

Textos para Discussão

A LIQUIDEZ NO MERCADO SECUNDÁRIO BRASILEIRO DE
TÍTULOS PÚBLICOS E SEUS DETERMINANTES

Daniel Carvalho Cunha

TD Nº 27
2017



MINISTRO DA FAZENDA

Henrique de Campos Meirelles

SECRETÁRIO-EXECUTIVO

Eduardo Refinetti Guardia

SECRETÁRIO DO TESOURO NACIONAL

Ana Paula Vitali Janes Vescovi

SECRETÁRIO-ADJUNTO DO TESOURO NACIONAL

Otavio Ladeira de Medeiros

SUBSECRETÁRIOS DO TESOURO NACIONAL

Adriano Pereira de Paula

Gildenora Batista Dantas Milhomem

José Franco Medeiros de Moraes

Líscio Fábio de Brasil Camargo

Pedro Jucá Maciel

Pricilla Maria Santana

CONSELHO EDITORIAL

Lena Oliveira de Carvalho - Coordenador

Bruno Ramos Mangualde

Felipe Palmeira Bardella

Líscio Fábio de Brasil Camargo

Paulo Ernesto Monteiro Gomes

Rafael Brigolini

Viviane Aparecida da Silva Varga

SUPLENTES

Carlos Reis

Carlos Renato de Melo Castro

Diego Rodrigues Boente

Henrique Alves Santos

Jose Pedro Bastos Neves

Mauricio Dias Leister

Vinicius Mendonça Neiva

A Série de Textos para Discussão do Tesouro Nacional destina-se à publicação de artigos técnico-científicos, com permissão de acesso aberto e gratuito por meio do sítio da Secretaria na internet, admitindo-se também a divulgação impressa destinada a centros de pesquisas, bibliotecas e universidades do país. **As opiniões expressas nesses trabalhos são exclusivamente dos autores e não refletem, necessariamente, a visão da Secretaria do Tesouro Nacional ou do Ministério da Fazenda.**

Ficha Catalográfica

Sumário

1. Introdução	5
2. A liquidez do mercado secundário brasileiro de dívida pública	5
3. Os determinantes da liquidez do mercado secundário brasileiro de dívida pública	8
4. Estratégia empírica – Dimensão da resiliência	9
5. Resultados	11
5.1. LTN	11
5.2. NTN-F	14
5.3. NTN-B	15
5.4. LFT	16
6. Conclusão.....	16
7. Bibliografia.....	18
8. Anexo	19

A Liquidez no Mercado Secundário Brasileiro de Títulos Públicos e os seus Determinantes

Daniel Carvalho Cunha¹

Resumo: No Brasil, não há nenhum estudo empírico que avalia as condições de liquidez do mercado secundário de títulos públicos, bem como os seus determinantes. Nesse sentido, o presente estudo é inédito e tem como objetivo avaliar quais são os determinantes da liquidez para o caso brasileiro. A análise da liquidez medida pelo *trading volume* foi segmentada por tipo de título, a saber: i) LTN; ii) NTN-F e iii) NTN-B e iv) LFT. Para os três primeiros títulos, foram construídos painéis a fim de averiguar o impacto das seguintes variáveis sobre a liquidez: *on the run*; estoque; estoque ao quadrado; operações compromissadas (REPO); operações compromissadas ao quadrado (REPO2); *duration* e entregabilidade no mercado futuro (somente no caso da LTN). Em cada um dos 4 painéis, a estimação dos coeficientes das regressões foi realizada por meio de 3 métodos: Efeitos Fixos, Efeitos Aleatórios e Mínimos Quadrados Generalizados com especificações customizadas. Em todos os métodos, a variável *on the run* foi considerada significativa e a mais relevante economicamente, porém, para a LTN, a entregabilidade no mercado futuro de DI tem um efeito similar em termos de ordem de grandeza. Já as variáveis REPO e REPO2 foram insignificantes para a LTN e a NTN-F. Uma possível explicação para esse resultado está relacionada ao fato de que os investidores podem assumir uma posição vendida no mercado futuro de DI, não precisando, dessa forma, realizar uma operação compromissada longa para vender o lastro.

Palavras-Chave: mercado secundário, trading volume, dívida pública, operações compromissadas, liquidez

Abstract: In Brazil, there is lack of empirical studies that evaluate the liquidity of the secondary market for government securities, as well as its determinants. In this sense, the present study is original and aims to evaluate what are the determinants of liquidity for the Brazilian case. The analysis of liquidity was segmented by type of bonds, namely: i) LTN; ii) NTN-F and iii) NTN-B and iv) LFT. For the first three bonds were built panels to assess the impact of the following variables on liquidity measured by the trading volume: *on the run*; stock; stock squared; repurchase agreements (REPO); repurchase agreements squared (REPO2); duration and deliverability in the futures market (only in the case of LTN). In each of the panels, the estimation of the regression coefficients was performed using Fixed Effects models, Random Effects and an adjusted Generalized Least Squares. In all models, the variable *on the run* was considered significant and the most economically relevant, however, to LTN, the deliverability futures DI has a similar effect in terms of magnitude. The REPO and REPO2 variables were insignificant for LTN and NTN-F. One possible explanation for this result is related to the fact that investors can assume a short position in the futures market of DI. Therefore, they do not need to do repurchase agreements in order to short sell a bond.

Keywords: Secondary market, liquidity, public debt, REPO, liquidity

¹ O autor agrade ao apoio de Seiji Kumon, Andre de Araujo Melo e Keiti Gomes na elaboração desse artigo.

1. Introdução

Por que a liquidez é importante? A liquidez do mercado secundário de dívida pública é uma variável relevante para o arcabouço macroeconômico de um país. A alta liquidez beneficia os gestores de dívida pública, a autoridade monetária e o sistema financeiro como um todo.

O mercado secundário líquido e eficiente é importante para a gestão da dívida pública na medida em que a liquidez reduz o custo e o risco de financiamento. Há uma redução do custo que ocorre em virtude da diminuição do prêmio de liquidez² demandado pelos investidores para carregarem títulos do governo em suas carteiras. Há também uma redução do risco em razão de a liquidez ser uma condição necessária para emissão de títulos com prazos de maturação mais longos. Dessa forma, a alta liquidez do mercado secundário contribui para o alongamento da estrutura de maturação, que, por sua vez, reduz o risco de financiamento do governo central.

A liquidez contribui, ainda, para fomentar a operacionalização e transmissão da política monetária. Quanto à operacionalização, tradicionalmente os títulos públicos são utilizados pela autoridade monetária seja por meio da venda definitiva no mercado secundário ou por meio do uso das operações compromissadas, as quais utilizam os títulos públicos como lastro. A liquidez no mercado secundário aumenta a eficiência das operações definitivas e do mercado de operações compromissadas, pois muitos agentes realizam estas operações com o intuito de vender e depois recomprar o ativo lastreado. Quanto à transmissão, a liquidez contribui para a construção da curva de juros, que, por seu turno, é um dos canais de transmissão da política monetária.

Adicionalmente, a alta liquidez no mercado secundário aumenta a eficiência do sistema financeiro. A liquidez ajuda a alongar e suavizar a curva de juros dos títulos do governo. Com efeito, caso essa curva esteja bem precificada, há um aumento da eficiência do sistema financeiro, já que a curva em comento é usada como benchmark para precificar outros instrumentos financeiros. Ela aperfeiçoa também a comunicação com os agentes do mercado no que diz respeito à expectativa de juros futuros e inflação.

Tendo em conta a relevância da liquidez, é comum encontrar na literatura internacional trabalhos que analisam as métricas de liquidez e de seus determinantes³. No mercado brasileiro, todavia, não há um estudo que avalie as condições de liquidez do mercado secundário de títulos públicos, bem como os seus determinantes. Nesse sentido, o presente estudo tem como objetivo avaliar quais são os determinantes da liquidez para o caso brasileiro, tendo um especial interesse em analisar qual é o impacto do tamanho do estoque de um título sobre a liquidez.

2. A liquidez do mercado secundário brasileiro de dívida pública

O que é liquidez? De acordo com o FMI⁴, a liquidez não é um conceito bem entendido, pois não há, ainda, uma boa conexão entre as correntes teóricas a respeito da liquidez e os dados. Esse difícil acompanhamento dos dados pela teoria é explicado, em parte, pelas diversas definições de liquidez existente na literatura. Em termos gerais, é possível afirmar se um ativo é dito líquido se o seu mercado secundário é contínuo e eficiente⁵. O conceito de continuidade aponta que é sempre possível realizar

² Títulos com menor liquidez tendem a ser negociado a taxas mais altas do que os títulos líquidos.

³ Danish Government borrowing and Debt (2013), Fleming (2002) e Ejsing e Sihvonen (2009)

⁴ *The Tenth OECD/World Bank/IMF Annual Global Bond Market Forum*

⁵ Black (1971), Kyle (1985), Grossman and Miller (1988), O'hara (1995), Sundaresan (1997)

transações que envolvem grande volume financeiro. Já o conceito de eficiência indica que sempre é possível realizar pequenas operações a preços próximos. Em decorrência da continuidade e eficiência, o conceito de liquidez denota a possibilidade de realizar transações de alto vulto sem provocar pressões sobre o preço de mercado, e de forma rápida a qualquer tempo.

Como medir a liquidez? Em decorrência da definição acima, nota-se que o conceito de liquidez é multidimensional. Com efeito, a liquidez deve ser mensura por intermédio de diferentes óticas. Nesse sentido, o Bank of International Settlements (BIS), por meio de estudo realizado em 1999, indica que, para se estudar a liquidez de um mercado, a abordagem de pesquisa deve levar em consideração pelo menos uma das três dimensões da liquidez: o aperto, a profundidade e a resiliência.

O aperto de preço expressa o custo ao efetuar uma pequena operação. Ele pode ser representado pelo tamanho da divergência entre os preços das transações (*bid* e *ask*) e o preço médio do mercado. Dessa forma, essa dimensão visa capturar o custo de realizar uma transação tendo em conta o nível de preços do mercado.

Enquanto o aperto de preço é uma medida que afere o custo por unidade de liquidez, a profundidade de preço expressa o volume financeiro máximo em que uma transação pode ser realizada para um dado nível de preço. Como a profundidade de preço não é uma variável observável, ela pode ser estimada ao levar em consideração o impacto no preço das transações. Nesse sentido, se o título usufruir do atributo da profundidade, espera-se que o impacto no preço das transações seja pequeno. O ponto chave dessa métrica é que as transações têm um impacto limitado no preço, que caracteriza a profundidade.

A terceira dimensão de liquidez pode ser estimada como a velocidade na qual os preços se normalizam após um choque. Essa estimação, todavia, é mais complexa do que a estimativa do aperto e da profundidade de preço, já que muitas vezes não há informações disponíveis para a realização desse tipo de cálculo.

Com o objetivo de estudar a resiliência do preço, Dong, Kempf e Yadav (2007), usando um modelo de correção de erro, encontram que a resiliência dos preços do mercado de ações pode ser estimada por meio do número de transações realizadas e do volume financeiro negociado (*trading volume*). Esses dois indicadores funcionam como um termômetro da atividade de *trading*. Se um ativo é negociado frequentemente, espera-se que o ajuste do preço após o choque ocorra rapidamente. Em contrapartida, caso o ativo não seja negociado frequentemente, o ajuste do preço ao choque em comento levará mais tempo.

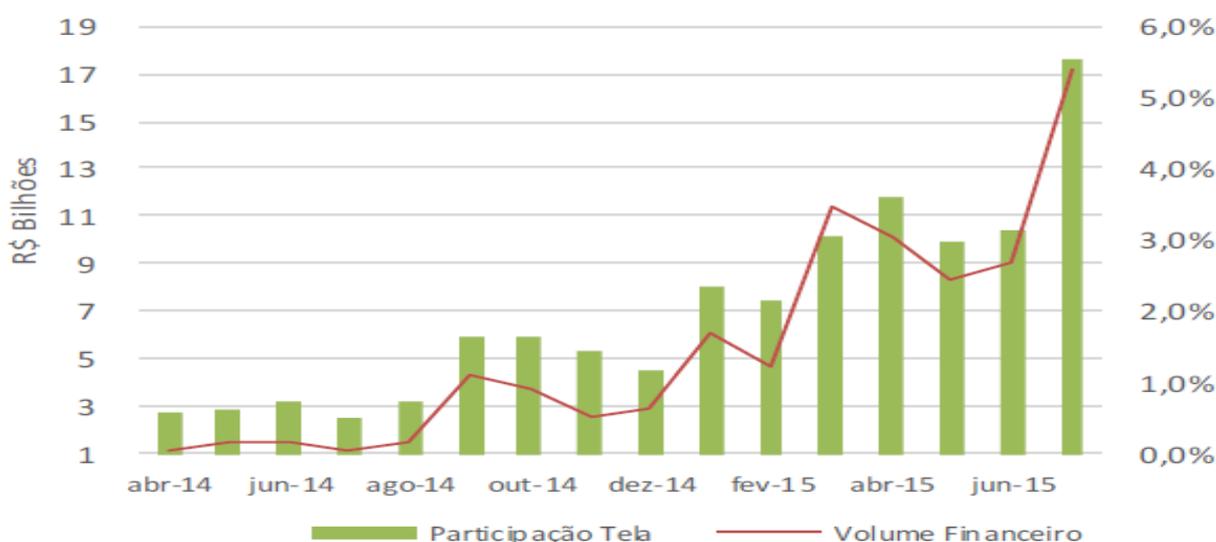
Os indicadores da atividade de trading, contudo, apresentam efeitos dúbios em períodos de crise. Por um lado, a elevação da incerteza assevera a necessidade dos investidores ajustarem o portfólio, aumentando, portanto, a atividade de *trading*. Por outro lado, a incerteza também aumenta o custo do *trading* seja pelo aumento do *spread bid* e *ask* ou pela volatilidade da taxa de juros em períodos de incerteza. Dessa forma, o efeito líquido da atividade de *trading* em tempos de crise é incerto.

Tabela 1: Pergunta a ser respondida e métrica de liquidez por dimensão estudada.

Dimensão	Pergunta a ser respondida	Métrica de liquidez
1) aperto do preço	Qual é a abertura do <i>spread bid e ask</i> ?	<i>Spread bid e ask</i>
2) profundidade do preço	Qual é o volume máximo no qual uma transação pode ser realizada sem alterar o preço de mercado?	impacto da transação no preço
3) resiliência	Quão rápido os preços se normalizam após um choque de ordens de compra/venda?	Volume financeiro negociado

No Brasil, todas as transações do mercado secundário de títulos públicos são registradas no Sistema Especial de Liquidação e Custódia (SELIC). A maior parte dessas transações é realizada por meio do mercado de balcão. Nessa modalidade, o registro da operação no SELIC contempla as especificidades do título negociado, o preço/taxa da transação e a quantidade de títulos negociadas. Embora haja, ainda, o registro da hora da transação no SELIC, essa informação não coincide com o horário de fato que a transação ocorreu, de maneira que ela representa somente a hora na qual a corretora/banco registra as informações no SELIC.

Como resultado da dominância do mercado de balcão, a mensuração das métricas de aperto e de profundidade da liquidez são comprometidas. No caso da medida de aperto, o comprometimento ocorre, pois no mercado de balcão não há o registro no SELIC do preço de compra (*bid*) e do preço venda (*ask*), inviabilizando, portanto, a aferição do *spread bid e ask*. A mensuração da profundidade também é comprometida, uma vez que no mercado de balcão não é possível acompanhar como o preço se movimenta ao longo do dia, o que impede o acompanhamento do impacto no preço das transações. Para viabilizar o diagnóstico do aperto e da profundidade do preço no mercado secundário de títulos públicos, é importante que ocorra um aumento da participação do mercado de tela, no qual as transações são realizadas por meio de uma plataforma eletrônica com o devido registro do *bid*, *ask* e horário da transação. Por exemplo, o CETIP *trader*, que é a plataforma eletrônica mais utilizada no Brasil, centralizou em junho de 2015 aproximadamente 5% das operações do mercado secundário, em termos de volume financeiro.

Gráfico 1: Evolução da participação do CETIP *trader* no mercado secundário.

Em função da dificuldade para se aferir o aperto e a profundidade do preço, a análise dos determinantes da liquidez restringiu-se à dimensão da resiliência da liquidez por meio do *trading volume*.

3. Os determinantes da liquidez do mercado secundário brasileiro de dívida pública

A literatura a respeito dos determinantes da liquidez indica que há cinco principais fatores que influenciam a liquidez por títulos públicos, a saber: i) status de benchmark/on-the-run; ii) tamanho do estoque do título; iii) “entregabilidade” do título no mercado futuro; iv) tempo até a maturação do título e v) uso do título como lastro em operações compromissadas. A tabela 2 sintetiza a relação entre a liquidez e as 5 variáveis explicativas elencadas acima.

Tabela 2: Determinantes com o respectivo impacto na liquidez.

determinantes	impacto na liquidez	marco teórico
<i>on-the-run</i>	positivo	Danish Government borrowing and Debt (2013), BIS (1999), Ejsing e Sihvonen (2009) e Fleming (2003)
tamanho do estoque	positivo	Danish Government borrowing and Debt (2013), BIS (1999), Ejsing e Sihvonen (2009), Fleming 2002, Hong e Warga (2000) e McCauley e Remolona (2000)
mercado de futuro	positivo	BIS (1999), Ejsing e Sihvonen (2009)
tempo até a maturação do título	negativo	Danish Government borrowing and Debt (2013), Ejsing e Sihvonen (2009) e Hong e Warga (2000)
lastro de operação compromissada	positivo	Duffie, Garleanu e Pedersen (2007) e Vayanos e Weill (2008)

Fonte: elaboração própria

Os títulos que são emitidos nos leilões regulares do mercado primário são classificados como on-the-run, ao passo que aqueles não são emitidos são chamados de off-the-run. Estes tendem a ser menos líquidos do que aqueles, pois os títulos on-the-run são demandados pelos investidores que ajustam o portfólio após a realização dos leilões. Outro fator que aumenta a procura pelos títulos on-the-run é o fato desses papéis possuírem o status de benchmark, isto é, são vistos pelo mercado como representantes dos vértices de referência da curva de juros. Com efeito, os títulos on-the-run tendem a ser negociados com baixo spread bid e ask, alta profundidade de preço e elevado volume financeiro negociado.

O tamanho do estoque afeta positivamente a liquidez dos títulos. Fleming (2002) comparou a liquidez de uma treasury bill de 52 semanas que foi reaberta com o prazo de 26 semanas com outra treasury bill de 26 semanas que não passou por processo reabertura. Por meio desse exercício contrafactual, o autor constatou que o título mais antigo, que possuía o maior estoque, era mais líquido do que o mais novo. MacCauley e Remolona (2000) apontam que vários países da OCDE se esforçam para proteger a liquidez do mercado secundário de dívida pública por meio da elevação do estoque de dívida. Segundo os autores, apesar de tais países não precisarem ser financiados via dívida por apresentarem resultados fiscais positivos, eles optaram por ser emissores líquidos de dívida com vistas a fomentar a liquidez. Dessa forma, quanto maior for o estoque do título, maior será o potencial da ação dos investidores como provedores de liquidez no mercado secundário. Todavia, é possível que essa relação positiva entre volume e tamanho de estoque tenha um nível ótimo, de modo que o volume pode ter retornos marginais decrescentes em função do tamanho do estoque. Nesse sentido, um dos objetivos do presente trabalho é testar se há um efeito não linear do tamanho do estoque sobre o volume.

O mercado futuro também afeta a liquidez no mercado secundário. Nos países desenvolvidos, que possuem um mercado maduro de futuro para títulos públicos, há um aumento da liquidez quando o título se torna “entregável” no mercado futuro, ou seja, pode ocorrer a entrega física do título para fins de encerramento do contrato futuro. Ao estudarem a relevância do mercado futuro para a liquidez dos títulos públicos na Alemanha, Ejsing e Sihvonen (2009) concluem que a condição de “entregável” no mercado futuro é, em termos de magnitude, mais relevante do que o status de on-the-run. Segundo os autores, esse resultado diverge das evidências encontradas para os EUA, em função de o mercado futuro alemão ser maior e mais líquido do que o mercado a vista. Em contraposição, nos EUA, o mercado a vista é maior e mais líquido do que o mercado futuro. Apesar de não existir um mercado futuro para títulos públicos brasileiros, o mercado de contratos futuros da taxa DI é extremamente desenvolvido no Brasil, de modo que tal mercado é mais líquido, em termos de volume financeiro negociado, do que o mercado secundário de títulos públicos. No caso brasileiro, o fenômeno da “entregabilidade” pode ocorrer para as LTNs, quando tais títulos se tornam elegíveis para o hedge de um determinado vértice do futuro do DI.

Os títulos com *duration* curta tendem a ser mais líquidos do que os papéis com *duration* longa. Para uma dada variação na taxa de juros, o preço dos títulos com *duration* curta oscila menos do que aqueles com *duration* longa. Dessa forma, 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.

Por fim, o uso do título como lastro nas operações compromissadas tende a aumentar a liquidez. Estas podem ser definidas como uma transação na qual um agente (tomador de empréstimo) vende um título (lastro) para outro agente (emprestador) com o compromisso de recomprá-lo em uma data futura pré-estabelecida. Sob a perspectiva do agente que vende o título, a operação é classificada como operação compromissada. Já, sob a ótica do agente que recebe o título, a operação é intitulada operação compromissada reversa. Ao realizar uma operação compromissada reversa, respeitando o prazo da operação, o agente pode operar vendido, ou seja, ele vende o título ao recebê-lo como lastro e o recompra antes do término do prazo da operação. Como resultado, o mercado secundário de títulos públicos pode ser estimulado por meio da realização de operações compromissadas reversas.

4. Estratégia empírica – Dimensão da resiliência

A análise da liquidez foi segmentada por tipo de título, a saber: i) LTN; ii) NTN-F e iii) NTN-B e iv) LFT. Para cada um desses títulos, foi construído um painel cuja variável dependente é a média mensal do volume financeiro diário negociado no mercado secundário. A tabela 3 detalha as variáveis explicativas utilizadas nos painéis estudados.

Tabela 3: Descrição das variáveis independentes usadas para modelar a liquidez

Variáveis dependentes (média mensal do volume diário negociado no mercado secundário)				Variáveis independentes	Descrição
LTN	NTN-F	NTN-B	LFT		
sim	sim	sim	sim	On the run	Variável dummy assume o valor 1 quando o título é emitido nos leilões realizados pelo Tesouro Nacional no mês em questão e 0 quando o título não é emitido (off the run).
sim	sim	sim	sim	Estoque	Montante financeiro em R\$ bilhões do estoque do título marcado pela TIR de emissão.
sim	sim	sim	sim	Estoque2	Variável estoque elevada ao quadrado, cujo objetivo é testar qual é o efeito não linear do tamanho do estoque sobre a liquidez.
sim	sim	sim	não	REPO	Montante financeiro em R\$ bilhões do estoque por título das Operações com Livre Movimentação de títulos do BC (OLM), que é composto pelas operações compromissadas com prazo superior a 3 meses e pelos empréstimos de títulos.
sim	sim	sim	não	REPO2	Variável REPO elevada ao quadrado, cujo objetivo é testar se há um efeito não linear do estoque lastrado do título em operações compromissadas sobre liquidez.
sim	sim	sim	não	Duration*	Variável dummy de inclinação que retorna a duration do título . Foi criada uma dummy para os principais vértices de cada título. Por exemplo, no caso da LTN de 6 meses, a variável retorna a duration do papel se o prazo do título for menor ou igual a 9 meses e maior do que 3 meses e zero nos demais casos. Essa mesma lógica se aplica aos demais vértices relevantes para cada título.
sim	não	não	não	Mês	Variável dummy criada para avaliar o impacto da “entregabilidade” do mercado futuro na liquidez, foi avaliado o impacto dos principais meses de vencimento dos contratos de DI futuro sobre a liquidez. Para tanto, foram criadas uma dummy para cada mês do ano a fim de aferir o referido impacto.

Para aferir a variável *duration*, os títulos foram classificados por prazo conforme a tabela 4. A escolha dos prazos visou contemplar os vértice mais representativos da curva de cada título. Para as LTNs, os prazos de 6 meses, 1 e 2 anos foram selecionados. Já para as NTN-Fs, os prazos de 3 e 6 anos foram escolhidos. Por fim, para as NTN-Bs, os prazos de 4, 10, 20 e 40 anos foram apreciados.

No caso da LFT, o painel não levou em consideração as operações com livre movimentação de Títulos do BC (REPO) e tampouco a sua vertente ao quadrado, pois o preço da LFT, isto é, a sua cotação não depende da taxa de juros, e sim ágio/deságio no mercado secundário. Dessa forma, não há sentido econômico para que o investidor realize uma operação compromissada longa com intuito de operar vendido por intermédio da LFT. Adicionalmente, como a *duration* da LFT é padronizada em 1 dia, a variável *duration* não foi contemplada no painel em quesito.

Tabela 4: Prazos utilizados no cômputo da variável *duration* por título.

	Prazo	BANDA
LTN (meses)	3 meses	≤ 3 meses
	6 meses	$3 < \text{prazo} \leq 9$
	1 ano	$9 < \text{prazo} \leq 15$
	2 anos	$15 < \text{prazo} \leq 30$
NTN-F (anos)	3 anos	≤ 3 anos
	6 anos	$3 < \text{prazo} \leq 9$
NTN-B (anos)	4 anos	$2 < \text{prazo} \leq 6$
	10 anos	$6 < \text{prazo} \leq 10$
	20 anos	$10 < \text{prazo} \leq 21$
	40 anos	$\text{prazo} > 35$

Em todos os painéis, a amostra engloba o período entre janeiro de 2007 a março de 2015, de forma que as variáveis monetárias foram inflacionadas a preços de março de 2015 pelo IPCA. Para estudar a liquidez da LTN, foi construído um painel (unbalanced) com 36 títulos. Embora o painel tenha $T = 99$ meses e $N = 30$ títulos, cada variável do painel fica, em média, aproximadamente 23 meses no painel⁶. Essa característica decorre do ciclo da vida dos títulos, os quais ao longo do período da amostra entram e saem do painel. Em função dessa peculiaridade, o painel é caracterizado por ser unbalanced. Os painéis construídos para a NTN-F, a NTN-B e a LFT também são unbalanced e contam, respectivamente, com 13, 19 e 33 títulos

Tabela 5: Especificações e características dos painéis analisados.

	LTN	NTN-F	NTN-B	LFT
Período da Amostra	entre janeiro de 2007 a março de 2015	entre janeiro de 2007 a março de 2016	entre janeiro de 2007 a março de 2017	entre janeiro de 2007 a março de 2015
T (meses)	99	99	99	99
N (nº de títulos)	30	13	19	33
Heterocedasticidade	sim	sim	sim	sim
Autocorrelação	não	sim	sim	sim

A fim de mensurar o impacto dos determinantes da liquidez, para cada um dos títulos analisados, foram usados 3 métodos: efeitos fixos, efeitos aleatórios e mínimos quadrados generalizados (MQG ajustado) com correção de heterocedasticidade e especificação do erro, seguindo um processo AR(1) no caso da existência de autocorrelação⁷. Para realizar as estimações supracitadas, foram realizados os seguintes testes⁸: i) teste de heterocedasticidade e ii) teste de autocorrelação serial. Com o intuito de verificar a presença de heterocedasticidade, foi feito o teste de Wald 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 1%, indicando a presença de heterocedasticidade. Por isso, os modelos foram estimados com correção de heterocedasticidade (estimação via erro padrão robusto). Com vistas a testar a autocorrelação serial, foi realizado o teste de Wooldridge⁹. Esse teste verifica se existe autocorrelação entre os resíduos da regressão, de modo que a hipótese nula do teste é que não há autocorrelação serial de primeira ordem. Para a LTN, o resultado indica que não é possível rejeitar a hipótese nula ao nível de significância de 10%, sugerindo que não há autocorrelação serial, ao passo que a NTN-F NTN-B, LFT a hipótese nula foi rejeitada, indicando que há problemas de autocorrelação serial nesses painéis.

5. Resultados

5.1. LTN

A variável *on the run* é significativa ao nível de 1% nos 3 modelos supracitados. Em linha com o apontado pela literatura, o status de *on the run* afeta positivamente a liquidez, de modo que, no modelo de efeitos fixos, há um aumento de R\$ 518 milhões na liquidez das LTNs quando um título passa a possuir tal classificação.

O estoque também é significativo ao nível de 1% nos três modelos, tendo, conforme o esperado, uma relação positiva com o volume financeiro negociado no mercado secundário de LTNs. Já a variável estoque

⁶ A tabela 10 detalha as estatísticas descritivas das variáveis do painel, especificando suas médias, desvio padrão, máximo, mínimo, bem como o número de meses, em média, que há observações a respeito da variável (T-BAR)

⁷ O objetivo dessa construção é comparar os coeficientes estimados por esses 3 métodos a fim de analisar se a mudança no método de estimação altera a significância estatística e econômica das variáveis

⁸ As tabelas com os pormenores dos testes se encontram no anexo.

⁹ Wooldridge (2002)

ao quadrado não é significativo no modelo com efeitos fixos, ao passo que nos modelos de efeitos aleatórios e MQG ajustado ela é significativa aos níveis de, respectivamente, 10% e 1%. Quanto à análise do sinal dessa variável, nos 3 modelos, ela apresentou sinal negativo, indicando que o efeito marginal do tamanho do estoque sobre a liquidez é decrescente.

Em todos os modelos, as operações com livre movimentação de títulos do BC (REPO), que são representadas pelas operações compromissadas com prazo superior a 3 meses e pelos empréstimos de títulos, foram consideradas economicamente e estatisticamente insignificantes. Uma possível explicação para esse resultado contra intuitivo reside no fato de que os investidores podem assumir venda no mercado futuro de DI, não precisando, dessa forma, realizar uma operação compromissada longo para vender o lastro.

Na esteira da literatura, as variáveis de *duration* para os diferentes prazos avaliados apresentaram uma relação negativa com a liquidez. Enquanto a variável *durationltn3m* somente é significativa no modelo MQG ajustado, as variáveis *durationltn6m*, *durationltn1*, *durationltn2* são significantes nos 3 modelos. Cabe destacar, ainda, que quanto menor for o prazo do título, maior será o aumento (redução) da liquidez provocado pela redução (aumento) da *duration*.

Por fim, foi avaliado o impacto dos vencimentos dos contratos futuros de DI sobre a liquidez. Os principais vencimentos ocorrem no início de cada trimestre (01/01, 01/03, 01/09, 01/12), de modo que tais meses são justamente aqueles que provocam o maior impulso sobre a liquidez. É digno de nota que, no modelo de efeitos fixos e de efeitos aleatórios, a magnitude do impacto do mês de dezembro sobre a liquidez é próxima do efeito da variável *on the run*. Já no modelo MQG ajustado o mês de dezembro provoca um efeito sobre a liquidez superior ao *on the run*. Esse resultado sinaliza a importância do mercado futuro de DI para o mercado secundário de LTN.

Tabela 6: Determinantes do volume negociado no mercado secundário de LTN.

Variáveis	Modelos		
	efeitos fixos	efeitos aleatórios	MQG ajustado a heterocedasticidade
ontherun	0.518*** (0.0860)	0.555*** (0.102)	0.289*** (0.0424)
estoque	0.0326*** (0.00791)	0.0303*** (0.00659)	0.0187*** (0.00257)
estoque2	-0.000164*** (5.88e-05)	-0.000128*** (4.39e-05)	-4.35e-05** (2.12e-05)
repo	-0.00300 (0.00702)	0.000828 (0.00654)	0.00720 (0.00611)
repo2	-0.000114 (0.000139)	-0.000187 (0.000130)	-0.000280* (0.000161)
dltn6m	-0.0664*** (0.0161)	-0.0628*** (0.0139)	-0.0427*** (0.00852)
dltn1	-0.0415*** (0.00664)	-0.0385*** (0.00560)	-0.0235*** (0.00482)
dltn2	-0.0131*** (0.00277)	-0.0106*** (0.00346)	-0.0107*** (0.00265)
jan	0.211*** (0.0670)	0.246*** (0.0682)	0.208*** (0.0540)
fev	-0.0547 (0.0985)	0.0422 (0.0875)	0.0392 (0.0710)
mar	0.359*** (0.0953)	0.392*** (0.0936)	0.260*** (0.0543)
abr	0.0935 (0.0755)	0.143** (0.0712)	0.131** (0.0648)
mai	0.000658 (0.0630)	0.0517 (0.0564)	0.0636 (0.0688)
jun	0.277** (0.102)	0.318*** (0.0949)	0.298*** (0.0695)
jul	0.179 (0.111)	0.217** (0.102)	0.138** (0.0696)
ago	0.0563 (0.0842)	0.0919 (0.0727)	0.0453 (0.0696)
set	0.257*** (0.0790)	0.290*** (0.0703)	0.223*** (0.0694)
out	0.108* (0.0580)	0.140*** (0.0537)	0.108 (0.0698)
nov	0.0394 (0.0771)	0.0717 (0.0736)	0.0103 (0.0682)
dez	0.450*** (0.0775)	0.469*** (0.0707)	0.364*** (0.0643)
Constante	-0.275 (0.249)	-0.407** (0.194)	-0.145 (0.0926)
Observações	719	719	719
R-quadrado	0.368		

Erro padrão robusto

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

5.2. NTN-F

A tabela 7 sintetiza os resultados da estimação do volume negociado no mercado secundário de NTN-Fs por intermédio dos modelos de efeitos aleatórios, efeitos fixos e MQG ajustado à heterocedasticidade e autocorrelação.

Nos 3 modelos, a variável *on the run* é significativa ao nível de 1% e, em linha com a literatura, apresenta uma relação positiva com a liquidez, de forma que quando uma NTN-F passa a ser *on the run* ocorre um aumento de R\$ 190 milhões na média mensal do seu volume negociado diariamente, segundo o modelo de efeitos aleatórios.

A variável estoque também é significativa ao nível de 1% nos 3 modelos e afeta positivamente a liquidez. A variável estoque ao quadrado, por sua vez, é significativa ao nível 1%, nos modelos de efeitos fixos e aleatórios, e impacta negativamente o volume negociado no mercado secundário de NTN-Fs.

Embora tenham apresentado efeitos econômicos alinhados com a literatura, as operações com livre movimentação de títulos do BC (REPO) só é significativa no método MQG ajustado.

A variável *dntnf3* (*duration* ntn-f de 3 anos) é significativa ao nível 1% nos modelos de efeitos aleatórios e MQG ajustado, ao passo que, no modelo de efeitos fixos, ela é significativa ao nível de 5%. Já a variável *dntmf6* (*duration* ntn-f de 6 anos) é significativa estatisticamente no modelo de efeitos aleatório e no MQG ajustado ao nível de 5%, porém não é significativa no modelo de efeitos fixos.

Tabela 7: Determinantes do volume negociado no mercado secundário de NTN-F.

Variáveis	Modelos		
	efeitos fixos	efeitos aleatórios	MQG ajustado a heterocedasticidade e AR(1)
ontherun	0.190*** (0.0365)	0.176*** (0.0305)	0.189*** (0.0195)
estoque	0.0122*** (0.000803)	0.0108*** (0.00138)	0.00876*** (0.00128)
estoque2	-4.48e-05*** (8.05e-06)	-2.87e-05*** (9.74e-06)	-1.60e-05 (1.48e-05)
repo	0.00508 (0.00820)	0.00631 (0.00671)	0.0128*** (0.00432)
repo2	-9.86e-05 (0.000312)	-0.000234 (0.000253)	-0.000368** (0.000172)
dntnf3	-0.0522** (0.0184)	-0.0495*** (0.0183)	-0.0348*** (0.0102)
dntnf6	-0.0110 (0.00714)	-0.0133** (0.00554)	-0.0142** (0.00561)
Constante	-0.0511 (0.0371)	-0.0217 (0.0265)	-0.0213 (0.0212)
Observações	679	679	679
R-quadrado	0.256		

Erro padrão robusto

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

5.3. NTN-B

Em consonância com a literatura, a variável *on the run* é significativa ao nível de 1% nos 3 modelos avaliados, de maneira que, quando a NTN-B adquire o status de *on the run*, há um aumento de R\$ 260 milhões na média mensal do seu volume negociado diariamente, de acordo com o modelo de efeitos fixos.

A variável estoque é significativa ao nível de 1% nos modelos de efeitos fixos e efeitos aleatórios, porém não é significativa no MQG ajustado. Em contraposição, a variável estoque2 apresenta uma relação positiva com a liquidez, só sendo significativa na abordagem por MQG ajustado.

Embora as operações com livre movimentação de títulos do BC (REPO) tenham sido insignificantes, a variável REPO ao quadrado (REPO2) é positivamente relacionada com a liquidez, sendo significativa nos modelos de efeitos fixos (10%), efeitos aleatórios (5%) e MQG ajustado (1%).

As variáveis de *duration* também apresentaram resultados divergentes. Nos modelos de efeitos fixos e efeitos aleatórios, a variável *dntnb40* (*duration* ntn-b 40 anos) foi a única variável significativa e, em oposição aos resultados das LTNs e NTN-Fs, ela exibiu uma relação positiva com o volume negociado no mercado secundário. Esse resultado sugere que há uma segmentação de mercado na qual os títulos longos são mais procurados do os demais vértices.

Tabela 8: Determinantes do volume negociado no mercado secundário de NTN-B.

Variáveis	Modelos		
	efeitos fixos	efeitos aleatórios	MQG heterocedasticidade e AR(1)
ontherun	0.260*** (0.0618)	0.259*** (0.0630)	0.0516*** (0.0155)
estoque	0.0112* (0.00542)	0.0107** (0.00502)	-0.00173 (0.00216)
estoque2	3.84e-05 (5.82e-05)	4.12e-05 (5.36e-05)	0.000105*** (2.93e-05)
repo	0.0110 (0.0148)	0.0107 (0.0141)	-0.000669 (0.00697)
repo2	0.00149* (0.000739)	0.00153** (0.000718)	0.00128** (0.000542)
dntnb4	0.0110 (0.0179)	0.0112 (0.0168)	0.0347*** (0.00865)
dntnb10	0.00477 (0.0128)	0.00164 (0.0101)	0.00455 (0.00509)
dntnb20	0.0114 (0.0138)	0.00652 (0.00946)	0.000708 (0.00218)
dntnb40	0.0147** (0.00571)	0.0127** (0.00527)	-0.00362 (0.00402)
Constante	-0.396* (0.190)	-0.320** (0.145)	0.00640 (0.0406)
Observações	1,168	1,168	1,168
R-quadrado	0.301		

Erro padrão robusto

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

5.4. LFT

Na esteira dos demais painéis avaliados, a variável *on the run* é significativa ao nível de 1% nos 3 modelos avaliados, de maneira que, quando a LFT adquire o status de *on the run*, há um aumento de R\$ 264 milhões na média mensal do seu volume negociado diariamente, de acordo com o modelo de efeitos fixos.

A variável estoque é significativa ao nível de 1% nos modelos de efeitos fixos e efeitos aleatórios, porém não é significativa no MQG ajustado. Ademais, nos 3 modelos, ela apresenta uma relação positiva com a liquidez.

Tabela 9: Determinantes do volume negociado no mercado secundário de LFT.

Variáveis	Modelos		
	efeitos fixos	efeitos aleatórios	MQG ajustado a heterocedasticidade e AR(1)
ontherun	0.264*** (0.0301)	0.266*** (0.0294)	0.233*** (0.0144)
estoque	0.00385* (0.00211)	0.00427** (0.00191)	0.00626*** (0.000733)
estoque2	1.67e-05 (2.73e-05)	1.37e-05 (2.60e-05)	-2.96e-06 (1.13e-05)
Constante	0.0636 (0.0441)	0.0731* (0.0429)	-0.00558 (0.00798)
Observações	1,489	1,489	1,489
R-quadrado	0.172		

Erro padrão robusto

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

6. Conclusão

Conforme foi apresentado na introdução, a liquidez é um conceito multidimensional, sendo aferida por 3 óticas: aperto, profundidade e resiliência. No Brasil, todavia, em função da dominância do mercado de balcão, só é possível aferir com segurança a resiliência, que é representada pelo volume médio negociado no mercado secundário. Nesse sentido, a liquidez foi avaliada somente pela dimensão da resiliência.

O objeto de estudo do trabalho foi analisar os determinantes da liquidez dos seguintes títulos: LTN, NTN-F, NTN-B e LFT. Para os três primeiros títulos, foram construídos painéis a fim de averiguar o impacto das seguintes variáveis sobre a liquidez: *on the run*; estoque; estoque ao quadrado; operações compromissadas; operações compromissadas ao quadrado; *duration* e entregabilidade no mercado futuro (somente no caso das LTNs). Em cada um dos 4 painéis, a estimação dos coeficientes das regressões foi realizada por meio dos modelos de efeitos fixos, efeitos aleatórios e MQG ajustado.

A variável *on the run* foi considerada estatisticamente e economicamente significativa, em todos os modelos, para todos os títulos. Para a LTN, é importante destacar que a magnitude do impacto do mês de dezembro sobre a liquidez é próxima do efeito da variável *on the run*, sinalizando a importância do mercado futuro de DI para o mercado secundário de LTN.

Destaca-se, ainda, que a variável estoque ao quadrado é significativa e apresentou uma relação negativa com a liquidez em todos os modelos rodados para as LTNs e NTN-Fs. Para esses títulos, o efeito marginal do estoque sobre a liquidez é decrescente e, conseqüentemente, é possível encontrar um nível ótimo para o tamanho do estoque. Em contraposição, para as NTN-Bs, os resultados são dúbios e

insignificantes e, por conseguinte, não é possível afirmar com segurança que exista um efeito não linear do estoque sobre a liquidez para esse título.

Já a variável REPO2, além de não ser estaticamente significativa, não apresentou um impacto relevante sobre a liquidez em todos os modelos rodados com exceção da NTN-B, cujos resultados foram significativos nos 3 modelos avaliados. Para a LTN e a NTN-F, pode-se argumentar que uma possível explicação para esse resultado está relacionada ao fato de que os investidores podem assumir venda no mercado futuro de DI, não precisando, dessa forma, realizar uma operação compromissada longa para vender o lastro. Em contraposição, para a NTN-B, a variável REPO2 é significativa e positivamente relacionada com a liquidez. Uma possível explicação para esse achado reside no fato que inexistente um mercado futuro de juros reais líquido no Brasil.

A variável *duration* foi analisada por meio de dummies de inclinação a fim de avaliar a *duration* pelos diferentes prazos dos títulos contemplados pelos painéis. Para as LTNs e NTN-Fs, as variáveis de *duration* foram significativas e negativamente relacionadas com liquidez, de modo que, quanto menor for prazo do título, maior é o aumento na liquidez provocada pela redução da *duration*. Para as NTN-Bs, em contraste, a variável *durationntnf40* foi a única variável significativa e, em oposição aos resultados das LTNs e NTN-Fs, ela exibiu uma relação positiva com o volume negociado no mercado secundário, indicando que há uma segmentação de mercado na qual os títulos longos são mais procurados do os demais vértices.

Por fim, a entregabilidade no mercado futuro de DI se mostrou uma variável relevante para explicar a liquidez da LTN, de modo que os meses do início de cada trimestre do ano (principais vencimentos dos contratos de DI) são aqueles que apresentam o maior impacto sobre a liquidez.

7. Bibliografia

- Bank for International Settlements (BIS) (1999), "Market Liquidity: Research Findings and Selected Policy Implications," Committee on the Global Financial System Publications vol 11
- Black, F., 1971. Towards a fully automated exchange, part I. *Financial Analysts Journal* vo 27, 29- 35, 44.
- Danish Government Borrowing and Debt, 2013. Chapter 8: Liquidity in Danish Government Securities.
- Dimitri Vayanos and Pierre-Olivier Weill, 2008. "A Search-Based Theory of the On-the-Run Phenomenon," *Journal of Finance*, American Finance Association, vol. 63(3), 1361-1398, 06.
- Duffie, D., N. Gârleanu, and L. H. Pedersen, 2007, "Valuation in Over-the-Counter Markets," *Review of Financial Studies*, vol 20, 1865–1900.
- Dong, J., Kempf, A. and Yadav, P. K.: 2007, Resiliency, the neglected dimension of market liquidity: Empirical evidence from the New York Stock Exchange, Mimeo.
- Ejsing, J. and J. Sihvonen (2009). Liquidity Premia in German Government Bonds. European Central Bank Working Paper Series 1081
- Fleming, J, 2002. "Are Larger Treasury Issues More Liquid? Evidence from Bill Reopenings," *Journal of Money, Credit and Banking*, Blackwell Publishing, vol 34(3), 707-35,
- Grossman, S., Miller, M., Cone, K., Fischel, D., Ross, D., 1997. Clustering and competition in asset markets. *Journal of Law and Economics*, vol 40, 23-60.
- Hong, Gwangheon, and Arthur Warga, 2000, An Empirical Study of Bond Market Transactions, *Financial Analysts Journal*, vol 56, 32-46.
- Kyle, A., 1985. Continuous auctions and insider trading. *Econometrica*, vol 53, 1315-1335.
- O'Rara, M. (1995) *Market Microstructure Theory*, Blackwell, Cambridge.
- McCauley, R and E Remolona (2000): "Size and liquidity of government bond markets", *BIS Quarterly Review*, November.
- Michael J. Fleming, 2003. "Measuring treasury market liquidity," *Economic Policy Review*, Federal Reserve Bank of New York, issue Sep, pages 83-108.
- Wooldridge, J. M. 2002. *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. Cambridge, MA: MIT Press.

8. Anexo

Tabela 10: Estatística descritiva das variáveis do painel de LTNs.

Variável		Média	Desvio padrão	Min	Max	Observações
vol	overall	.8889412	.7226145	.0004294	5.031.331	N = 715
	between		.497865	.1573818	1.992.518	n = 30
	within		.5544342	-.4122093	4.137.097	T-bar = 23.8333
ontherun	overall	.3636364	.4813824	0	1	N = 715
	between		.2123918	.1111111	.8	n = 30
	within		.4405667	-.4363636	1.252.525	T-bar = 23.8333
estoque	overall	6098564	3518772	.1800544	1.556.792	N = 715
	between		2952422	1092716	1.190.367	n = 30
	within		2138067	-4424478	1.106.712	T-bar = 23.8333
repo	overall	1104729	9943018	0	5.046.079	N = 700
	between		6299747	.3617274	2.614.015	n = 29
	within		8295944	-1174136	4.833.105	T-bar = 24.1379
repo2	overall	2207649	3623716	0	2.546.291	N = 700
	between		1992555	1299395	7.408.209	n = 29
	within		316348	-4680146	2429.93	T-bar = 24.1379
estoque2	overall	4955692	4834462	.0324196	24236.01	N = 715
	between		3911753	1892852	15733.52	n = 30
	within		2845954	-10587.22	13458.18	T-bar = 23.8333
dltn6m	overall	1524942	2721614	0	9.238.095	N = 715
	between		1094654	0	408.658	n = 30
	within		2555167	-2561638	1.034.057	T-bar = 23.8333
dltn1	overall	2539194	5073214	0	1.519.048	N = 715
	between		1282042	0	4.681.548	n = 30
	within		4944142	-2142353	1.699.316	T-bar = 23.8333
dltn2	overall	7342324	1053465	0	2.990.476	N = 715
	between		4471293	0	1.537.778	n = 30
	within		9848454	-8035453	3.084.762	T-bar = 23.8333

Tabela 10 (continuação): Estatística descritiva das variáveis do painel de LTNs.

Variável		Média	Desvio padrão	Min	Max	Observações
jan	overall	.0895105	.285679	0	1	N = 715
	between		.0236269	.0625	.1428571	n = 30
	within		.2849536	-.0533467	102.701	T-bar = 23.8333
fev	overall	.0321678	.1765692	0	1	N = 715
	between		.048011	0	.1428571	n = 30
	within		.1711256	-.1106893	.9696678	T-bar = 23.8333
mar	overall	.0909091	.287681	0	1	N = 715

	between	.0216856	.0625	.1333333	n = 30
	within	.2870523	-.0424242	1.028.409	T-bar = 23.8333
abr	overall	.0811189	.2732087	0	1 N = 715
	between	.017467	.0555556	.125	n = 30
	within	.272706	-.0438811	1.025.563	T-bar = 23.8333
mai	overall	.0797203	.2710493	0	1 N = 715
	between	.0155378	.0555556	.1111111	n = 30
	within	.2706115	-.0313908	1.024.165	T-bar = 23.8333
jun	overall	.0811189	.2732087	0	1 N = 715
	between	.017467	.0555556	.125	n = 30
	within	.272706	-.0438811	1.025.563	T-bar = 23.8333
jul	overall	.0811189	.2732087	0	1 N = 715
	between	.0222104	.0555556	.1333333	n = 30
	within	.2725579	-.0522145	1.025.563	T-bar = 23.8333
ago	overall	.0811189	.2732087	0	1 N = 715
	between	.0222104	.0555556	.1333333	n = 30
	within	.2725579	-.0522145	1.025.563	T-bar = 23.8333
set	overall	.0811189	.2732087	0	1 N = 715
	between	.0222104	.0555556	.1333333	n = 30
	within	.2725579	-.0522145	1.025.563	T-bar = 23.8333
out	overall	.0811189	.2732087	0	1 N = 715
	between	.0151011	.0625	.1111111	n = 30
	within	.2728206	-.0299922	1.018.619	T-bar = 23.8333
nov	overall	.0811189	.2732087	0	1 N = 715
	between	.0151011	.0625	.1111111	n = 30
	within	.2728206	-.0299922	1.018.619	T-bar = 23.8333
dez	overall	.0825175	.2753441	0	1 N = 715
	between	.0221232	0	.1111111	n = 30
	within	.2746976	-.0285936	1.020.017	T-bar = 23.8333

Tabela 11: Teste de Heterocedasticidade LTN.

Modified Wald test for groupwise heteroskedasticity
in fixed effect regression model

H0: $\sigma(i)^2 = \sigma^2$ for all i

chi2 (29) = 842.34
Prob>chi2 = 0.0000

Tabela 12: Teste de autocorrelação serial LTN.

```
Wooldridge test for autocorrelation in panel data
H0: no first-order autocorrelation
F( 1, 28) = 2.618
Prob > F = 0.1169
```

Tabela 13: Estatística descritiva das variáveis do painel de NTN-Fs.

Variável		Média	Desvio padrão	Min	Max	Observações
ontherun	overall	.3157122	.4651405	0	1	N = 681
	between		.2816215	.0277778	1	n = 13
	within		.4105631	.3294491	1.287.934	T-bar = 52.3846
vol	overall	.3368925	.3349316	.0005149	2.714.091	N = 681
	between		.2180222	.0697399	.795397	n = 13
	within		.2590856	.4578963	2.255.587	T-bar = 52.3846
estoque	overall	3763706	3003104	1800854	1.246.657	N = 681
	between		2443124	5419465	9.683.286	n = 13
	within		1729188	-3100462	6.857.696	T-bar = 52.3846
repo	within		.3700522	.4184306	1.382.695	T-bar = 52.3846
	overall	6321851	7445522	-5922127	3.376.731	N = 681
	between		5925194	.572291	1.916.691	n = 13
estoque2	within		5035075	-1284506	2.559.265	T-bar = 52.3846
	overall	2317087	3334923	3243077	15541.54	N = 681
	between		2694087	2962176	10035.07	n = 13
repo2	within		1854741	-6923244	7.823.554	T-bar = 52.3846
	overall	953202	184485	0	1.140.231	N = 681
	between		1433648	.6358669	466.325	n = 13
dntnf3	within		131891	-3710048	8.420.723	T-bar = 52.3846
	overall	.6215619	.8524922	0	2.587.171	N = 681
	between		.4863116	0	1.329.234	n = 13
dntnf6	within		.7433596	.7037038	2.991.256	T-bar = 52.3846
	overall	1707857	2068061	0	5.910.266	N = 681
	between		1227761	0	330.695	n = 13

Tabela 14: Teste de heterocedasticidade NTN-F.

```
Modified Wald test for groupwise heteroskedasticity
in fixed effect regression model
```

```
H0: sigma(i)^2 = sigma^2 for all i
```

```
chi2 (13) = 3306.45
Prob>chi2 = 0.0000
```

Tabela 15: Teste de autocorrelação serial NTN-F.

```
. xtserial vol ontherun estoque estoque2 repo repo2 dntnf3 dntnf6

Wooldridge test for autocorrelation in panel data
H0: no first-order autocorrelation
      F( 1,      12) =      4.023
      Prob > F =      0.0680
```

Tabela 16: Estatística descritiva das variáveis do painel de LFT.

Variável		Média	Desvio Padrão	Min	Max	Observações
t	overall	4.234.788	2.697.044	1	99	N = 1489
	between		2.496.331	7	89	n = 33
	within		1.606.625	4.347.884	8.034.788	45.1212
id	overall	1.948.623	7.966.157	1	33	N = 1489
	between		966.954	1	33	n = 33
	within		0	1.948.623	1.948.623	45.1212
ontherun	overall	.0866353	.2813944	0	1	N = 1489
	between		.0904075	-	0	.3555556 n = 33
	within		.2694323	.2689202	1.053.302	45.1212
repo	overall	1.211.772	1.813.466	-1364518	7974812	N = 1489
	between		1.447.553	.0049462	5563557	n = 33
	within		8.123.246	4.351.785	4.209.012	45.1212
estoque	overall	3.755.313	2.220.898	0	9075859	N = 1489
	between		1.762.742	1255677	7090825	n = 33
	within		1.181.074	3.335.512	6.106.885	45.1212
vol	overall	.2627168	.2325482	.0000156	1624125	N = 1489
	between		.1619764	.0258132	.6702965	n = 33
	within		.1761435	-.407521	150.668	45.1212
repo2	overall	4.754.841	1.046.738	0	6359763	N = 1489
	between		7.667.359	0	3242535	n = 33
	within		5.469.248	2.767.051	3.895.054	45.1212
estoque2	overall	1.903.145	1.904.305	0	8237122	N = 1489
	between		1.444.449	1652922	5609044	n = 33
	within		1.019.896	3.705.899	4.563.136	45.1212

Tabela 17: Teste de heterocedasticidade LFT.

Modified Wald test for groupwise heteroskedasticity
in fixed effect regression model

H0: $\sigma(i)^2 = \sigma^2$ for all i

chi2 (33) = 13804.66

Prob>chi2 = 0.0000

Tabela 18: Teste de autocorrelação serial LFT.

Wooldridge test for autocorrelation in panel data

H0: no first-order autocorrelation

F(1, 32) = 24.212

Prob > F = 0.0000

Tabela 19: Estatística descritiva das variáveis do painel de NTN-Bs.

Variável		Média	Desvio Padrão	Mim	Max	Observações
vol	overall	.3411227	.4500336	.0000617	3.945.451	N = 1220
	between		.3101495	.0493149	1.203.252	n = 19
	within		.3432511	.8565679	357.152	T-bar = 64.2105
ontherun	overall	.3737705	.4840022	0	1	N = 1220
	between		.2572652	0	.9193548	n = 19
	within		.4235296	.5455843	124.877	T-bar = 64.2105
estoque	overall	398145	1939255	.5838935	8.623.541	N = 1212
	between		1433255	1368474	5.879.396	n = 19
	within		1441962	-1770939	6.894.029	T-bar = 63.7895
repo	overall	3627363	3517016	0	2.591.601	N = 1220
	between		1738656	.4640598	7.037.627	n = 19
	within		316111	-3410264	2.250.575	T-bar = 64.2105
estoque2	overall	1960955	1616172	.3409317	7.436.546	N = 1212
	between		1195779	223144	4.234.556	n = 19
	within		1189231	-2271988	5.271.311	T-bar = 63.7895
repo2	overall	2551702	5622748	0	6.716.398	N = 1220
	between		2267351	.4780215	8.964.705	n = 19
	within		5219282	-6413002	6.075.097	T-bar = 64.2105
dntnb2	overall	.1802138	.4478926	.0555556	1.878.576	N = 1220
	between		.2716933	0	.791504	n = 19
	within		.385288	.6589092	1.826.391	T-bar = 64.2105
dntnb4	overall	1007193	1603597	0	5.128.808	N = 1220
	between		1043852	0	3.111.441	n = 19
	within		1256096	-2104248	5.559.661	T-bar = 64.2105
dntnb10	overall	.8905581	220989	0	7.749.702	N = 1220
	between		1553117	0	502.927	n = 19
	within		1646573	-4138712	7.915.144	T-bar = 64.2105
dntnb20	overall	1557535	3628247	0	1.225.466	N = 1220

	between		3139824	0	1.122.979	n = 19
	within		1613449	-7094747	1.285.066	T-bar = 64.2105
dntnb30	overall	2336403	5208225	0	1.703.514	N = 1220
	between		4374041	0	1.411.852	n = 19
	within		2389437	-9527021	1.128.484	T-bar = 64.2105
dntnb40	overall	.5387592	2725641	0	1.559.027	N = 1220
	between		152315	0	6.639.255	n = 19
	within		2034631	-6100496	9.489.777	T-bar = 64.2105

Tabela 20: Teste de estacionariedade NTN-B.

```
Modified Wald test for groupwise heteroskedasticity
in fixed effect regression model
```

```
H0: sigma(i)^2 = sigma^2 for all i
```

```
chi2 (19) = 8010.25
Prob>chi2 = 0.0000
```

Tabela 21: Teste de autocorrelação NTN-B.

```
Wooldridge test for autocorrelation in panel data
```

```
H0: no first-order autocorrelation
```

```
F( 1, 18) = 13.231
Prob > F = 0.0019
```