Chi2	DF	Prob>Chi2
1	63,730	1	0,0000

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados do Ipea (2019)

Conforme os resultados do teste LM, ao nível de 1% de significância, rejeita-se a hipótese nula de ausência de autocorrelação. O teste Breusch-Godfrey, portanto, confirma os resultados encontrados pelo teste d de Durbin-Watson. Como medida corretiva da autocorrelação foi utilizado o procedimento iterativo de Cochrane-Orcutt. A tabela 5, mostra que o processo iterativo de correção descrito acima estimou um novo modelo de regressão para a mesma série temporal, mas com o teste d de Durbin-Watson modificado, para o valor de 1,825770.

Tabela 5 – Teste d de Durbin-Watson após correção da autocorrelação

R^2	d_{calc}^*	d_L^*	d_U^*
0,9727	1,825770	1,728	1,810

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados do Ipea (2019)

A tabela 5 acima, mostra que (conforme o quadro 2, da seção 3.4.1) $d_u < d_{calc} < 4 - d_u$, então não há mais autocorrelação serial. Portanto ao nível de 5% de significância de 5%, aceita-se a hipótese nula de ausência de autocorrelação, positiva ou negativa. Logo, o problema de correlação serial foi corrigido através do processo iterativo com ajustes no parâmetro do termo de erro.

4.2.2 Testes de raiz unitária

O próximo passo é investigar a estacionariedade das séries, através do teste ADF. Antes de realizar o teste ADF, é necessário identificar o número de defasagens da série (lags), calculados através dos critérios de informação de Akaike e Schwarz. A tabela 6, a seguir mostra os resultados do teste ADF:

Tabela 6 - Testes Dickey Fuller Aumentado (teste ADF)

Variável	Lags	P-Valor	D-Fuller	1%*	5%*	10%*
LTN12	2	0,6642	-1,222	-3,468	-2,882	-2,572
LTN1	4	0,3840	-1,793	-3,469	-2,882	-2,572

Continua

Conclusão

Variável	Lags	P-Valor	D-Fuller	1%*	5%*	10%*
LTN3	4	0,3099	-1,948	-3,469	-2,882	-2,572
LTN6	4	0,4494	-1,665	-3,469	-2,882	-2,572

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados do Ipea (2019)

*Valores críticos de Mackinnon para a rejeição da hipótese de raiz unitária

O resultado do teste ADF mostra que as séries observadas são não estacionárias. Logo, não se rejeita a hipótese nula de existência de raiz unitária. O D-Fuller calculado, em todos os níveis de significância, é menor em módulo que os valores críticos.

Na tabela 7 a seguir tem-se os resultados do teste de Phillips-Perron. O t estatístico (Z_t) é também menor em módulo do que todos os valores críticos observados. Esses resultados comprovam a existência de raiz unitária. Assim, conclui-se que as séries analisadas são não estacionárias. Coincidindo com os resultados do teste ADF.

Tabela 7 - Teste Phillips-Perron

Variável	Lags	P-Valor	Z_t	1%	5%	10%
LTN12	2	0,7896	-0,895	-3,467	-2,881	-2,571
LTN1	4	0,7606	-0,980	-3,467	-2,881	-2,571
LTN3	4	0,7642	-0,969	-3,467	-2,881	-2,571
LTN6	4	0,7539	-0,998	-3,467	-2,881	-2,571

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados do Ipea (2019)

Como constatado, através dos testes de Phillips-Perron e do ADF, não se pode rejeitar a hipótese nula de raiz unitária para todas as LTN. Todavia ao realizar o cálculo da primeira derivada para as respectivas séries, elas se mostraram estacionárias, ou seja, todas elas são integradas de ordem 1.

4.2.3 Teste de co-integração de Johansen

A diferenciação é uma das medidas corretivas mais comuns, quando constatada a existência de raiz unitária. Contudo, como o objetivo desse trabalho é verificar a existência de co-integração entre as taxas de juros LTN, a condição necessária é de que todas as variáveis sejam integradas de mesma ordem. Sendo

assim, não será necessário utilizar a diferenciação para encontrar os vetores de co-integração

A tabela 8 a seguir apresenta os resultados do teste de co-integração de Johansen, que investiga a existência de vetores de co-integração entre as variáveis explanatórias, a fim de verificar a relação de longo prazo entre as variáveis.

Tabela 8 - Resultados do Teste de Co-integração de Johansen

Máximo Rank	Estatística Traço	5% Valor Crítico	1% Valor Crítico
0	202,0747	47,21	54,46
1	112,2253	29,68	35,65
2	28,3780	15,41	20,04
3	4,0697*1	3,76	6,65
4			

Máximo Rank	Máximo Autovalor	5% Valor Crítico	1% Valor Crítico
0	89,8493	27,07	32,24
1	83,8473	20,97	25,52
2	24,3083	14,07	18,63
3	4,0697	3,76	6,65
4			

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados do Ipea (2019)

Conforme os resultados do teste de co-integração de Johansen, na tabela 8. O modelo analisado (variável dependente: LTN12, variáveis explanatórias: LTN1, LTN3 e LTN6) possui três vetores de co-integração, estabelecendo uma relação de longo prazo entre elas. Ao nível de significância de 1% rejeita-se a hipótese nula de não co-integração (teste de traço) e aceita-se a hipótese nula de co-integração no teste de máximo autovalor. Assim, os resultados mostram que as variáveis LTN1, LTN3 e LTN6 representam três vetores de co-integração. Consequentemente, será possível estimar um modelo de longo prazo entre a variável dependente e as independentes.

Os resultados dos testes de co-integração de Johansen para as Letras do Tesouro Nacional de 1, 3 e 6 meses em função da Letra do Tesouro Nacional de 12 meses encontra-se no apêndice B. Assim, poderá ser estimado os seguintes modelos:

$$a) \widehat{LTN12} = \widehat{\beta}_1 + \widehat{\beta}_2 LTN1_i + u_i$$

$$b) \widehat{LTN12} = \widehat{\beta}_1 + \widehat{\beta}_2 LTN3_i + u_i$$

$$c) \widehat{LTN12} = \widehat{\beta}_1 + \widehat{\beta}_2 LTN6_i + u_i$$

$$d) \widehat{LTN12} = \widehat{\beta}_1 + \widehat{\beta}_2 LTN1_i + \widehat{\beta}_3 LTN3_i + \widehat{\beta}_4 LTN6_i + u_i$$

4.2.4 Regressão normalizada por Johansen

As tabelas 9 a 12 a seguir apresentam os resultados das regressões normalizadas por Johansen. Pode-se observar, para as três regressões, que elas são consistentes, dados seus elevados índices do Log de máxima verossimilhança, todas significantes a 1%. A quantidade de lags para cada uma das regressões foi calculada com base no critério de informação de Akaike e Schwarz.

A tabela 9 mostra que o aumento de 1% na LTN1 gera um impacto linearizado de 1,03851 na variável dependente (LTN12). Contudo, essa passagem não se dá no curto prazo, dado que o termo defasado de erro em 1 período é não significativo. Assim, a variação na LTN1 não afeta a LTN12 no curto prazo, somente no longo prazo.

Tabela 9 - Regressão normalizada por Johansen, LTN12 e LTN1

Variável	Coefficiente	Erro padrão
LTN1	1,03851**	0,0320738
Constante	-0,0414524**	
Δu_{t-1}	0,0340568 ^{NS}	
Log de máxima verossimilhança		
**927,8242		
Número de observações		
227		

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados do Ipea (2019)

*lags (2) **Significante a 1%. NS: Não significativa

O resultado da tabela 10 a seguir mostra que o aumento de 1% da taxa de juros da LTN3, gera um impacto linearizado de 0,9950067 sobre a rentabilidade da LTN12. Entretanto, esse modelo é incompatível no curto prazo, dado que o termo de erro defasado em 1 período, não é estatisticamente significativo. Logo, o modelo estimado só explica as relações que acontecem no longo prazo entre a LTN12 e a LTN3.

Tabela 10 - Regressão normalizada por Johansen, LTN12 e LTN3

Variável	Coefficiente	Erro padrão
LTN3	0,9950067**	0,0257301

Continua

Conclusão

Variável	Coefficiente	Erro padrão
Constante	0,0668331**	
Δu_{t-1}	0,0494065 ^{NS}	
Log de máxima verossimilhança		
**943,8856		
Número de observações		
227		

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados do Ipea (2019)

*lags (2) **Significante a 1%. NS: Não significativa

A tabela 11 abaixo mostra que o aumento de 1% da taxa de juros da LTN6, gera um aumento linearizado de 0,9801763 sobre a LTN12. Ao analisar o termo de erro defasado em 1 período, os resultados apontam que ele não é estatisticamente significativo. Portanto, o modelo final só explica as relações entre a LTN6 e a LTN12 no longo prazo.

Tabela 11 - Regressão normalizada por Johansen, LTN12 e LTN6

Variável	Coefficiente	Erro padrão
LTN6	0,9801763**	0,0184525
Constante	0,0954503**	
Δu_{t-1}	0,0894653 ^{NS}	
Log de máxima verossimilhança		
**1049,833		
Número de observações		
227		

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados do Ipea (2019)

*lags (2) **Significante a 1%. NS: Não significativa

A tabela 12 a seguir mostra a relação entre a variável dependente (LTN12) e as variáveis explanatórias (LTN1, LTN3 e LTN6). Os resultados apontam o comportamento em conjunto de todas as variáveis analisadas nessa pesquisa. Assim o aumento de 1% da LTN1 gera um aumento linearizado de 3,687028 na LTN12. O aumento de 1% na LTN3 gera uma redução linearizada de -7,022175 na LTN12. Já o aumento de 1% da LTN6 gera um aumento linearizado de 4,371127 na LTN12.

Quando analisado a defasagem do termo de erro em 1 período, observa-se que ele é estatisticamente não significativo, sendo assim o modelo não está em equilíbrio de curto prazo. Portanto, essas relações são ocorrem no longo prazo.

Tabela 12 - Regressão normalizada por Johansen, LTN12, LTN1, LTN3 e LTN6

Variável	Coefficiente	Erro padrão
LTN1	3,687028**	0,2884105
LTN3	-7,022175**	0,4868072
LTN6	4,371127**	0,2198342
Constante	0,0828091**	
Δu_{t-1}	0,0204669 ^{NS}	
Log de máxima verossimilhança		
**2555,842		
Número de observações		
227		

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados do Ipea (2019)

*lags (2) **Significante a 1%. NS: Não significativa

Considerando que nenhum dos modelos estão em equilíbrio de curto prazo, as seguintes funções representam o modelo final de longo prazo:

$$\ln \widehat{LTN12} = -0,0414524 + 1,03851 \ln LTN1_i \quad (4.1)$$

$$\ln \widehat{LTN12} = 0,0668331 + 0,9950067 \ln LTN3_i \quad (4.2)$$

$$\ln \widehat{LTN12} = 0,0954503 + 0,9801763 \ln LTN6_i \quad (4.3)$$

$$\ln \widehat{LTN12} = 0,082809 + 3,68702 \ln LTN1_i - 7,02217 \ln LTN3_i + 4,37112 \ln LTN6_i \quad (4.4)$$

A função 4.4 demonstra como ocorre a dinâmica do mercado de títulos, pois ela utiliza a interação entre todas as LTN até aqui analisadas. Consequentemente é a função que melhor representa o comportamento das taxas de juros.

5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES

A finalidade desse trabalho foi investigar a estrutura a termo da taxa de juros para Letras do Tesouro Nacional, afim de verificar como os títulos de curto prazo interagem com os títulos de maior vencimento. De acordo com análises bibliográficas existem três teorias que melhor explicam essa interação, a teoria das expectativas racionais, a teoria da preferência pela liquidez e a teoria da segmentação de mercado.

Os resultados obtidos através da análise econométrica das taxas de juros de LTN, indicam que a teoria clássica da HER, representada matematicamente através da ideia de arbitragem (equação 3.1, página38) não consegue explicar as relações existentes no mercado brasileiro de títulos.

Atualmente a teoria das expectativas racionais é um dos paradigmas da ciência econômica e trabalha com o pressuposto de que os agentes são maximizadores de informação, algo bem plausível ao mercado financeiro. No entanto é considerado implicitamente que as expectativas subjetivas convergem rapidamente em objetiva, significando que as informações são interpretadas da mesma forma por diferentes agentes, tratando-se de uma hipótese forte.

A teoria novo clássica objetivou corrigir incongruências da teoria clássica, através da associação entre a HER e a teoria da preferência pela liquidez. As regressões que foram estimadas utilizando apenas uma variável explanatória, podem ser satisfatoriamente explicadas pela representação matemática desse modelo (equação 3.3, página 39).

Contudo ao inserir três variáveis explanatórias na função de regressão final. Constata-se que a teoria novo clássica não consegue traduzir a dinâmica do modelo, provocada por oscilações de oferta e demanda dos títulos de acordo com suas diferentes maturidades.

Nesse sentido, a teoria da segmentação de mercado mostra-se relevante, pois explica os preços e as rentabilidades dos títulos em função da lei da oferta e da procura. Entretanto, deve-se relaxar a hipótese de que cada agente prefere atuar num determinado segmento do mercado de títulos com dada maturidade.

Vale ressaltar que os investidores constantemente buscam maximizar o trade-off risco/retorno. Sendo assim, as preferências são rapidamente modificadas de acordo com oportunidades de mercado, ocasionadas inclusive pela irracionalidade

dos agentes. Considerando que a incerteza permeia as decisões econômicas e financeira a melhor escolha será optar por portfólios diversificados.

No tocante a regressão final que engloba três variáveis explanatórias, ela pode ser interpretada através da combinação entre a teoria novo clássica e a teoria de segmentação de mercado. Assim, a taxa de juros de longo prazo é igual a média das taxas de juros de curto prazo corrente e futura somadas a flutuação a termo (equação 3.6, página 40). Esse modelo possibilita também compatibilizar surtos de irracionalidade que podem ser representados através das condições de mercado.

A economia é dinâmica e deve ser interpretada de tal forma, portanto esse trabalho apontou como solução inicial o relaxamento de hipóteses estáticas, através da combinação de diferentes perspectivas utilizadas na investigação da estrutura a termo da taxa de juros. Como sugestões para trabalhos futuros pode-se fazer uma análise comparativa das teorias das expectativas racionais, da preferência pela liquidez e da segmentação de mercado, afim de identificar alguns pontos de equilíbrio entre elas.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira das Entidades dos Mercados Financeiros e de Capitais – Anbima. **Conselho de regulação e melhores práticas de negociação de instrumentos financeiros**. Brasil: Anbima, 2019. Disponível em <<http://www.anbima.com.br/data/files/DA/C7/CB/00/23BF95104FEB5B9568A80AC2/Deliberacaoon20.pdf>> Acesso em 08 jun. 2019.

ANDRADE, Rogério P. **A construção do conceito de incerteza**: uma comparação das contribuições de Knight, Keynes, Shackle e Davidson. Belo Horizonte: Nova Economia, v.21 n.2, mai/ago. 2011.

ASSAF, Neto Alexandre. **Mercado Financeiro**. 13.ed. São Paulo: Atlas,2017

BALDUSCO, Diego. **Testes de racionalidades das expectativas de inflação no Brasil**. 81 folhas. Monografia – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

BODIE, Z; KANE, A; MARCUS, A. J. **Investimentos**. 10.ed. Porto Alegre: AMGH, 2016.

BREUSCH, Trevor, S. **Testing for autocorrelation in dynamic linear models**. Australian: Economic papers, 1978.

BUSSAB, Wilton O; MORETTIN, Pedro A. **Estatística básica**. 6. ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

CARVALHO, J. Fernando Cardim et al. **Economia monetária e financeira**: Teoria e política. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2015.

CARVALHO, José L. **Ensaio econômico da EPGE**: Análise de séries de tempo e modelos de formação de expectativas. 25 páginas. Artigo – Instituto Brasileiro de Economia da Fundação Getúlio Vargas, 1973.

DORNBUSCH, R; FISCHER, S; STARTZ, R. **Macroeconomia**. Porto Alegre: AMGH, 2013.

DURBIN, J.; WATSON, G. S. **Testing for serial correlation in least-squares regression**. v.38. England: Biometrika, 1951.

FERREIRA, Roberto G. **Matemática financeira aplicada: mercado de capitais, análise de investimentos, finanças pessoais e tesouro direto**. São Paulo: Editora Atlas S.A, 2014.

FIGUEROA, Javier Galán. **Políticas y modelos en Tinbergen y Muth**. México: Elsevier. Revista Universidad Nacional Autónoma de México. v.2015, n.390, ene/feb. 2015. Disponible en: <<http://www.elsevier.es/es-revista-economia-informa-114articulo-politicas-modelos-tinbergen-muth-S0185084915300050>> Acceso en: 29 may. 2018.

FRIEDMANN, Renato. **Crise de confiança e estrutura a termo da taxa de juros**. 121 páginas. Dissertação - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2000.

GLEISER, Ilan. **Caos e complexidade: A evolução do pensamento econômico**. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

GODFREY, Leslie. G. **Testing against general autoregressive and moving average error models when the regressor includes lagged dependent variables**. Econometric, 1978.

GUJARATI, Damodar N. PORTER, Dawn C. **Econometria básica**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.

Instituto de pesquisa econômica aplicada. **Taxa de juros prefixada – Séries históricas**. Brasil: Ipeadata, 2019. Disponível em <<http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx>> Acesso em 10 mai. 2019.

KEYNES, Jonh Maynard. **A teoria geral do emprego, do juro e da moeda.** São Paulo: Editora Nova Cultura LTDA, 1936.

KNIGHT, Frank Hyneman. **Risk, uncertainty, and profit.** New York: Reprints of economic classics, 1964. Available in: <https://mises.org/sites/default/files/Risk%20,%20Uncertainty,%20and%20Profit_4.pdf > Access in: 06 may 2018.

LICHA, Antonio Luis. **Teoria da política monetária:** uma abordagem em nível intermediário. Rio de Janeiro: Editora Alta Books, 2015.

LIMA, Fabiano Guasti. **Análise de riscos.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2018

LUCAS, Robert E. Jr. **Some International Evidence on Output-Inflation Tradeoffs.** The American Economic Review, V. 63, N. 3 p. 326-334, jun. 1973 Available in <<https://www.jstor.org/stable/1914364> > Access in: 25 jun. 2018.

LUCAS, Robert E. Jr. **Econometric Policy Evaluation: A Critique.** North Holland: Elsevier Science, 1976. Available in: <<http://people.bu.edu/rking/SZGcourse/lucascr.pdf>> Access .in: 25/06/2018.

MARKOMITZ, Harry. **Portfolio selection.** The Journal of Finance, 1.ed. Mar 1952.

MARSHALL, Alfred. **Princípios de economia:** tratado introdutório. São Paulo: Editora Nova Cultura LTDA, 1890.

MUTH, Jonh F. **Rational Expectations and the Theory of Price Movements.** The Econometric Society, v. 29, jul. 1961. Available in: < https://www.fep.up.pt/docentes/pcosme/S-E-1/se1_trab_0910/se1.pdf> Access in: 05 apr. 2018.

PÓVOA, Alexandre. **Valuation:** como precificar ações. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

SIMON, Herbert A. **Dynamic Programming Under Uncertainty with a Quadratic Criterion Function.** The Econometric Society, V. 24, N. 1, p. 74-81, Jan 1956.

Available in: <[https://www.jstor.org/stable/1905261?newaccount=true&readnow=1&seq=1#pagescan tab_contents](https://www.jstor.org/stable/1905261?newaccount=true&readnow=1&seq=1#pagescan%20tab_contents)> Access in: 02 jun. 2018.

SIMONSEN, Mário Henrique. **Keynes versus expectativas racionais**. 12 folhas. Artigo. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 1986. Disponível em: <<file:///C:/Users/USER/Downloads/expectativas%20racionais%20x%20keynes.pdf>> Acesso em: 01 jul. 2018.

SMITH, Adam. **A riqueza das nações**: investigação sobre sua natureza e causa. Vol. 2 São Paulo: Nova Cultural. 1776.

STN. **Sistema de séries temporais: Letras do Tesouro Nacional**. Disponível em <<https://sisweb.tesouro.gov.br/apex/f?p=2031:2:0>> Acessado em: 08 mai. 2019.

STN. **Conheça o Tesouro Direto**. Disponível em: <<http://www.tesouro.gov.br/web/stn/-/conheca-o-tesouro-direto>> Acessado em: 27 abr. 2019.

THEIL, H. **A note on certainty equivalence in dynamic**. The Econometric Society. V 25, apr. 346-349. 1957.

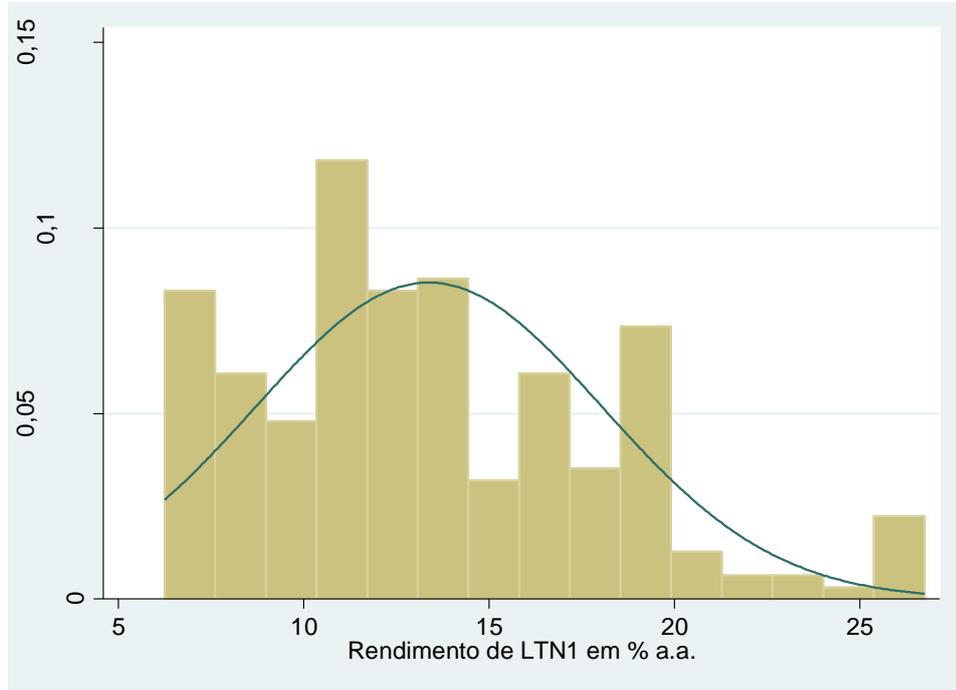
TINBERGEN, Jan. **On the theory of economic policy**. North-Holland Publishing Company, Amsterdam. Available in: <[file:///C:/Users/USER/Downloads/TITEL%20\(1\).PDF](file:///C:/Users/USER/Downloads/TITEL%20(1).PDF)> Access in: 29 apr. 2018.

TOBIN, J. **Liquidity Preference as Behavior Towards Risk**. Publishing: The Review of Economic Studies, Vol. 25, No. 2 Feb., 1958, pp. 65-86 Available in: <<http://web.uconn.edu/ahking/Tobin58.pdf>> Access in: 22 may. 2019.

VELASCO, Valentim. **O modelo dinâmico de teia de aranha e a expectativa**. 2002. Disponível em: <[file:///C:/Users/USER/Downloads/A6REN7%20\(2\).PDF](file:///C:/Users/USER/Downloads/A6REN7%20(2).PDF)> Acesso em: 06 abr. 2018.

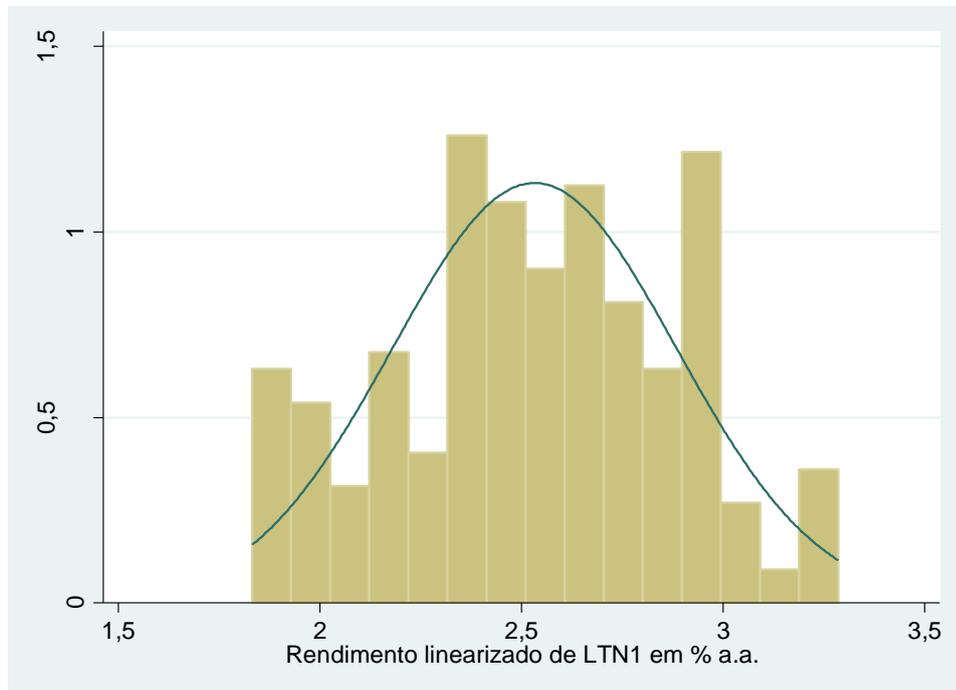
APÊNDICE A – HISTOGRAMAS DE LTN

Gráfico 7 - Histograma do rendimento de LTN1



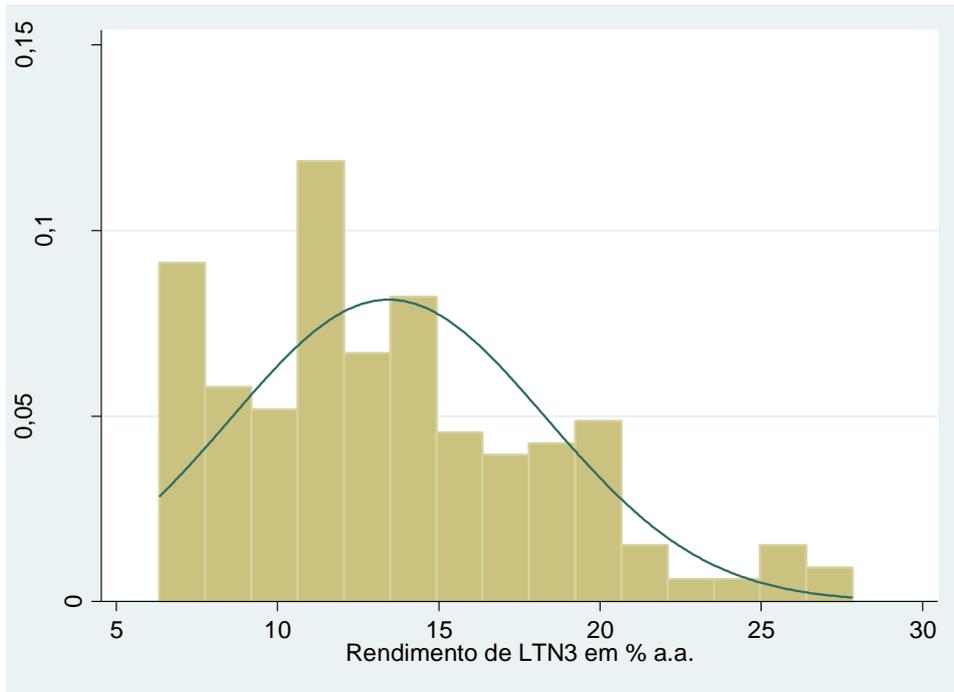
Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados do Ipea (2019)

Gráfico 8 - Histograma do rendimento de LTN1 linearizado



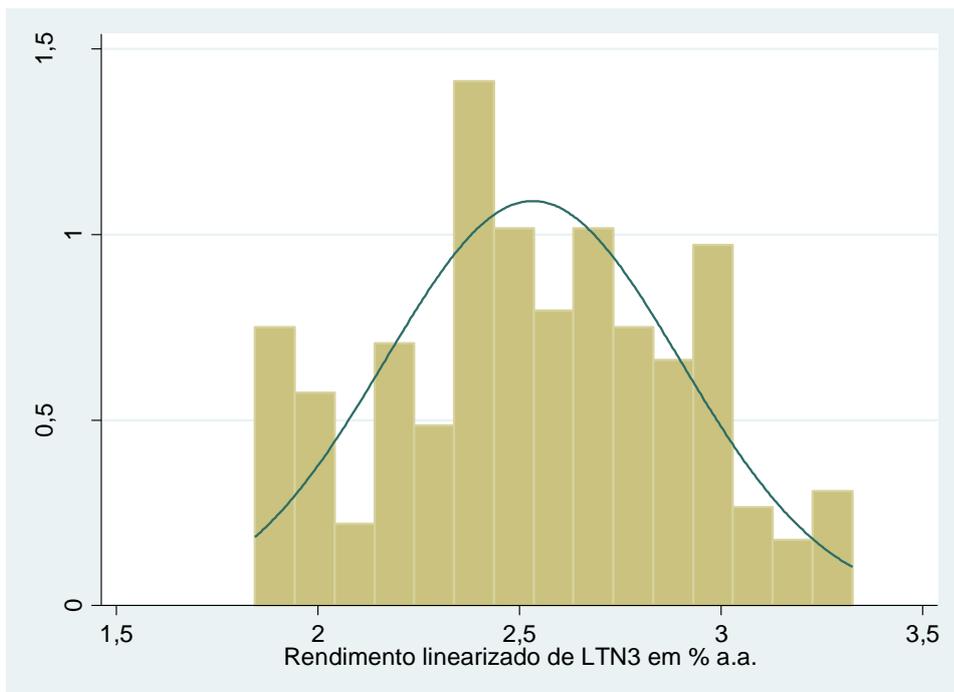
Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados do Ipea (2019)

Gráfico 9 - Histograma do rendimento de LTN3



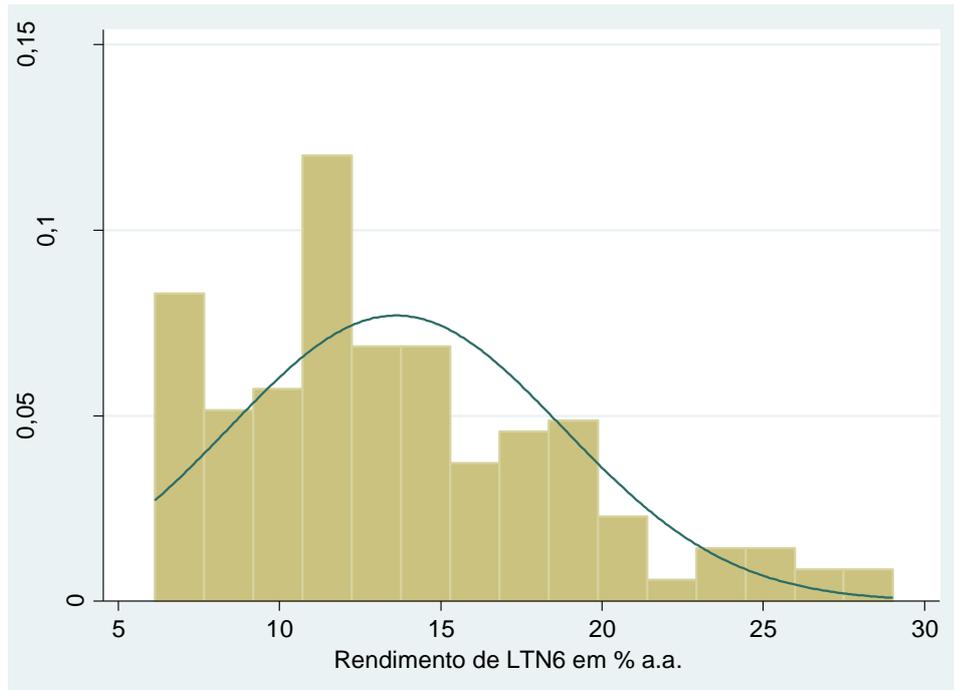
Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados do Ipea (2019)

Gráfico 10 - Histograma do rendimento de LTN3 linearizado



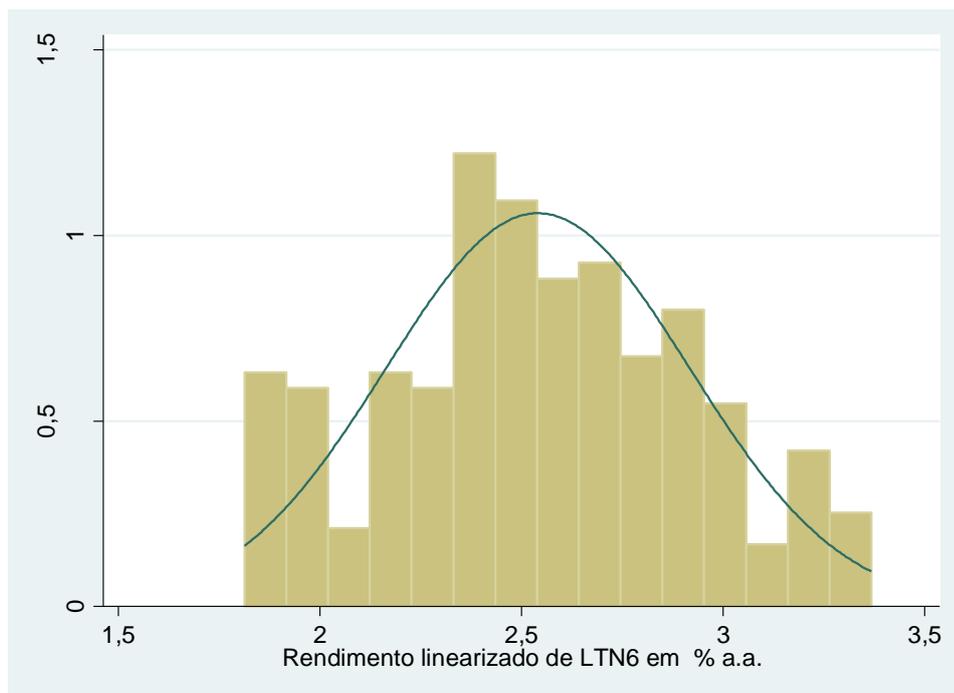
Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados do Ipea (2019)

Gráfico 11 - Histograma do rendimento de LTN6



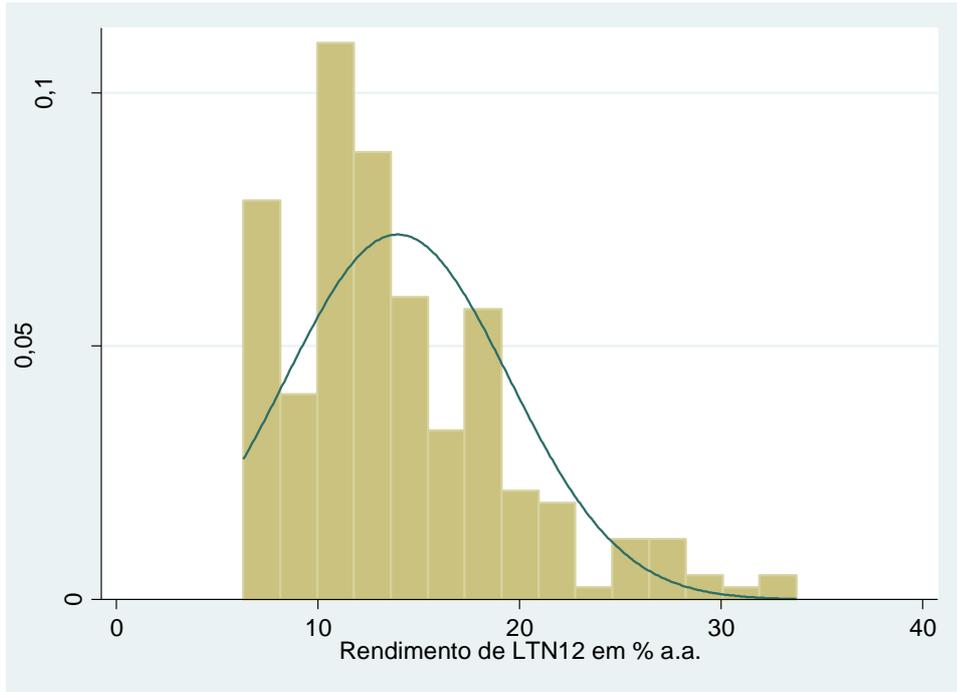
Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados do Ipea (2019)

Gráfico 12 - Histograma do rendimento de LTN6 linearizado



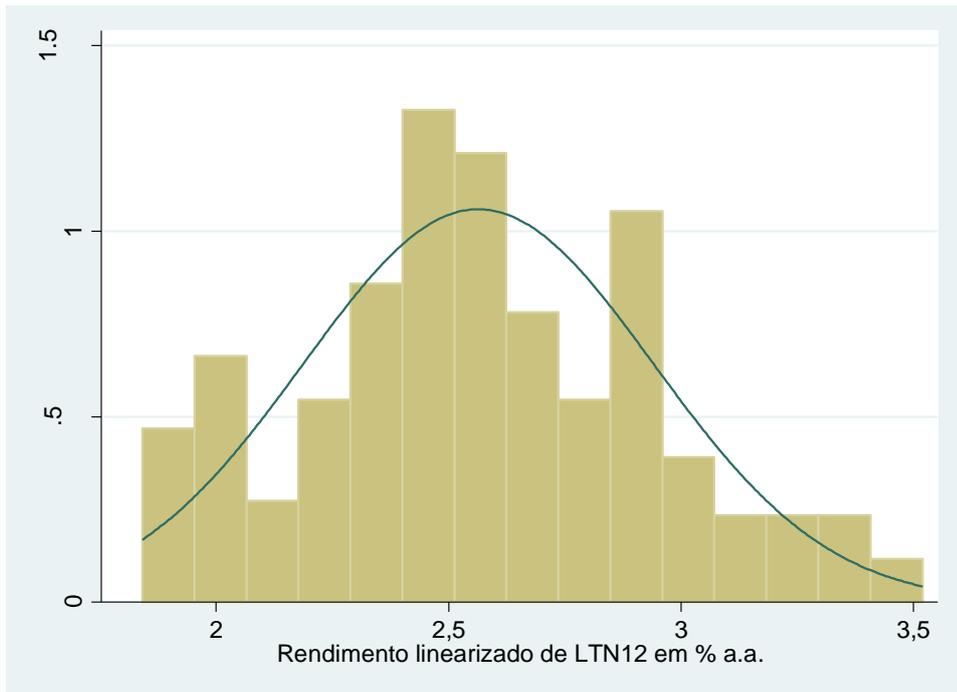
Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados do Ipea (2019)

Gráfico 13 - Histograma do rendimento de LTN12



Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados do Ipea (2019)

Gráfico 14 - Histograma em log do rendimento de LTN12



Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados do Ipea (2019)

APÊNDICE B – TESTE DE CO-INTEGRAÇÃO COM DUAS VARIÁVEIS

Tabela 13 - Resultados do Teste de Co-integração de Johansen, LTN12 e LTN1

máximo rank	estatística traço	5% valor crítico	1% valor crítico
0	59,2469	15,41	20,04
1	4,1081*1	3,76	6,65
2			

máximo rank	máximo autovalor	5% valor crítico	1% valor crítico
0	55,1388	14,07	18,63
1	4,1081	3,76	6,65
2			

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados do Ipea (2019)

Tabela 14 - Resultados do Teste de Co-integração de Johansen, LTN12 e LTN3

máximo rank	estatística traço	5% valor crítico	1% valor crítico
0	53,5022	15,41	20,04
1	3,7340*1*5	3,76	6,65
2			

máximo rank	máximo autovalor	5% valor crítico	1% valor crítico
0	49,7682	14,07	18,63
1	3,7340	3,76	6,65
2			

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados do Ipea (2019)

Tabela 15 - Resultados do Teste de Co-integração de Johansen, LTN12 e LTN6

máximo rank	estatística traço	5% valor crítico	1% valor crítico
0	37,2308	15,41	20,04
1	3,0504*1*5	3,76	6,65
2			

máximo rank	máximo autovalor	5% valor crítico	1% valor crítico
0	34,1803	14,07	18,63
1	3,0504	3,76	6,65
2			

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados do Ipea (2019)

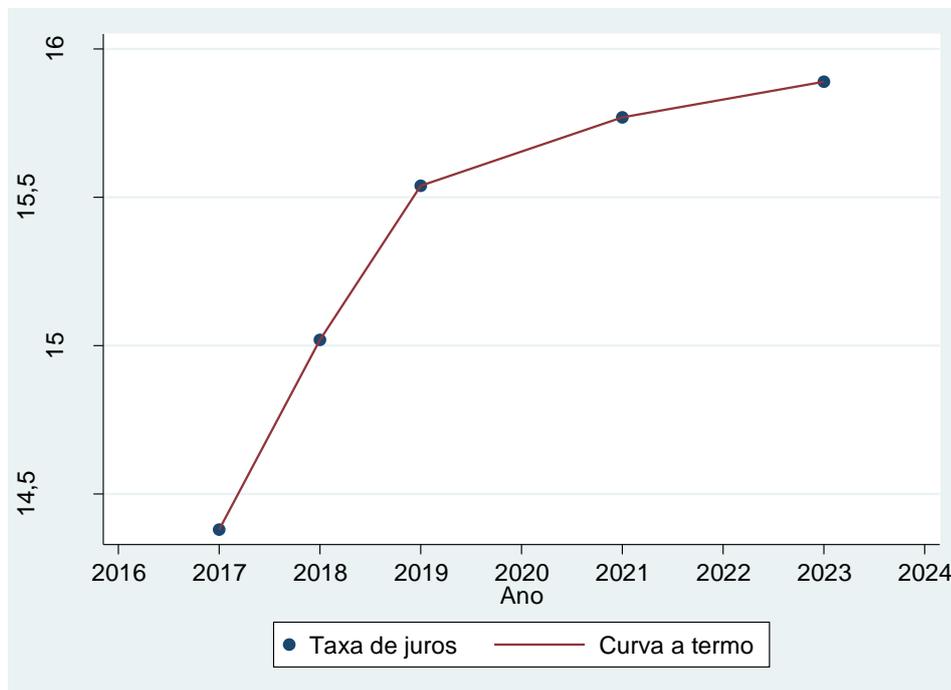
APÊNDICE C – CURVA DE RENDIMENTOS

A Curva de rendimento (ou yield curve) geralmente é construída para os *zero coupon bonds*, esse gráfico é um instrumento de extrema importância para o mercado financeiro, pois através dele pode-se precificar os ativos de renda fixa e determinar os valores justos das taxas de juros dos títulos.

Os dados plotados nos gráficos 15 e 16 a seguir foram fornecidos pelo Secretaria do Tesouro Nacional e equivalem as taxas de juros de LTN na data 01/02/2016 e 01/02/2019. Na estimação das curvas de rendimentos foi utilizado o método de interpolação linear.

As duas datas refletem situações distintas do mercado, a primeira remete a um dia de alta volatilidade das taxas de juros, ocorrendo a suspensão temporária do Tesouro Direto, já a segunda traduz a normalidade do mercado de títulos. Quanto ao ano em, 2016 o Brasil atravessou por um dos períodos mais conturbados de sua história recente, mudanças macroeconômicas externas imergiram o país numa profunda crise econômica, agravada por fatores internos que culminaram no impeachment da então presidente Dilma Rousseff. Já o ano de 2019, representa a contemporaneidade e o início de um novo ciclo político.

Gráfico 15 - Curva de rendimentos de LTN na data 01/02/2016



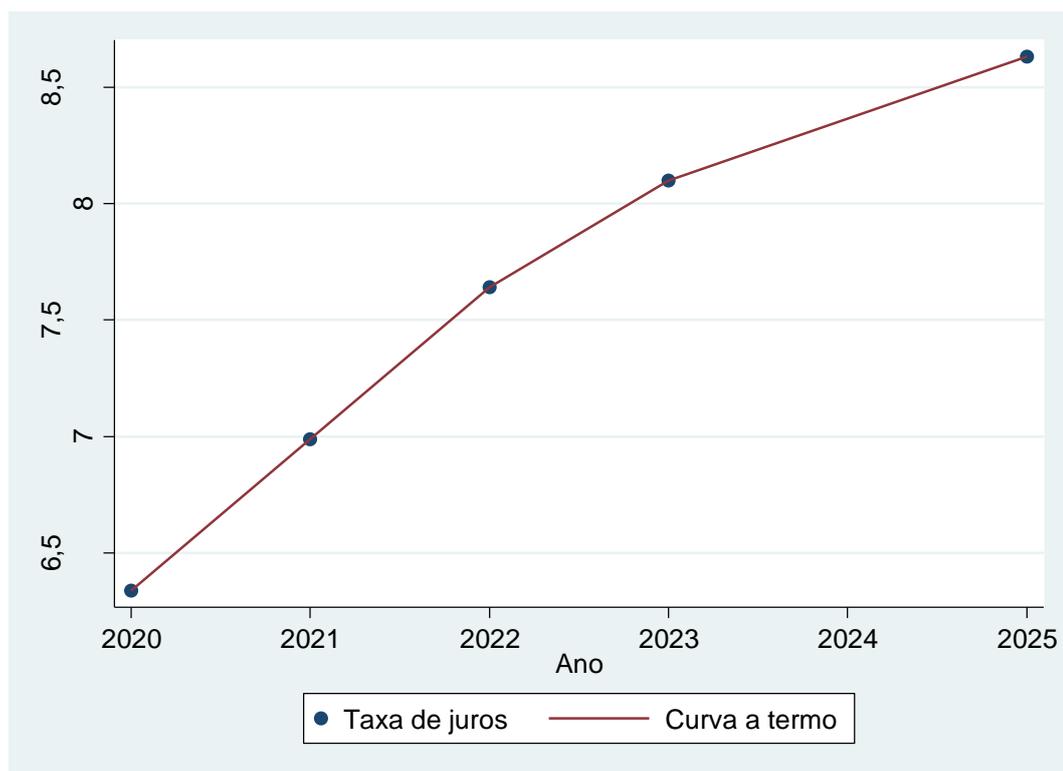
Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados da STN (2019)

Conforme a STN (2019) em momentos de volatilidades as taxas de juros ficam bem distintas das definidas previamente pelo Tesouro Direto, tornando os preços para investimentos e resgates incompatíveis com as condições de normalidade do mercado. Diante de tais condições ocorre a suspensão temporária das negociações, com o objetivo de garantir que as operações do mercado sejam efetivadas a preços e taxas justas.

O gráfico 15 mostrou o comportamento da curva de rendimentos, no dia em que ocorreu a suspensão temporária das negociações do Tesouro Direto. Contudo a curva a termo continua ascendente (comportamento normal da curva de rendimentos). Porém observar-se que a partir das LTN com vencimentos em 2019, acontece a queda marginal na rentabilidade dos títulos. Todavia, o mecanismo de suspensão do Tesouro Direto, mostra-se eficiente no controle das oscilações das taxas de juros de títulos públicos.

O gráfico 16 abaixo destaca uma trajetória bem linear da curva a termo no dia de funcionamento normal do mercado de títulos.

Gráfico 16 - Curva de rendimentos de LTN na data 01/02/2019



Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados da STN (2019)