Universidade de Brasília (UnB)
Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão Pública (FACE)
Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais (CCA)
V Curso de Especialização em Mercado Financeiro e Investimentos

Guilherme Barbosa Pelegrini

DETERMINANTES DO SPREAD DE COMPRA E VENDA NO MERCADO SECUNDÁRIO DE TÍTULOS PÚBLICOS NO BRASIL

Brasília, DF
2018

Professora Doutora Márcia Abrahão Moura
Reitora da Universidade de Brasília

Professor Doutor Sérgio Antônio Andrade de Freitas
Decano de Ensino de Graduação

Professora Doutora Helena Eri Shimizu
Decana de Pós-graduação

Professor Doutor Eduardo Tadeu Vieira
Diretor da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade

Professor Doutor José Antônio de França
Chefe do Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais

Professor Doutor Jorge Katsumi Niyama
Coordenador Geral do Programa Multi institucional e Inter-regional de Pós-graduação em Ciências Contábeis da UnB, UFPB e UFRN

Professor Doutor Paulo Augusto Petenuzzo de Britto
Coordenador de Graduação do curso de Ciências Contábeis – Diurno

Professor Doutor Elivânio Geraldo de Andrade
Coordenador de Graduação do curso de Ciências Contábeis - Noturno

Guilherme Barbosa Pelegrini

DETERMINANTES DO SPREAD DE COMPRA E VENDA NO MERCADO SECUNDÁRIO DE TÍTULOS PÚBLICOS NO BRASIL

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) apresentado ao Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de Brasília como requisito à conclusão do curso de especialização em Mercado Financeiro e Investimentos e obtenção do certificado do curso.

Orientador:
Prof. Otávio Ribeiro de Medeiros, PhD

Linha de pesquisa: Contabilidade e Mercado Financeiro

Área: Econometria Financeira

Brasília, DF
2018

PELEGRINI, Guilherme Barbosa
Determinantes do Spread de Compra e Venda no Mercado Secundário de Títulos Públicos no Brasil / Guilherme Barbosa Pelegrini -- Brasília, 2018.
37. p.

Orientador(a): Prof. Otávio Ribeiro de Medeiros, PhD

Trabalho de Conclusão de curso (Artigo – Pós-graduação Lato Sensu) – Universidade de Brasília, 1º Semestre de 2018.
Bibliografia.

1. Mercado secundário 2. *Bid-ask spread* 3. Liquidez 4. Títulos públicos. Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais da Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão Pública da Universidade de Brasília. II. Título.

CDD –

Guilherme Barbosa Pelegrini

DETERMINANTES DO SPREAD DE COMPRA E VENDA NO MERCADO SECUNDÁRIO DE TÍTULOS PÚBLICOS NO BRASIL

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) defendido e aprovado no Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de Brasília como requisito à conclusão do curso e obtenção de certificado de Especialista em Mercado Financeiro e Investimentos, aprovado pela seguinte comissão examinadora:

Prof. Otávio Ribeiro de Medeiros, PhD
Orientador
Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais
Universidade Brasília (UnB)

Prof. Dr. Bruno Vinícius Ramos Fernandes
Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais
Universidade Brasília (UnB)

Brasília (DF), 17 de maio de 2018.

DETERMINANTES DO SPREAD DE COMPRA E VENDA NO MERCADO SECUNDÁRIO DE TÍTULOS PÚBLICOS NO BRASIL

RESUMO

Compreender as variáveis que levam a uma maior liquidez do mercado secundário de títulos públicos é essencial para a implementação de estratégias que otimizem a gestão da Dívida Pública Federal. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é estimar a influência dos determinantes volume financeiro negociado e maturidade do título na liquidez do mercado secundário, por meio da diferença entre os preços de compra e venda daqueles ativos (*bid-ask spread*). A análise da medida de liquidez foi segmentada por tipo de título, sendo estudados os seguintes papéis: LTN, NTN-F e NTN-B. Para cada tipo de título foi montado um painel desbalanceado, composto por uma série temporal diária e dados cross-seccionais representados pelos diversos vencimentos de cada tipo de título. Para obtenção dos resultados, estimaram-se regressões agrupadas (*pooled regressions*) usando mínimos quadrados ordinário (MQO), método também é conhecido como POLS (*Pooled Ordinary Least Squares*). Em todos os modelos testados, observou-se que os regressores volume financeiro e maturidade foram capaz de explicar a variável *bid-ask spread*. Além disso, a variável volume financeiro apresentou uma relação negativa com a medida *bid-ask spread*, enquanto que a variável maturidade expôs uma relação positiva. Os resultados foram consistentes com a teoria de que títulos com maturidades mais longas tendem a incorporar maiores *spreads*, pois carregam maiores riscos financeiros em caso de perturbações no mercado. Já os títulos negociados em grandes volumes financeiro estão propensos a apresentar *spreads* menores, sendo este resultado compatível com o raciocínio de que títulos que apresentam maior volume de negociação possuem maior liquidez, pois reduz o risco de preço dos *dealers* diante dos ajustes de portfólio.

Palavras-chaves: liquidez, *spread* de compra e venda, títulos públicos, mercado secundário, Brasil.

ABSTRACT

Understanding the variables leading to greater liquidity in the secondary market for government securities is essential for designing strategies that optimize the Brazilian public debt management. In this sense, the purpose of this paper is to estimate the impact of the determinants of trading volume and remaining-time-to-maturity in the liquidity of the secondary market, by measuring the realized bid-ask spread. The analysis of liquidity was segmented by type of bonds, namely: LTN, NTN-F and NTN-B. For each type of bond, an unbalanced panel was built by pooling daily time series and cross-sectional data involving bonds with different maturities for each type of bond. The empirical results were obtained by estimating the regression coefficients by pooled regression least squares (POLS). In all models tested, we find that financial trading volume and maturity regressors were able to explain the bid-ask spread. Besides, the financial trading volume has a negative relationship with the bid-ask spread, while the maturity variable presents a positive relationship. The results were consistent with the theory that bonds with longer maturities tend to convey higher spreads because they carry greater financial risk in case of market disruption. On the other hand, bonds traded in large financial volumes are prone to lower spreads, which is consistent with the reasoning that securities with higher trading volumes have greater liquidity, reducing the price risk for dealers when portfolio adjustments occur.

Key words: liquidity, bid-ask spread, government securities, secondary market, Brazil.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 9
1.1 Problema de Pesquisa 9
1.2 Objetivos 10
1.2.1 Objetivos específicos 10
1.3 Justificativa 10
1.4 Delimitação do Estudo 10
1.5 Estrutura do Trabalho 10
2 REFERENCIAL TEÓRICO 11
2.1 Mercado Secundário de Títulos Públicos no Brasil 11
2.2 Liquidez 12
2.2.1 Spread de compra e venda 13
2.3 Estudos Empíricos 14
2.4 Desenvolvimento das Hipóteses de Pesquisa 15
3 METODOLOGIA 16
3.1 Fonte de Dados e Amostra 16
3.2 Modelo Utilizado 16
3.3 As Variáveis 17
3.4 Métodos Estatísticos e Econométricos 18
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS 19
4.1 Resultado dos Testes de Raiz Unitária 20
4.2 Resultado dos Testes de Normalidade dos Resíduos 21
4.3 Resultado dos Testes de Heteroscedasticidade 21
4.4 Resultado dos Testes de Autocorrelação dos Erros 21
4.5 Resultado das Regressões para a LTN 21
4.6 Resultado das Regressões para a NTN-F 22
4.7 Resultado das Regressões para a NTN-B 22
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 23
REFERÊNCIAS 24
ANEXO I – Equações para cálculo dos preços dos títulos 26
ANEXO II – Resultado dos testes de raiz unitária 27
ANEXO III – Resultado dos testes de normalidade dos resíduos 33
ANEXO IV – Resultado dos testes de heteroscedasticidade 34
ANEXO V – Resultado das regressões 37

1 INTRODUÇÃO

A gestão da Dívida Pública Federal visa suprir de forma eficiente as necessidades de financiamento do governo federal, ao menor custo possível no longo prazo, respeitando-se a manutenção de níveis prudentes de risco e, adicionalmente, buscando contribuir para o bom funcionamento do mercado brasileiro de títulos públicos. Uma das diretrizes para alcance desse objetivo é o aumento da liquidez dos títulos públicos federais no mercado secundário, no qual os títulos públicos emitidos no mercado primário (leilões ou outro tipo de oferta pública) são negociados livremente entre investidores (STN, 2018b).

Um mercado secundário líquido gera maior transparência dos parâmetros de preços e, consequentemente, o comprador do título exige um prêmio menor para adquiri-lo, reduzindo assim o custo para o emissor e, consequentemente, o risco de refinanciamento (SILVA; CARVALHO; MEDEIROS, 2009). Além disso, a liquidez no mercado secundário aumenta a eficiência do sistema financeiro como um todo ao permitir que a curva de juros dos títulos do governo esteja bem precificada e sirva como *benchmark* para precificação de outros instrumentos financeiros.

O conceito de liquidez de um título pode ser entendido como a relação entre a capacidade de compra e venda do ativo e o respectivo impacto nos seus preços de mercado. Assim, mercados líquidos e transparentes implicam em títulos com diferenças mais justas entre seus preços de compra e venda (*spread)*, assim como na possibilidade de se realizar transações de grande monta sem provocar alta flutuação nos preços (STN, 2018a).

As duas medidas de liquidez mais comumente encontradas na literatura são o volume negociado em relação ao seu estoque e a diferença entre o preço de compra e venda (*bid-ask spread*), sendo que, para muitos investidores, esta última é a mais importante por expressar o custo de se efetuar uma transação tendo em conta o nível de preços do mercado (DANMARKS, 2018).

Nos Brasil, os trabalhos sobre a liquidez do mercado de títulos públicos são escassos, sendo os mesmos divididos em dois tipos: os que objetivam medir e entender o grau de liquidez do mercado brasileiro e os que analisam as medidas de liquidez e seus determinantes.

Com relação a este segundo grupo os resultados das principais pesquisas sugerem que a medida *bid-ask spread* sofre influência de determinantes como o prazo de maturidade (tempo até o vencimento) dos títulos e o volume financeiro negociado no mercado secundário. Os resultados obtidos mostram que os títulos com maturidade mais longas e com baixo volume negociado apresentam maiores *spreads* de compra e venda (SILVA, 2011; SÁ JUNIOR, 2007).

Diante do exposto, este trabalho busca entender e dimensionar as principais variáveis que afetam a liquidez do mercado de títulos públicos, por meio da medida do *bid-ask spread*. Apesar de já existirem algumas pesquisas nesta linha, o diferencial da pesquisa será o emprego de uma metodologia empírica diferente das referências observadas, além de incorporar a análise também de títulos pós-fixados e não apenas os prefixados.

1.1 Problema de Pesquisa

Tendo em vista que os resultados de pesquisas empíricas sugerem que há uma relação entre a liquidez do mercado secundário de títulos, medida pelo *bid-ask spread,* e as variáveis maturidade e volume financeiro, este trabalho busca responder ao seguinte problema: como a maturidade e o volume financeiro afetam o comportamento dos *spreads* entre os preços de compra e venda dos títulos públicos e, consequentemente, a liquidez dos títulos?

1.2 Objetivos

O objetivo principal deste ensaio foi estimar a influência dos determinantes volume financeiro negociado e maturidade do título na liquidez do mercado de títulos públicos, por meio da medida do *spread* do preço de compra e venda.

1.2.1 Objetivos específicos

a) Avaliar a relação entre a variável *bid-ask spread* (dependente) e as variáveis volume financeiro e maturidade (independentes) por meio de regressões em painel;
b) Testar os modelos para títulos prefixados e indexados ao IPCA;
c) Comparar os resultados obtidos como estudos pretéritos.

1.3 Justificativa

A liquidez é um fator importante para os gestores da Dívida Pública. Mercados de títulos públicos mais líquidos facilitam a implementação de estratégias de financiamento da dívida e permitem que o governo busque de forma mais eficiente a minimização de custos e riscos de seu passivo (SILVA; CARVALHO; MEDEIROS, 2009).

Nesse sentido, compreender as variáveis que levam a uma maior liquidez do mercado secundário é essencial para o desenvolvimento de mecanismos que possam interferir de forma positiva neste segmento.

O presente estudo buscou contribuir com testes empíricos acerca da análise da liquidez do mercado secundário de títulos públicos, utilizando-se de uma metodologia diferente e ampliando o espectro de estudo ao integrar os títulos indexados à inflação.

1.4 Delimitação do Estudo

O presente trabalho delimitou-se a analisar as relações entre as variáveis em epígrafe em períodos mais recentes, uma vez que a ferramenta utilizada para obtenção das taxas de compra e venda passou a divulgá-las apenas no início do ano de 2016.

1.5 Estrutura do Trabalho

Para o desenvolvimento do estudo, foram utilizadas quatro seções adicionais. A Seção 2 apresenta o referencial teórico que traz uma visão rápida do mercado secundário de títulos públicos no Brasil e uma breve revisão sobre os aspectos teóricos do *spread* de compra e venda e seus determinantes. A Seção 3 discorre sobre a metodologia de pesquisa, apresentando as fontes dos dados e os modelos utilizados. A Seção 4 expõe os resultados e as análises para que, em seguida, na Seção 5, sejam apontadas as considerações finais deste estudo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico divide-se em quatro partes. Na primeira, apresenta-se um panorama geral sobre o atual mercado secundário de títulos públicos. Em seguida, é apresentada uma ampliação do conceito de liquidez com um aprofundamento na medida *bid-ask spread*. Por fim, nas duas últimas sessões são expostos os estudos utilizados como referência e as hipóteses da pesquisa.

2.1 Mercado Secundário de Títulos Públicos no Brasil

O mercado secundário brasileiro de títulos públicos é composto por vários ativos financeiros, os quais se encontram detalhados no Decreto nº 9.292, de 23 de fevereiro de 2018. Esses ativos são emitidos pelo Tesouro Nacional, por meio de ofertas públicas competitivas, na modalidade de leilões. Uma vez emitidos, os títulos podem ser livremente negociados entre as partes, formando assim o mercado secundário de títulos públicos (STN, 2018a).

Atualmente, os títulos ofertados pelo Tesouro Nacional em seus leilões são as LTN (Letras do Tesouro Nacional), as NTN-B (Notas do Tesouro Nacional – Série B), as NTN-F (Notas do Tesouro Nacional – Série F) e as LFT (Letras Financeiras do Tesouro).

Abaixo segue uma breve descrição das principais características de alguns desses títulos:

a) **Letras do Tesouro Nacional (LTNs):** são títulos que apresentam um único fluxo de principal pago na data de vencimento do título. O valor unitário do principal a ser pago será sempre de R$ 1.000,00.
b) **Notas do Tesouro Nacional, Série F (NTN-Fs):** são títulos prefixados que pagam cupons de juros semestrais (10% a.a.) e apresentam um único fluxo de principal na data de vencimento, no valor de R$ 1.000,00.
c) **Notas do Tesouro Nacional, Séries B (NTN-Bs):** são títulos pós-fixados que pagam cupons de juros semestrais (6% a.a.) e apresentam um único fluxo de principal na data de vencimento. O valor do principal e dos juros são atualizados, desde a data-base, pelo Índice de Preços ao Consumidor Amplo - IPCA. Assim, no vencimento, esses títulos pagam R$ 1.000,00, corrigidos pelo indexador desde a data-base até a data de resgate.

As negociações de título no mercado secundário ocorrem predominantemente no mercado de balcão, muitas vezes por meio de rodas de negociação (*calls*) organizadas por corretoras (STN, 2018a). Além disso, existem sistemas de negociação eletrônica, como o SISBEX (B3) e o Cetipnet (Cetip), que permitem a negociação eletrônica e o registro de operações realizadas com títulos públicos de renda fixa.

O depositário central dos títulos emitidos pelo Tesouro Nacional é o Sistema Especial de Liquidação e Custódia (SELIC), gerido pelo Banco Central do Brasil e operado em parceria com a Associação Brasileira das Entidades dos Mercados Financeiro e de Capitais (ANBIMA). O SELIC é responsável pela emissão, resgate, pagamento de juros e custódia dos títulos públicos, além da liquidação das operações definitivas registradas em seu ambiente.

Nos últimos anos, o Tesouro Nacional deu uma especial atenção ao desenvolvimento do mercado secundário brasileiro de títulos públicos. De fato, tal órgão vem adotando, desde 1999, uma série de medidas para aumentar a liquidez de seus títulos, com a implementação de algumas medidas que propiciaram, desde então, uma melhora significativa na liquidez dos títulos públicos (SILVA; CARVALHO; MEDEIROS, 2009).

Entre as ações, estava o alongamento dos títulos públicos e o aumento da base de investidores. Além disso, aumentou-se a emissão de títulos prefixados com pagamento de cupom, com o propósito de facilitar a criação de uma curva de juros prefixada de médio prazo mais justa, a qual levaria a uma minimização do custo de financiamento do Tesouro Nacional. Dessa forma, o mercado secundário brasileiro vem apresentando um maior volume na negociação dos instrumentos prefixados e atrelados a índices de preços, acompanhando a melhoria do perfil da dívida observada nos últimos anos, e ainda, negociando títulos mais longos.

Atualmente, o volume financeiro médio diário dos títulos negociados no mercado secundário gira em torno de R$ 30 bilhões, sendo que a maior parte desse volume é referente a negociação de títulos prefixados, cerca de 48%, e de título atrelados a índice de preços, cerca de 35% (STN, 2018c). Além disso, o prazo dos títulos mais negociados, apesar de ter aumentado significativamente nos últimos anos, ainda se apresenta curto. A vida média dos títulos (média ponderada do tempo restante até o vencimento de cada um dos títulos, considerando apenas o principal) é de cerca de seis anos, tendo os prefixados uma vida média de 2,72 anos e os indexados a índices de preços de 12,43 anos (STN, 2018c).

2.2 Liquidez

O conceito de liquidez apresentado na introdução deste trabalho aborda a relação entre a diferença no valor de compra e venda de um ativo e a sua capacidade de absorver choques de preço.

Entretanto, a literatura aprofunda tal conceito, decompondo-o em dimensões, sendo elas: (a) *tightness* (firmeza), expressa a dimensão do custo de uma transação no mercado ao medir a amplitude da diferença entre os preços de compra e venda de um ativo; (b) *depth* (profundidade), expressa a dimensão do volume ao apreciar o impacto nos preços correntes de mercado quando houver uma grande quantidade de um ativo negociada; (c) *resiliency* (resiliência), expressa a dimensão do tempo ao determinar o quão rápido o preço de um ativo volta ao patamar em que se encontrava antes da execução de uma determinada transação e (d) *immediacy* (imediatismo), também expressa a dimensão tempo ao mensurar o intervalo entre a colocação de uma ordem de compra ou venda de um dado ativo e sua efetiva execução (BLACK, 1971; LYBEK et al., 2002).

Dessa forma, um ativo terá alta liquidez se puder ser negociado no mercado com baixo *spread* entre os seus preços de compra e venda; e com baixa volatilidade de seu preço, quando da realização de transações de grande vulto. Concomitantemente, o tempo de retorno do preço ao seu patamar anterior deverá ser pequeno, após um choque, enquanto as ordens deverão ser efetivadas rapidamente.

Medir a liquidez de um mercado consiste então em estimar a principal variável de cada dimensão. O quadro abaixo apresenta as medidas previstas para cada dimensão.

Quadro 1 – Medidas de liquidez por dimensão.

Dimensão	Medidas de Liquidez
1) Firmeza do preço	*Bid-ask spread*
2) Profundidade do preço	Impacto no preço das transações.
3) Resiliência	Número de transações e volume financeiro.
4) Imediatismo	Variações na firmeza e profundidade do preço.

Fonte: Adaptado de Danmarks Nationalbank (2014).

Cada medida, por sua vez, sofre a influência de vários fatores. Dentre eles, são apontados: os custos de transação, estoques do título, prêmios de liquidez, emissão dos títulos

em leilão (*on-the-run*) e maturidade do título (SILVA, 2004). Do ponto de vista microeconômico, tais determinantes podem ser utilizados como mecanismo de controle da liquidez do mercado e da formação de preços.

Este trabalho abordará apenas a dimensão da firmeza do preço, onde será utilizada a medida *bid-ask spread* para verificar a influência de alguns determinantes na liquidez do mercado de títulos. Assim, faz-se necessário esclarecer melhor tal medida.

2.2.1 Spread de compra e venda

Como dito anteriormente, o *bid-ask spread* representa a diferença entre o preço de compra (*bid price*) e o preço de venda (*ask price*), sendo uma das medidas mais utilizadas para se medir a liquidez de um determinado mercado.

Ressalte-se que os preços de compra e venda se referem às ofertas de compra e de venda, as quais, por sua vez, significam a disposição de compradores e vendedores na efetivação de negócios, sem que haja necessariamente a concretização dos mesmos.

De acordo com Demsetz (1968), o *bid-ask spread* expressa diretamente os custos de execução de uma operação referente ao problema da não-simultaneidade entre oferta e demanda. Também pode ser visto como os encargos pagos aos negociadores que estejam dispostos a aguardar o aparecimento da outra parte para negociação, oferecendo a estes o serviço de transação imediata.

O *bid-ask spread* apresenta variações quanto à sua obtenção, dependendo das informações de mercado disponíveis para análise. As mais comuns são o *bid-ask spread* efetivo, *bid-ask spread* realizado e o *bid-ask spread* cotado.

Conforme apregoado por Roll (1984), o *bid-ask* cotado é a diferença entre o preço de compra e o preço de venda registradas nos sistemas de negociação, em um determinado período (diário, por exemplo). Um método para se determinar tal grandeza é utilizar a melhor cotação de compra e a melhor cotação de venda postado pelos diferentes investidores para um determinado ativo e dividir o *spread* obtido pelo ponto médio das cotações dos preços de compra e venda, para se ter uma medida proporcional.

Ainda de acordo com o autor, o *bid-ask* efetivo é o *bid-ask spread* ponderado pelos valores efetivamente negociados aos preços observados. Essa variável serve para mostrar a evolução/melhoria dos preços negociados. Seu cálculo é feito por meio da diferença entre o preço de compra e o preço de venda para a compra e a diferença entre o preço de venda e o preço de compras para vendas, também dividida pelo seu ponto médio.

Por fim, o *bid-ask spread* realizado é calculado pela diferença entre o preço de compra e preço de venda ponderados pelo volume diário.

Nesse trabalho é utilizada a medida do *bid-ask spread* cotado. Para o cálculo da medida são utilizadas as equações apresentadas por Abhyankar et al. (1997), adaptadas para um intervalo de tempo diário:

$$M_{i,j} = \frac{ASK_{i,j} + BID_{i,j}}{2} \tag{2.1}$$

$$Spread_{i,j} = \frac{ASK_{i,j} - BID_{i,j}}{M_{i,j}} \tag{2.2}$$

onde $M_{i,j}$ é o ponto médio entre o preço de venda (*ask price*) e o preço de compra (*bid price*), i caracteriza o ativo, j corresponde a data.

2.3 Estudos Empíricos

Vários são os temas observados em estudos que buscam analisar a liquidez no mercado brasileiro de títulos públicos.

Sbardella (2013), por exemplo, realizou um trabalho cujo objetivo foi estudar a inter-relação entre os mercados de títulos públicos e ações, avaliando aspectos de liquidez e quais variáveis representariam melhor esta relação, verificando também como respondem a um choque. Para isso, o autor utilizou-se de modelos de vetores autorregressivos - VAR, com variáveis de retorno, volatilidade e volume negociado para cada um dos mercados em combinações diferentes das variáveis representativas. De forma geral, o resultado da pesquisa mostrou haver um impacto indireto da liquidez, através dos índices de ações utilizados, na inter-relação entre os mercados. Isto é, havia diminuição da inter-relação com o mercado de títulos públicos quando se alterava, no modelo, o Índice de ações por um menos líquido.

Já Silva (2004) discutiu as relações entre baixa liquidez e problemas de microestrutura no mercado brasileiro de títulos da dívida pública mobiliária federal. Com base na teoria da microestrutura de mercado, a autora defendeu que a baixa liquidez do mercado brasileiro poderia ser explicada por questões decorrentes de microfatores, como o desenho institucional do mercado e as modalidades de negociação, as características dos títulos, e a concentração da base de investidores, além dos conhecidos problemas de natureza macroeconômica. Como resultado, o artigo concluiu que as medidas adotadas nos últimos anos para ampliar a liquidez e melhorar a formação de preços foram inspiradas pela teoria da microestrutura de mercado e ainda não atingiram os objetivos que as inspiraram.

Dos estudos realizados sobre os determinantes da liquidez do mercado secundário de títulos públicos, destaca-se o trabalho de Chakravarty e Sarkar (1999) que examinou os determinantes do *bid-ask spread* realizado no mercado americano de títulos público (tanto governamental quanto municipal) e no mercado americano de títulos privados, através do método dos momentos generalizados (GMM). Dos resultados, foi possível inferir que, nos três mercados, o *spread* decresce com o aumento do volume financeiro, bem como cresce com o aumento do tempo de maturidade do título.

Outro artigo, de Fleming e Sarkar (1999), apresenta um estudo que estima várias medidas de liquidez para o Tesouro Americano (U.S. *Treasury*), à vista (*spot*) e para os mercados de futuros no ano de 1993, e com isso estuda as diversas medidas de liquidez dos derivados e dos ativos subjacentes. Os autores comparam várias medidas para a liquidez no mercado à vista e mercado de futuros: volume de transação, o número de transações, a dimensão das transações e várias medidas de *bid-ask spread* (cotado, efetivo e realizado). Dos resultados encontrados, foi possível inferir que os títulos com maturidade longa têm maior *bid-ask spread* realizado.

Dentro do mesmo tema, mas voltado para o mercado brasileiro, Silva (2011) analisou a liquidez dos títulos públicos prefixados por meio da estimação do *bid-ask spread* cotado, seguida pela estimação de seus determinantes, com base em modelos moldados na estrutura de análise de séries de tempo lineares multivariadas. Os resultados obtidos mostram que os títulos com maturidade mais longas e com baixo volume negociado apresentam maiores *spreads* entre o preço ofertado de compra e o preço ofertado de venda.

Também neste segmento, o trabalho de Sá Júnior (2007), visou avaliar a relevância de variáveis como o volume ofertado e o prazo de vencimento do título na determinação do *spread* de compra e venda do título público prefixado. O estudo baseou-se no trabalho apresentado por Chakravarty e Sarkar (1999) e os testes também foram feitos utilizando-se a técnica do método dos momentos generalizados (GMM). Os resultados encontrados sugerem

que os títulos públicos com prazos de vencimento menores tendem a ter maiores ofertas em termos de volume e, por conseguinte, menores *spreads* de compra e venda.

2.4 Desenvolvimento das Hipóteses de Pesquisa

Tendo em vista os resultados observados nos dois últimos estudos apresentados acima, é possível inferir que o volume financeiro negociado de um título e sua maturidade influenciam no valor do *bid-ask spread* e, consequentemente, na liquidez do mercado. Essa também é a expectativa da presente hipótese de pesquisa, ao pretender verificar se tais variáveis são capazes de afetar o valor do *bid-ask spread*.

Hipótese 1: as variáveis volume financeiro e maturidade são capazes de explicar a variável *bid-ask spread*.

Além disso, os trabalhos mostraram haver uma relação negativa entre o volume negociado de um título e o *bid-ask spread* e uma relação positiva entre a maturidade do título e a liquidez. Assim, formulam-se as hipóteses 2 e 3.

Hipótese 2: a variável volume financeiro possui uma relação negativa com a variável *bid-ask spread.*

Hipótese 3: a variável maturidade possui uma relação positiva com a variável *bid-ask spread.*

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa buscou a execução de um estudo exploratório, empírico, analítico, com a utilização de técnicas de coleta, tratamento, e análise de dados baseado em métodos quantitativos (MARTINS, 2002).

A análise estatística e econométrica foi realizada por meio do *software* Eviews 9.

3.1 Fonte de Dados e Amostra

O processo de amostragem adotado foi não probabilístico por conveniência, onde os títulos foram escolhidos de acordo com o atendimento aos requisitos necessários à pesquisa.

A fonte de dados primários utilizada neste trabalho foi a ferramenta de busca COMPARE, disponibilizada pela ANBIMA. O COMPARE é um sistema eletrônico que permite a busca de dados, a comparação de taxas e a elaboração de gráficos relacionados ao mercado secundário de títulos públicos federais. O sistema contém as seguintes séries históricas: mercado secundário de títulos públicos federais da ANBIMA; taxas, quantidade de títulos, volume financeiro e número de operações registradas no SELIC; taxas de DI futuro e de swaps registrados na BM&FBOVESPA; e os leilões de compra e venda de títulos, realizados pela Secretaria do Tesouro Nacional.

Para esta pesquisa, foram coletadas informações diárias de taxas de ofertas firmes de compra e venda praticadas e de volume financeiro diário de operações definitivas realizadas no mercado secundário de títulos públicos federais. O período dos dados coletados foi de fevereiro de 2016 a fevereiro de 2018.

A análise da liquidez foi segmentada por tipo de título, a saber: i) Letras do Tesouro Nacional (LTN); ii) as Notas do Tesouro Nacional série F (NTN-F); e iii) Notas do Tesouro Nacional série B (NTN-B). A escolha destes ativos deveu-se a sua representatividade no volume financeiro atual negociado no mercado secundário. Também foi levado em conta o fato destes títulos apresentarem as informações necessárias à pesquisa.

No total, foram coletadas 5.604 amostras para a LTN em 20 vencimentos distintos. Para a NTN-F foram coletadas 2.920 amostras para 8 vencimentos. Por fim, a NTN-B dispôs de 6.254 amostras dispersas em 15 vencimentos.

3.2 Modelo Utilizado

Para medir os determinantes da liquidez do mercado de títulos públicos no Brasil, fez-se uso de um modelo de regressão múltipla em painel, com vista a analisar a dinâmica de interação entre o *bid-ask spread*, volume diário negociado e maturidade para cada título da amostra. O modelo empregado na pesquisa parte do modelo empírico utilizado por Silva (2011), adaptado de Chakravarty e Sarkar (1999), o qual segue a seguinte estrutura:

$$S_{it} = \beta_0 + \beta_1 Vol_{it} + \beta_2 Mat_{it} + \varepsilon_{it} \tag{3.1}$$

onde: $\boldsymbol{S_{it}}$ é *bid-ask spread* de um título em um dado período, sendo esta a variável dependente que medirá a liquidez; $\boldsymbol{Vol_{it}}$ é o volume financeiro negociado em um determinado dia para um título; $\boldsymbol{Mat_{it}}$ é a maturidade do título; $\boldsymbol{\beta_0}$ representa o intercepto escalar; $\boldsymbol{\beta_1}$ **e** $\boldsymbol{\beta_2}$ representam os coeficientes das variáveis explicativas; $\boldsymbol{\varepsilon_{it}}$ representa termo de erro do modelo, sendo $\boldsymbol{\varepsilon_{it} \sim N(0, \sigma^2)}$.

O volume de negócios é utilizado no modelo como *proxy* para medir liquidez diária para cada título. Conforme explicado por Chakravarty e Sarkar (1999), maior liquidez faz

com que seja fácil comprar e vender títulos rapidamente, e reduz o risco de preço dos *dealers* diante dos ajustes de estoque. Dessa forma, espera-se que a liquidez tenha uma relação positiva com o volume financeiro do título.

A maturidade do título (tempo até o vencimento, ou o restante da vida de uma obrigação) é utilizada neste modelo como *proxy* para a volatilidade do preço do título. Neste estudo, essa variável foi substituída pela *duration* do papel. A *duration* corresponde à média ponderada dos prazos do fluxo de caixa com o valor presente relativo de cada fluxo de caixa. Serve como uma medida de sensibilidade de preço às variações das taxas de juros de um ativo ou passivo financeiro. Nesse sentido, títulos com *duration* mais curta tendem a ser mais líquidos por apresentarem uma menor oscilação de preços, tendo em vista uma dada variação na taxa de juros. Assim, em função do menor risco de variação na taxa de juros, espera-se que a liquidez tenha uma relação negativa com a *duration* do título.

3.3 As Variáveis

As séries de *bid-ask spread* dos títulos públicos foram construídas sinteticamente a partir das taxas de ofertas firmes de compra e venda, observadas para o período de um dia, fornecidas pela ANBIMA. Para cálculo do *ask price* e do *bid price*, utilizou-se as regras para cálculo de preço e cotação dos títulos públicos federais, fornecidas pela Secretaria do Tesouro Nacional. As equações encontram-se no anexo I. Por fim, empregou-se as equações (2.1) e (2.2) para chegar-se ao *bid-ask spread* cotado.

O cálculo das *durations* seguiu a metodologia proposta por Macaulay (1938) e generalizada por Fisher e Well (1971), em que a maturidade efetiva é obtida pela média ponderada dos prazos de pagamentos dos cupons, trazida a valor presente, conforme a equação abaixo.

$$D = \frac{\sum_{j=1}^{n} \frac{F_j}{(1+i_j)^{d_j}} \cdot d_j}{\sum_{j=1}^{n} \frac{F_j}{(1+i_j)^{d_j}}} \tag{3.2}$$

onde: F_j representa o valor de cada fluxo; i_j a taxa efetiva; e d_j o número de dias úteis até a data de pagamento de cada fluxo.

Os cálculos foram realizados considerando-se o total de dias úteis entre a data de vencimento do título e a data de sua emissão. Além disso, para a taxa de desconto, utilizou-se a taxa indicativa da data de referência fornecida pela ANBIMA no dia da emissão. Para aferir esta variável, foi criada uma *dummy* para os vértices de cada título. Os títulos foram classificados por *duration* conforme o quadro 2.

Quadro 2 – *Durations* utilizadas na definição da variável *dummy*.

Título	*Duration*	Intervalo
LTN	2 anos	*Duration* < 3,5 anos
	4 anos	3,5 anos <= *Duration* < 4,5 anos
NTN-F	5 anos	4,5 anos <= *Duration* < 5,5 anos
	6 anos	5,5 anos <= *Duration* < 7 anos
NTN-B	8 anos	7 anos <= *Duration* < 9 anos
	12 anos	9 anos <= *Duration* < 14 anos
	16 anos	14 anos <= *Duration*

Fonte: elaborado pelo autor.

As informações sobre o volume financeiro foram obtidas diretamente nos registros do SELIC (fonte ANBIMA) considerando apenas as transações realizadas no segmento extragrupo, ou seja, as operações cujo conglomerado da contraparte cedente é diferente do conglomerado da contraparte cessionária.

3.4 Métodos Estatísticos e Econométricos

Para cada tipo de título foi montado um painel desbalanceado, sendo a série temporal diária e os dados cross-seccionais representados pelos diversos vencimentos de cada tipo de título. O desbalanceamento do painel deveu-se, principalmente, pelo ciclo da vida dos títulos, os quais ao longo do período da amostra entram e saem do painel.

A análise por meio de dados em painel possibilita avaliar conjuntamente as relações das variáveis por período (*cross-section*) e na dinâmica temporal (*time-series*). Para obtenção dos resultados, estimou-se regressões agrupadas (*pooled regressions*) usando mínimos quadrados ordinário (MQO), método também é conhecido como POLS (*Pooled Ordinary Least Square*), o qual envolve estimar uma equação simples com todas as observações temporais sendo empilhadas em uma única coluna de dados, o que pressupõe que o valores médios das variáveis e as relações entre eles são constantes ao longo do tempo e através de todas as unidades transversais na amostra (GUJARATI, 2004).

Para verificar a validade dos modelos, foram realizados os seguintes testes:

a) **Teste de Raiz Unitária:** verifica se as variáveis do modelo são não-estacionárias, ou seja, se as variáveis cujos dados são séries temporais apresentam tendência de crescimento de longo prazo sem reversão à média. Em geral, regressões com a presença de variáveis não-estacionárias são regressões espúrias, que geram resultados não confiáveis (BROOKS, 2014). Para verificar a estacionariedade das variáveis foi aplicado o teste de Dickey-Fuller Aumentado.
b) **Teste de Normalidade dos Resíduos:** verifica se os resíduos da amostra possuem distribuição normal, condição necessária para que se possa fazer inferências válidas sobre a população a partir dos parâmetros da amostra estimados a partir de uma quantidade finita de dados. Para averiguar a normalidade, foi aplicado o teste de Bera-Jarque.
c) **Teste de Heteroscedasticidade:** verifica se os erros do modelo não apresentam uma variância constante para toda a amostra. A heteroscedasticidade causa a propagação desigual dos termos de erro em torno da linha dos mínimos quadrados ordinários, induzindo a uma interpretação inadequada dos resultados e produzindo coeficientes viesados (GUJARATI, 2004). Para averiguar a heteroscedasticidade, foi aplicado o teste de White.
d) **Teste de Autocorrelação dos Erros:** verifica se o termo de erro relacionado a qualquer das observações não é influenciado pelo termo de erro de qualquer outra observação. A violação da premissa de não existência da autocorrelação dos resíduos faz com que os coeficientes de MQO sejam viesados (BROOKS, 2014). Para averiguar a autocorrelação foi aplicado o teste de Durbin-Watson.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com o objetivo de verificar a validade das hipóteses apresentadas no início deste trabalho, a análise dos dados foi realizada incialmente por uma estatística dos dados obtidos. A tabela 1 resume a medida do *bid-ask spread* cotado para cada título em análise, com as respectivas maturidades agrupadas (medidas pelas *durations* dos papéis).

Tabela 1 – Estatísticas do bid-ask spread cotado em relação a maturidade.

Títulos	Estatísticas	*Bid-ask spread* cotado
LTN Maturidade: 2 anos	Média	0,000117
	Mediana	0,000117
	Desvio Padrão	0,000077
	Observações	2.089
LTN Maturidade: 4 anos	Média	0,000216
	Mediana	0,000205
	Desvio Padrão	0,000140
	Observações	3.515
NTN-F Maturidade: 5 anos	Média	0,000387
	Mediana	0,000311
	Desvio Padrão	0,000318
	Observações	688
NTN-F Maturidade: 6 anos	Média	0,000647
	Mediana	0,000559
	Desvio Padrão	0,000456
	Observações	2.232
NTN-B Maturidade: 8 anos	Média	0,001047
	Mediana	0,000803
	Desvio Padrão	0,000868
	Observações	3.411
NTN-B Maturidade: 12 anos	Média	0,006031
	Mediana	0,005733
	Desvio Padrão	0,002331
	Observações	1.855
NTN-B Maturidade: 16 anos	Média	0,006610
	Mediana	0,006401
	Desvio Padrão	0,002506
	Observações	988

Fonte: ANBIMA. Elaborado pelo autor.

Os resultados mostrados acima evidenciam que a liquidez do mercado secundário de títulos no Brasil concentra-se nos papéis de prazo mais curto. Os *spreads* entre os preços de compra e venda cotado, em média, aumentam à medida que se negociam os papéis de prazos mais longos.

De forma semelhante, a tabela 2 abaixo, apresenta a evolução do *bid-ask spread* em razão do volume financeiro negociado para cada título. Pode-se verificar que a média dos *spreads* de compra e de venda cotado diminuem à medida que aumentam os volumes financeiros.

Tabela 2 – Estatísticas do *bid-ask spread* cotado em relação ao volume.

Títulos	Volume (Em R$ milhões)	*Média bid-ask spread* cotado
LTN	0 a 250	0,000222
	251 a 500	0,000175
	501 a 750	0,000160
	751 a 1.000	0,000143
	> 1.000	0,000125
NTN-F	0 a 250	0,000558
	251 a 500	0,000672
	501 a 750	0,000628
	751 a 1.000	0,000581
	> 1.000	0,000530
NTN-B	0 a 250	0,004770
	251 a 500	0,002338
	501 a 750	0,001653
	751 a 1.000	0,001251
	> 1.000	0,000772

Fonte: ANBIMA. Elaborado pelo autor.

Os dados dispostos nas duas tabelas acima vão ao encontro das hipóteses 2 e 3 apresentadas no início desta pesquisa. Ou seja, o volume financeiro tende a apresentar uma relação negativa com o *spread* de compra e venda, enquanto a maturidade tende a apresentar uma relação positiva.

4.1 Resultado dos Testes de Raiz Unitária

Foi realizado o teste Dickey-Fuller aumentado (ADF) para verificação da existência de raiz unitária nas séries de *bid-ask spread* e volume negociado. Este teste adota como hipótese nula a existência de raiz unitária na série temporal. A tabela 3 apresenta resumidamente os resultados dos testes.

Os testes com intercepto e sem tendência rejeitam a hipótese nula de raiz unitária nas séries em todos os papéis em nível de 5% de significância, o que implica que todas as séries utilizadas neste estudo são estacionárias. Assim, pode-se realizar a pesquisa com os dados em nível.

Tabela 3 – Resultados do teste ADF para raiz unitária.

Título	Variável	ADF	Valor Crítico (5%)	Rejeita H0 (5%)
LTN	*Bid-ask spread*	-4,767491	-2,861863	Sim
	Volume	-12,25744	-2,861861	Sim
NTN-F	*Bid-ask spread*	-5,113527	-2,862332	Sim
	Volume	-6,486821	-2,862335	Sim
NTN-B	*Bid-ask spread*	-3,268406	-2,861809	Sim
	Volume	-5,365270	-2,861809	Sim

Fonte: Calculado pelo autor através do software Eviews.

4.2 Resultado dos Testes de Normalidade dos Resíduos

Em relação à premissa da normalidade, os resultados do teste de Bera-Jarque permitem a rejeição da hipótese de que os resíduos são normalmente distribuídos. Entretanto, Brooks (2014) afirma que embora a normalidade seja desejada, em amostras de tamanhos suficientemente grandes, a suposição de normalidade seria irrelevante. De acordo com o Teorema do Limite Central, à medida que a amostra aumenta de tamanho, seus resíduos tenderiam à distribuição normal.

Assim sendo, dado que as amostras coletadas para todos os títulos são suficientemente grandes, esta pesquisa adotou a premissa da normalidade assintótica dos resíduos.

4.3 Resultado dos Testes de Heteroscedasticidade

Com o intuito de verificar a presença de heteroscedasticidade, foi realizado o teste de White cuja hipótese nula é a presença de homocedasticidade. Em todos os painéis, o resultado do teste aponta que a hipótese nula pode ser rejeitada ao nível de significância de 5%, indicando a presença de heteroscedasticidade. Desta feita, as regressões foram estimadas com a aplicação do modelo de erros-padrão robustos à heteroscedasticidade de Newey-West.

4.4 Resultado dos Testes de Autocorrelação dos Erros

Visando testar a autocorrelação serial, foi realizado o teste de Durbin-Watson para correlação serial. Em todos os painéis, o resultado do teste aponta a presença de autocorrelação serial ao nível de significância de 5%. Dessarte, os modelos foram estimados com a inclusão da variável dependente defasada como variável explicativa, recurso utilizado para reduzir a presença de autocorrelação serial nos resíduos.

4.5 Resultado das Regressões para a LTN

A tabela 4 apresenta os resultados da regressão para mensuração do *bid-ask spread* para a LTN. Os resultados obtidos mostram que as variáveis volume e *duration* são estatisticamente significantes ao nível de 1%, o que implica rejeitar a hipótese nula de que os parâmetros das regressões sejam iguais a zero.

Tabela 4 – Resultado da regressão para o modelo da LTN.

Variável	Coeficiente	Estatística-t	Prob.
Intercepto	9,70E-05	21,52461	0,0000
Volume	-1,67E-11	-6,995996	0,0000
Duration	6,04E-05	12,19526	0,0000
Número de Observações	5.604		
R^2	0,250341		
R^2 ajustado	0,249939		

Fonte: Calculado pelo autor através do software Eviews 9.0.

Os sinais dos coeficientes também foram os esperados, indicando que o volume possui relação negativa com o *spread*, enquanto a *duration* possui relação positiva. Tais resultados corroboram com a literatura pesquisada.

O coeficiente de determinação (R^2) apresentou o valor de 0,250341, indicando que cerca de 25% das variações no *spread* são explicadas pelas variações do volume negociado e da maturidade do título.

4.6 Resultado das Regressões para a NTN-F

A tabela 5 apresenta os resultados da regressão para mensuração do *bid-ask spread* para a NTN-F Os resultados mostram que os regressores também foram estatisticamente significativos a 1% de probabilidade de erro, atestando que se pode rejeitar as hipóteses nulas sobre os determinantes do *spread*. O coeficiente de determinação (R^2) igual a 0,9389 indica que cerca de 93% das variações no *bid-ask spread* podem ser explicadas pelas variações no prazo de vencimento e no volume transacionado.

Tabela 5 – Resultado da regressão para o modelo da NTN-F.

Variável	Coeficiente	Estatística-t	Prob.
Intercepto	0,000395	11,47699	0,0000
Volume	-1,20E-10	-4,794734	0,0000
Duration	0,000316	6,271524	0,0000
Número de Observações	2.920		
R^2	0.938954		
R^2 ajustado	0.938891		

Fonte: Calculado pelo autor através do software Eviews 9.0.

4.7 Resultado das Regressões para a NTN-B

A tabela 6 apresenta os resultados da regressão para mensuração do *bid-ask spread* para a NTN-B. Em consonância com a literatura, a variável volume é significativa ao nível de 1% no modelo avaliado, apresentado uma relação negativa com o *spread*. As variáveis de *duration* foram significantes ao nível 1% no modelo. Ambas impactam positivamente o *spread*.

Tabela 6 – Resultado da regressão para o modelo da NTN-B.

Variável	Coeficiente	Estatística-t	Prob.
Intercepto	0,000702	18,36442	0,0000
Volume	-2,26E-10	-8,461352	0,0000
Duration (12 anos)	0,002402	19,74661	0,0000
Duration (16 anos)	0,002725	17,92126	0,0000
Número de Observações	6.254		
R^2	0,769158		
R^2 ajustado	0,769010		

Fonte: Calculado pelo autor através do software Eviews 9.0.

O coeficiente de determinação (R^2) indica que cerca de 77% das variações no *spread* são explicadas pelas variações do modelo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo estimar a influência dos determinantes volume financeiro negociado e maturidade de um título na liquidez do mercado secundário de títulos públicos no Brasil, por meio da medida do *spread* entre o preço de compra e venda. Nesse intuito, desenvolveu-se um modelo de regressão múltipla em painel, com vista a analisar a dinâmica de interação entre o *bid-ask spread*, volume diário negociado e maturidade dos seguintes títulos: LTN, NTN-F e NTN-B.

A pesquisa foi realizada em torno de três hipóteses de pesquisa, ancoradas em estudos pretéritos, as quais previam que as variáveis volume financeiro e maturidade são capazes de explicar a variável *bid-ask spread*, sendo que o volume possui uma relação negativa com o *spread*, enquanto a maturidade possui uma relação positiva.

A partir das estimações dos modelos de determinação do *bid-ask spread* cotado foi possível inferir que tanto o volume quanto a maturidade conseguem explicar, em certo grau, as variações no *spread* de compra e venda e, portanto, possuem a capacidade de influenciar a liquidez do mercado secundário de títulos públicos brasileiro.

A variável maturidade foi analisada através da *duration* dos papéis e representada nos modelos por meio de *dummies* a fim avaliar os diferentes prazos dos títulos contemplados pelos títulos. Em todos os modelos, as variáveis de *duration* exibiram uma relação positiva com o *spread* do mercado secundário, indicando que títulos com prazo de vencimento maior tendem a apresentar *spreads* maiores. Ressalte-se também que as *durations* mais longas apresentaram maiores coeficientes, indicando terem maior influência no valor do *spread*. Tal resultado é consistente com a ideia de pagamento de um "prêmio de liquidez" maior para títulos com maturidades mais longas, uma vez que tais títulos incorporam maiores riscos financeiros em caso de alguma perturbação do mercado.

Já o volume financeiro foi analisado como uma variável para medir a liquidez diária de cada título. Em todos os modelos, esta variável externou uma relação negativa com o *spread*, sugerindo que títulos mais negociados no mercado secundário estão propensos a apresentar *spreads* menores. O resultado é compatível com o raciocínio de que título que apresentam maior volume de negociação são mais líquidos, pois reduz o risco de preço dos *dealers* diante dos ajustes de portfólio e, consequentemente, reduz o *spread*.

Em suma, a análise permitiu ratificar as hipóteses previstas, assim como corroborar com os resultados dos estudos empíricos já realizados sobre o tema.

Como limitações do estudo, evidencia-se a restrição ao uso do método POLS para análise dos modelos, devido às características dos dados obtidos. A autocorrelação apresentada nas variáveis impossibilitou o uso de métodos mais completos, como os de efeitos fixos e efeitos aleatórios, por exemplo.

Como sugestão de pesquisas futuras, propõe-se analisar a liquidez por meio de outra de suas medidas, como o volume negociado em relação ao seu estoque ou as variações na firmeza e profundidade do preço.

REFERÊNCIAS

ABHYANKAAR, A.; GHOSH, D.; LEVIN, E.; LIMMARCK R. Bid-ask spreads, trading volume and volatility: intra-day evidence from the london stock Exchange. **Journal of Business Finance and Accounting**, Oxford, v. 24, n. 3, p. 343-362, 1997.

BLACK, Fischer. Toward a Fully Automated Stock Exchange, Part I. **Financial Analysts Journal**, v. 27, n. 4, p. 37-44, jul. 1971.

BROOKS, Chris. **Introductory Econometrics for Finance**. 3. ed. New York: Cambridge University Press, 2014. 744 p.

CHAKRAVARTY, Sugato; SARKAR, Asani. **Liquidity in U.S. fixed income market**: a comparison of the bid-ask spread in corporate, government and municipal bond market. Federal Reserve Bank of New York, 1999.

CUNHA, Daniel. **A liquidez no mercado secundário de títulos públicos brasileiro e seus determinantes**. Disponível em: < http://sbfin.org.br/wp-content/uploads/2016/05/98-A-LIQUIDEZ-NO-MERCADO-SECUND%C3%81RIO-DE-T%C3%8DTULOS-P%C3%9ABLICOS-E-SEUS-DETERMINANTES.pdf>. Acesso em: 09 fev. 2018.

DANMARKS NATIONALBANK. **Danish Government Borrowing and Debt 2013**. Copenhague, 2014. 132 p. Disponível em: <http://www.nationalbanken.dk/en/publications/Documents/2014/02/DN_SLOG2013_uk.pd> . Acesso em: 09 fev. 2018.

DEMSETZ, Harold. The cost of transacting. **Quartely Journal of Economics**, Cambridge, v. 82, n. 1, p. 33-53, 1968.

FLEMING, Michael; SARKAR, Asani. **Liquidity in U.S. Treasury spot and futures markets**. Federal Reserve Bank of New York, 1999.

GUJARATI, Damondar. **Basic Econometrics**. 4. ed. [S.l.]: Mc Graw Hill, 2004. 1003 p.

LYBEK, Tonny; SARR, Abdourahmane. **Measuring Liquidity in Financial Markets**. International Monetary Fund, n. 2, 63 p., dez. 2002. Disponível em: <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2016/12/30/Measuring-Liquidity-in-Financial-Markets-16211>. Acesso em: 09 fev. 2018.

MACAULAY, Frederick R. **Some Theoretical Problems Suggested by the Movements of Interest Rates, Bond Yields and Stock Prices in the United States since 1856**. New York: National Bureau of Economic Research, 1938.

MARTINS, Gilberto. **Manual para elaboração de monografias e dissertações.** 3 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

ROLL, Richard. A simple implicit mesure of the effective bid-ask spread in an efficient market. **Journal of Finance**, Malden v. 39, n. 4, p. 1127-1139, 1984.

SÁ JÚNIOR, E. Mercado secundário de títulos públicos no Brasil: medidas de liquidez e determinantes do spread de compra e venda para o mercado de LTNs. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE FINANÇAS, 7., 2007, São Paulo. **Anais**... São Paulo, 2007.

SBARDELLA, Rafael Reboreda. **Um estudo sobre a inter-relação dos mercados de ações e títulos públicos sob a ótica da liquidez e volatilidade**. 2013. 56 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Escola de Economia de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2013.

SECRETARIA DO TESOURO NACIONAL. **Artigo Dívida Pública Federal**: mercado secundário. Disponível em: <http://tesouro.gov.br/web/stn/mercado-secundario>. Acesso em: 09 fev. 2018a.

_____. **Artigo Dívida Pública Federal**: objetivos e diretrizes. Disponível em: <http://www.tesouro.fazenda.gov.br/objetivos-e-diretrizes>. Acesso em: 12 fev. 2018b.

_____. **Relatório Mensal da Dívida Pública Federal**: janeiro de 2018. Brasília: Tesouro Nacional, 2018. Disponível em: < http://www.tesouro.fazenda.gov.br/relatorio-mensal-da-divida>. Acesso em: 12 fev. 2018c.

SILVA, Ana Lúcia Pinto da. **Liquidez e microestrutura do mercado de títulos públicos no Brasil**. 2004. 123 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2004.

_____. **Três Ensaios sobre Liquidez de do Mercado Secundário de Títulos Públicos no Brasil**. 2011. 167 p. Tese (Doutorado em Economia de Empresas) - Escola de Economia de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2011.

SILVA, Anderson Caputo; CARVALHO, Lena Oliveira de; MEDEIROS, Otavio Ladeira de (Org.). **Dívida Pública**: a experiência brasileira. Brasília: Tesouro Nacional, e Banco Mundial, 2009. 465 p.

ANEXO I – Equações para cálculo dos preços dos títulos.

Quadro 3 - Fórmulas utilizadas para o cálculo de preço e cotação dos Títulos Públicos Federais.

Título	Preço	Valor Nominal Atualizado (VNA)	Cotação
LTN	$\frac{1.000,00}{(1+taxa)^{\frac{du}{252}}}$	--	--
NTN-F	$\left[\frac{1000\cdot(1,10^{0,5}-1)}{(1+taxa)^{\frac{du1}{252}}}\right]+\left[\frac{1000\cdot(1,10^{0,5}-1)}{(1+taxa)^{\frac{du2}{252}}}\right]+\cdots+\left[\frac{1000\cdot(1,10^{0,5}-1)}{(1+taxa)^{\frac{dun}{252}}}\right]$	--	--
NTN-B	Cotação (%) * VNA	Fator de atualização do IPCA entre a data base (15/07/2000) e a data da liquidação do negócio.	$\left[\frac{100\cdot(1,06^{0,5}-1)}{(1+taxa)^{\frac{du1}{252}}}\right]+\left[\frac{100\cdot(1,06^{0,5}-1)}{(1+taxa)^{\frac{du2}{252}}}\right]+\cdots+\left[\frac{100\cdot(1,06^{0,5}-1)}{(1+taxa)^{\frac{dun}{252}}}\right]$

Fonte: Secretaria do Tesouro Nacional.

ANEXO II – Resultado dos testes de raiz unitária

Figura 1 - Resultado dos testes de raiz unitária para a série *bid-ask spread* da LTN.

Null Hypothesis: SPREAD has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 19 (Automatic - based on SIC, maxlag=32)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-4.767491	0.0001
Test critical values:	1% level	-3.431341	
	5% level	-2.861863	
	10% level	-2.566984	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(SPREAD)
Method: Least Squares
Date: 04/11/18 Time: 12:02
Sample (adjusted): 21 5604
Included observations: 5584 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
SPREAD(-1)	-0.073892	0.015499	-4.767491	0.0000
D(SPREAD(-1))	-0.868509	0.019791	-43.88473	0.0000
D(SPREAD(-2))	-0.752791	0.022857	-32.93484	0.0000
D(SPREAD(-3))	-0.674405	0.024839	-27.15135	0.0000
D(SPREAD(-4))	-0.607195	0.026246	-23.13443	0.0000
D(SPREAD(-5))	-0.535745	0.027197	-19.69892	0.0000
D(SPREAD(-6))	-0.470464	0.027831	-16.90424	0.0000
D(SPREAD(-7))	-0.448207	0.028205	-15.89104	0.0000
D(SPREAD(-8))	-0.421114	0.028501	-14.77543	0.0000
D(SPREAD(-9))	-0.383703	0.028614	-13.40973	0.0000
D(SPREAD(-10))	-0.339614	0.028532	-11.90276	0.0000
D(SPREAD(-11))	-0.300332	0.028229	-10.63919	0.0000
D(SPREAD(-12))	-0.252887	0.027725	-9.121237	0.0000
D(SPREAD(-13))	-0.247894	0.027032	-9.170420	0.0000
D(SPREAD(-14))	-0.229105	0.026234	-8.733099	0.0000
D(SPREAD(-15))	-0.217243	0.025108	-8.652261	0.0000
D(SPREAD(-16))	-0.158719	0.023563	-6.735850	0.0000
D(SPREAD(-17))	-0.127763	0.021417	-5.965467	0.0000
D(SPREAD(-18))	-0.089767	0.018392	-4.880673	0.0000
D(SPREAD(-19))	-0.051958	0.013405	-3.876101	0.0001
C	1.38E-05	3.08E-06	4.481490	0.0000

R-squared	0.474107	Mean dependent var	5.04E-08
Adjusted R-squared	0.472216	S.D. dependent var	0.000139
S.E. of regression	0.000101	Akaike info criterion	-15.56573
Sum squared resid	5.64E-05	Schwarz criterion	-15.54081
Log likelihood	43480.53	Hannan-Quinn criter.	-15.55705
F-statistic	250.7596	Durbin-Watson stat	2.000730
Prob(F-statistic)	0.000000		

Fonte: Calculado pelo Eviews.

Figura 2 - Resultado dos testes de raiz unitária para a série volume da LTN.

Null Hypothesis: VOLUME has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 4 (Automatic - based on SIC, maxlag=32)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-12.25744	0.0000
Test critical values:	1% level	-3.431338	
	5% level	-2.861861	
	10% level	-2.566983	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(VOLUME)
Method: Least Squares
Date: 04/11/18 Time: 12:03
Sample (adjusted): 6 5604
Included observations: 5599 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
VOLUME(-1)	-0.083988	0.006852	-12.25744	0.0000
D(VOLUME(-1))	-0.199791	0.013936	-14.33627	0.0000
D(VOLUME(-2))	-0.144375	0.014072	-10.25939	0.0000
D(VOLUME(-3))	-0.052000	0.013874	-3.747962	0.0002
D(VOLUME(-4))	-0.040271	0.013362	-3.013769	0.0026
C	59166.78	8051.672	7.348385	0.0000

R-squared	0.100816	Mean dependent var	48.06807
Adjusted R-squared	0.100012	S.D. dependent var	508647.3
S.E. of regression	482541.9	Akaike info criterion	29.01259
Sum squared resid	1.30E+15	Schwarz criterion	29.01970
Log likelihood	-81214.76	Hannan-Quinn criter.	29.01507
F-statistic	125.4170	Durbin-Watson stat	2.002318
Prob(F-statistic)	0.000000		

Fonte: Calculado pelo Eviews.

Figura 3 - Resultado dos testes de raiz unitária para a série *bid-ask spread* da NTN-F.

Null Hypothesis: SPREAD has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 3 (Automatic - based on SIC, maxlag=27)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-5.113527	0.0000
Test critical values:	1% level	-3.432402	
	5% level	-2.862332	
	10% level	-2.567236	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(SPREAD)
Method: Least Squares
Date: 04/11/18 Time: 12:22
Sample (adjusted): 5 2920
Included observations: 2916 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
SPREAD(-1)	-0.023791	0.004653	-5.113527	0.0000
D(SPREAD(-1))	-0.105168	0.018662	-5.635407	0.0000
D(SPREAD(-2))	-0.042725	0.018721	-2.282201	0.0225
D(SPREAD(-3))	-0.071782	0.018580	-3.863393	0.0001
C	1.47E-05	3.38E-06	4.353683	0.0000

R-squared	0.029357	Mean dependent var	6.79E-07
Adjusted R-squared	0.028024	S.D. dependent var	0.000110
S.E. of regression	0.000108	Akaike info criterion	-15.42096
Sum squared resid	3.42E-05	Schwarz criterion	-15.41071
Log likelihood	22488.76	Hannan-Quinn criter.	-15.41727
F-statistic	22.01106	Durbin-Watson stat	1.996199
Prob(F-statistic)	0.000000		

Fonte: Calculado pelo Eviews.

Figura 4 - Resultado dos testes de raiz unitária para a série volume da NTN-F.

Null Hypothesis: VOLUME has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 11 (Automatic - based on SIC, maxlag=27)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-6.486821	0.0000
Test critical values:	1% level	-3.432408	
	5% level	-2.862335	
	10% level	-2.567238	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(VOLUME)
Method: Least Squares
Date: 04/11/18 Time: 12:23
Sample (adjusted): 13 2920
Included observations: 2908 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
VOLUME(-1)	-0.165488	0.025511	-6.486821	0.0000
D(VOLUME(-1))	-0.777339	0.029487	-26.36226	0.0000
D(VOLUME(-2))	-0.706179	0.032268	-21.88471	0.0000
D(VOLUME(-3))	-0.665704	0.034265	-19.42803	0.0000
D(VOLUME(-4))	-0.583356	0.035552	-16.40831	0.0000
D(VOLUME(-5))	-0.473960	0.035805	-13.23718	0.0000
D(VOLUME(-6))	-0.434779	0.035244	-12.33632	0.0000
D(VOLUME(-7))	-0.385012	0.034236	-11.24585	0.0000
D(VOLUME(-8))	-0.285318	0.032263	-8.843513	0.0000
D(VOLUME(-9))	-0.189725	0.029085	-6.523193	0.0000
D(VOLUME(-10))	-0.144268	0.024744	-5.830488	0.0000
D(VOLUME(-11))	-0.094603	0.018154	-5.211235	0.0000
C	66627.59	13368.21	4.984034	0.0000

R-squared	0.476562	Mean dependent var	-379.7498
Adjusted R-squared	0.474392	S.D. dependent var	586525.2
S.E. of regression	425223.9	Akaike info criterion	28.76308
Sum squared resid	5.23E+14	Schwarz criterion	28.78979
Log likelihood	-41808.52	Hannan-Quinn criter.	28.77270
F-statistic	219.6450	Durbin-Watson stat	2.007496
Prob(F-statistic)	0.000000		

Fonte: Calculado pelo Eviews.

Figura 5 - Resultado dos testes de raiz unitária para a série *bid-ask spread* da NTN-B.

Null Hypothesis: SPREAD has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 16 (Automatic - based on SIC, maxlag=33)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-3.268406	0.0164
Test critical values:	1% level	-3.431219	
	5% level	-2.861809	
	10% level	-2.566955	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(SPREAD)
Method: Least Squares
Date: 04/11/18 Time: 12:30
Sample (adjusted): 18 6254
Included observations: 6237 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
SPREAD(-1)	-0.020242	0.006193	-3.268406	0.0011
D(SPREAD(-1))	-0.728386	0.013846	-52.60500	0.0000
D(SPREAD(-2))	-0.643910	0.016577	-38.84406	0.0000
D(SPREAD(-3))	-0.519798	0.018429	-28.20572	0.0000
D(SPREAD(-4))	-0.460345	0.019493	-23.61573	0.0000
D(SPREAD(-5))	-0.417002	0.020217	-20.62651	0.0000
D(SPREAD(-6))	-0.370374	0.020733	-17.86365	0.0000
D(SPREAD(-7))	-0.341282	0.021062	-16.20340	0.0000
D(SPREAD(-8))	-0.265637	0.021271	-12.48801	0.0000
D(SPREAD(-9))	-0.228388	0.021233	-10.75631	0.0000
D(SPREAD(-10))	-0.207850	0.020939	-9.926607	0.0000
D(SPREAD(-11))	-0.187733	0.020519	-9.149334	0.0000
D(SPREAD(-12))	-0.163586	0.019899	-8.220791	0.0000
D(SPREAD(-13))	-0.119370	0.019056	-6.264177	0.0000
D(SPREAD(-14))	-0.087515	0.017850	-4.902819	0.0000
D(SPREAD(-15))	-0.100949	0.015779	-6.397794	0.0000
D(SPREAD(-16))	-0.059548	0.012666	-4.701563	0.0000
C	7.33E-05	2.74E-05	2.670562	0.0076

R-squared	0.368632	Mean dependent var	5.86E-07
Adjusted R-squared	0.366906	S.D. dependent var	0.001741
S.E. of regression	0.001385	Akaike info criterion	-10.32272
Sum squared resid	0.011937	Schwarz criterion	-10.30328
Log likelihood	32209.41	Hannan-Quinn criter.	-10.31598
F-statistic	213.5905	Durbin-Watson stat	2.003651
Prob(F-statistic)	0.000000		

Fonte: Calculado pelo Eviews.

Figura 6 - Resultado dos testes de raiz unitária para a série volume da NTN-B.

Null Hypothesis: VOLUME has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 19 (Automatic - based on SIC, maxlag=33)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-5.365270	0.0000
Test critical values:	1% level	-3.431220	
	5% level	-2.861809	
	10% level	-2.566955	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(VOLUME)
Method: Least Squares
Date: 04/11/18 Time: 12:30
Sample (adjusted): 21 6254
Included observations: 6234 after adjustments

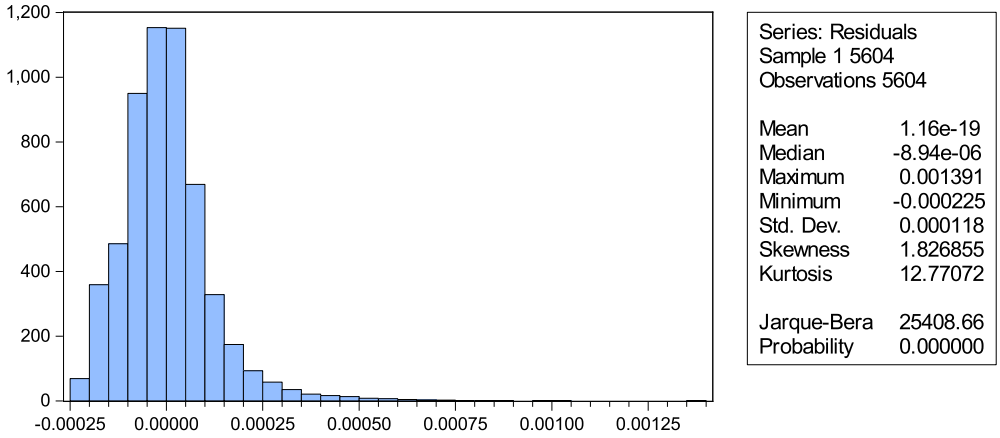
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
VOLUME(-1)	-0.053270	0.009929	-5.365270	0.0000
D(VOLUME(-1))	-0.680578	0.015527	-43.83175	0.0000
D(VOLUME(-2))	-0.520792	0.017663	-29.48420	0.0000
D(VOLUME(-3))	-0.429346	0.018745	-22.90448	0.0000
D(VOLUME(-4))	-0.368794	0.019382	-19.02783	0.0000
D(VOLUME(-5))	-0.285240	0.019737	-14.45216	0.0000
D(VOLUME(-6))	-0.281120	0.019905	-14.12324	0.0000
D(VOLUME(-7))	-0.223693	0.020123	-11.11623	0.0000
D(VOLUME(-8))	-0.188661	0.020255	-9.314117	0.0000
D(VOLUME(-9))	-0.187431	0.020279	-9.242550	0.0000
D(VOLUME(-10))	-0.095590	0.020330	-4.701884	0.0000
D(VOLUME(-11))	-0.118919	0.020131	-5.907346	0.0000
D(VOLUME(-12))	-0.076215	0.019951	-3.820054	0.0001
D(VOLUME(-13))	-0.102303	0.019661	-5.203338	0.0000
D(VOLUME(-14))	-0.143085	0.019239	-7.437102	0.0000
D(VOLUME(-15))	-0.166533	0.018845	-8.837075	0.0000
D(VOLUME(-16))	-0.128805	0.018186	-7.082469	0.0000
D(VOLUME(-17))	-0.110153	0.017204	-6.402813	0.0000
D(VOLUME(-18))	-0.098076	0.015642	-6.270169	0.0000
D(VOLUME(-19))	-0.051112	0.012627	-4.047943	0.0001
C	24201.67	7346.997	3.294089	0.0010

R-squared	0.364320	Mean dependent var	3.982997
Adjusted R-squared	0.362274	S.D. dependent var	568707.5
S.E. of regression	454157.1	Akaike info criterion	28.89364
Sum squared resid	1.28E+15	Schwarz criterion	28.91633
Log likelihood	-90040.47	Hannan-Quinn criter.	28.90150
F-statistic	178.0393	Durbin-Watson stat	2.002060
Prob(F-statistic)	0.000000		

Fonte: Calculado pelo Eviews.

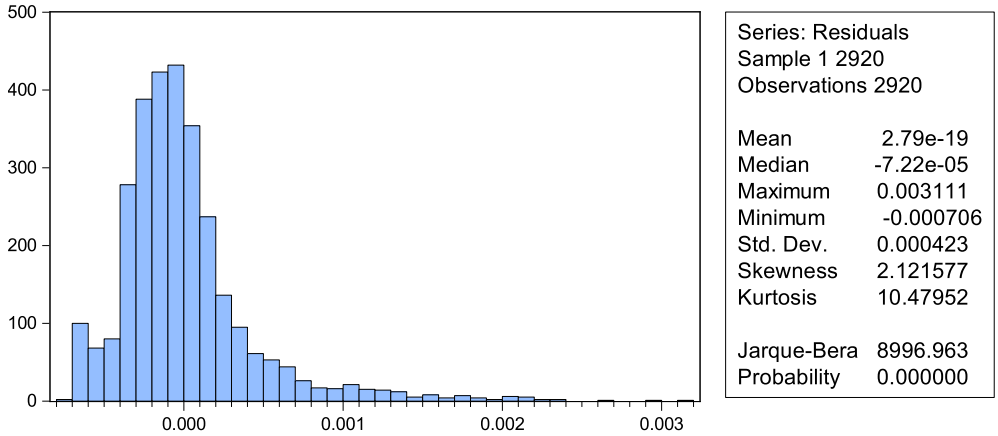
ANEXO III – Resultado dos testes de normalidade dos resíduos

Figura 7 - Resultado dos testes de normalidade dos resíduos para o modelo estimado da LTN.



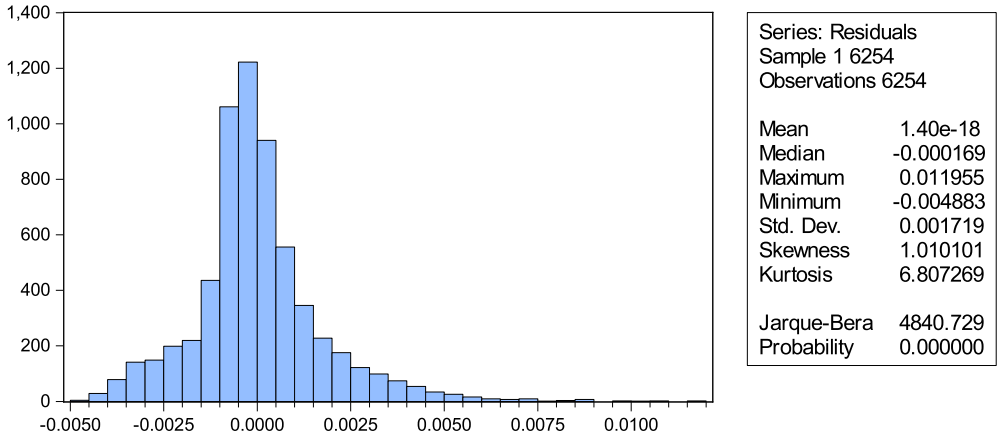
Fonte: Calculado pelo Eviews.

Figura 8 - Resultado dos testes de normalidade dos resíduos para o modelo estimado da a NTN-F.



Fonte: Calculado pelo Eviews.

Figura 9 - Resultado dos testes de normalidade dos resíduos para o modelo estimado da NTN-B.



Fonte: Calculado pelo Eviews.

ANEXO IV – Resultado dos testes de heteroscedasticidade

Figura 10 - Resultado dos testes de heteroscedasticidade para o modelo estimado da LTN.

Heteroskedasticity Test: White

F-statistic	32.53746	Prob. F(4,5599)	0.0000
Obs*R-squared	127.3068	Prob. Chi-Square(4)	0.0000
Scaled explained SS	748.4442	Prob. Chi-Square(4)	0.0000

Test Equation:
Dependent Variable: RESID^2
Method: Least Squares
Date: 04/11/18 Time: 12:19
Sample: 1 5604
Included observations: 5604
Collinear test regressors dropped from specification

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	7.43E-09	1.44E-09	5.165846	0.0000
VOLUME^2	5.63E-22	1.56E-22	3.602518	0.0003
VOLUME*DURATION	-1.31E-15	1.35E-15	-0.971687	0.3312
VOLUME	-3.67E-15	1.34E-15	-2.743462	0.0061
DURATION^2	1.38E-08	1.67E-09	8.245749	0.0000

R-squared	0.022717	Mean dependent var	1.39E-08
Adjusted R-squared	0.022019	S.D. dependent var	4.77E-08
S.E. of regression	4.72E-08	Akaike info criterion	-30.90095
Sum squared resid	1.24E-11	Schwarz criterion	-30.89504
Log likelihood	86589.47	Hannan-Quinn criter.	-30.89889
F-statistic	32.53746	Durbin-Watson stat	1.983531
Prob(F-statistic)	0.000000		

Fonte: Calculado pelo Eviews.

Figura 11 - Resultado dos testes de heteroscedasticidade para o modelo estimado da NTN-F.

Heteroskedasticity Test: White

F-statistic	14.36921	Prob. F(4,2915)	0.0000
Obs*R-squared	56.46211	Prob. Chi-Square(4)	0.0000
Scaled explained SS	267.0674	Prob. Chi-Square(4)	0.0000

Test Equation:
Dependent Variable: RESID^2
Method: Least Squares
Date: 04/11/18 Time: 12:24
Sample: 1 2920
Included observations: 2920
Collinear test regressors dropped from specification

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	9.93E-08	2.26E-08	4.403182	0.0000
VOLUME^2	5.99E-20	2.15E-20	2.782550	0.0054
VOLUME*DURATION	-2.35E-13	1.36E-13	-1.728635	0.0840
VOLUME	-1.20E-14	1.37E-13	-0.087382	0.9304
DURATION^2	2.03E-07	2.99E-08	6.783196	0.0000

R-squared	0.019336	Mean dependent var	1.79E-07
Adjusted R-squared	0.017991	S.D. dependent var	5.52E-07
S.E. of regression	5.47E-07	Akaike info criterion	-25.99844
Sum squared resid	8.72E-10	Schwarz criterion	-25.98820
Log likelihood	37962.72	Hannan-Quinn criter.	-25.99475
F-statistic	14.36921	Durbin-Watson stat	0.241705
Prob(F-statistic)	0.000000		

Fonte: Calculado pelo Eviews.

Figura 12 - Resultado dos testes de heteroscedasticidade para o modelo estimado da NTN-B.

Heteroskedasticity Test: White

F-statistic	144.1106	Prob. F(6,6247)	0.0000
Obs*R-squared	760.3857	Prob. Chi-Square(6)	0.0000
Scaled explained SS	2205.059	Prob. Chi-Square(6)	0.0000

Test Equation:
Dependent Variable: RESID^2
Method: Least Squares
Date: 04/11/18 Time: 12:32
Sample: 1 6254
Included observations: 6254
Collinear test regressors dropped from specification

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.25E-06	1.78E-07	7.008019	0.0000
VOLUME^2	2.38E-19	7.07E-20	3.373081	0.0007
VOLUME*DUR12ANOS	4.62E-12	1.34E-12	3.438263	0.0006
VOLUME*DUR16ANOS	4.17E-13	8.72E-13	0.477865	0.6328
VOLUME	-1.13E-12	2.90E-13	-3.906231	0.0001
DUR12ANOS^2	3.82E-06	2.61E-07	14.59412	0.0000
DUR16ANOS^2	4.98E-06	3.26E-07	15.27000	0.0000

R-squared	0.121584	Mean dependent var	2.95E-06
Adjusted R-squared	0.120740	S.D. dependent var	7.12E-06
S.E. of regression	6.67E-06	Akaike info criterion	-20.99547
Sum squared resid	2.78E-07	Schwarz criterion	-20.98793
Log likelihood	65659.84	Hannan-Quinn criter.	-20.99286
F-statistic	144.1106	Durbin-Watson stat	1.684661
Prob(F-statistic)	0.000000		

Fonte: Calculado pelo Eviews.

ANEXO V – Resultado das regressões

Figura 13 - Resultado da regressão do modelo estimado para a LTN.

Dependent Variable: SPREAD
Method: Least Squares
Date: 04/11/18 Time: 12:18
Sample (adjusted): 2 5604
Included observations: 5603 after adjustments
HAC standard errors & covariance (Bartlett kernel, Newey-West fixed bandwidth = 10.0000)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	9.70E-05	4.51E-06	21.52461	0.0000
VOLUME	-1.67E-11	2.39E-12	-6.995996	0.0000
DURATION	6.04E-05	4.96E-06	12.19526	0.0000
SPREAD(-1)	0.312062	0.023401	13.33557	0.0000

R-squared	0.250341	Mean dependent var	0.000179
Adjusted R-squared	0.249939	S.D. dependent var	0.000129
S.E. of regression	0.000112	Akaike info criterion	-15.35498
Sum squared resid	7.03E-05	Schwarz criterion	-15.35025
Log likelihood	43020.98	Hannan-Quinn criter.	-15.35333
F-statistic	623.2431	Durbin-Watson stat	2.178953
Prob(F-statistic)	0.000000	Wald F-statistic	449.5818
Prob(Wald F-statistic)	0.000000		

Fonte: Calculado pelo Eviews.

Figura 14 - Resultado da regressão do modelo estimado para a NTN-F.

Dependent Variable: SPREAD
Method: Least Squares
Date: 04/11/18 Time: 18:43
Sample (adjusted): 2 2920
Included observations: 2919 after adjustments
HAC standard errors & covariance (Bartlett kernel, Newey-West fixed bandwidth = 9.0000)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000395	3.44E-05	11.47699	0.0000
VOLUME	-1.20E-10	2.50E-11	-4.794734	0.0000
DURATION	0.000316	5.04E-05	6.271524	0.0000
SPREAD(-1)	0.967812	0.020148	48.03533	0.0000

R-squared	0.938954	Mean dependent var	0.000586
Adjusted R-squared	0.938891	S.D. dependent var	0.000441
S.E. of regression	0.000109	Akaike info criterion	-15.40873
Sum squared resid	3.46E-05	Schwarz criterion	-15.40053
Log likelihood	22493.04	Hannan-Quinn criter.	-15.40577
F-statistic	14945.24	Durbin-Watson stat	2.177170
Prob(F-statistic)	0.000000	Wald F-statistic	2131.152
Prob(Wald F-statistic)	0.000000		

Fonte: Calculado pelo Eviews.

Figura 15 - Resultado da regressão do modelo estimado para a NTN-B.

Dependent Variable: SPREAD
Method: Least Squares
Date: 04/11/18 Time: 12:33
Sample (adjusted): 2 6254
Included observations: 6253 after adjustments
HAC standard errors & covariance (Bartlett kernel, Newey-West fixed bandwidth = 11.0000)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000702	3.82E-05	18.36442	0.0000
VOLUME	-2.26E-10	2.67E-11	-8.461352	0.0000
DUR12ANOS	0.002402	0.000122	19.74661	0.0000
DUR16ANOS	0.002725	0.000152	17.92126	0.0000
SPREAD(-1)	0.488686	0.018966	25.76642	0.0000

R-squared	0.769158	Mean dependent var	0.003405
Adjusted R-squared	0.769010	S.D. dependent var	0.003117
S.E. of regression	0.001498	Akaike info criterion	-10.16839
Sum squared resid	0.014023	Schwarz criterion	-10.16300
Log likelihood	31796.48	Hannan-Quinn criter.	-10.16652
F-statistic	5204.520	Durbin-Watson stat	2.223256
Prob(F-statistic)	0.000000	Wald F-statistic	2894.875
Prob(Wald F-statistic)	0.000000		

Fonte: Calculado pelo Eviews.