

A MICROESTRUTURA DO TESOURO DIRETO: SAZONALIDADE DO FLUXO DE ORDENS E O PROCESSO DE FORMAÇÃO DE SPREADS

MARCELO PERLIN *

Resumo

O objetivo deste artigo é analisar a microestrutura do Tesouro Direto em dois pontos: a dinâmica do fluxo de ordens e o processo de formação dos spreads. A análise dos dados mostra uma forte sazonalidade no fluxo de ordens deste mercado. Esta previsibilidade pode auxiliar na administração do estoque de títulos por parte do governo. O segundo ponto de análise no estudo foi na formação do spread no tesouro direto. No desenvolvimento do artigo se discute os fatores negativos a respeito do método utilizado atualmente e apresenta-se uma alternativa mais parcimoniosa através de um modelo de ajustamento.

Palavras-chave: Dívida pública; tesouro direto; microestrutura do mercado; componentes do spread.

Abstract

The objective of the study is to analyze the market microstructure of Tesouro Direto in two fronts: the dynamics of the order flow and the formation of the spreads. The results show a strong seasonality in the order flow of this market. This predictability can help the government to manage its debt inventory. The second point of analysis is the formation of the spreads. In the article we discuss the negative factors related to the current procedure and present a new methodology based on an adjustment model.

Keywords: Public debt; tesouro direto; market microstructure; components of the spread.

JEL classification: G12, G18, G28

DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/1413-8050/ea140191>

* Professor Adjunto, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Porto Alegre, RS). Email: marcelo.perlin@ufrgs.br

1 Introdução

No ano 2002, através da parceria entre o Tesouro Nacional e a BMF&Bovespa foi criado o Tesouro Direto, uma plataforma de negociação de títulos do governo orientada a investidores não institucionais. Tal iniciativa possibilitou que pessoas físicas tivessem acesso direto à compra e venda de títulos da dívida pública do governo, mercado o qual era anteriormente privilégio de grandes bancos e fundos de investimento.

A criação desse sistema foi benéfica para ambos os lados. Do ponto de vista do governo, é uma nova fonte direta (e interna) de capital para financiar suas operações, além de ser também uma ferramenta para a política monetária do país. Do ponto de vista do investidor comum (pessoa física), o tesouro direto é uma alternativa atrativa de investimento na renda fixa com menores custos de transação uma vez que elimina intermediários. Além de a rentabilidade líquida dos instrumentos ser atrativa, a variedade de títulos de dívidas oferecidos pelo Tesouro Direto ao público comum é bastante alta, satisfazendo as mais diversas necessidades. Pode-se escolher entre títulos com remuneração fixa (prefixados) e os com remuneração variável (pós-fixados), usualmente atrelada a índices de inflação (IPCA e IGP-M) ou taxas básicas de juros da economia (SELIC). Além disso, também é possível escolher títulos com pagamento de parcelas (cupons) semestrais ou então apenas o valor final na maturidade (valor de face). Evidentemente, a variedade de tipos de instrumentos pode agradar investidores com os mais variados perfis, desde o poupador, até aquele que busca uma renda passiva.

Desde sua criação, o sistema do Tesouro Direto teve ampla aceitação, construindo uma trajetória ascendente em número de investidores e volumes negociados. Segundo dados do próprio site do Tesouro Direto¹, em seu primeiro ano de atividade o sistema aponta a venda de um total de R\$ 76 milhões em títulos de dívida pública e registrou um total de 5.854 de usuários registrados. Atualmente, para janeiro de 2015, o número de usuários registrados é de 463.344 e o valor total da soma de títulos vendidos desde o início é de aproximadamente 25.000 milhões. Esta evolução meteórica pode ser justificada pela atratividade das rentabilidades dos instrumentos dado um ambiente econômico favorável ao mercado da renda fixa e também pela relativa liquidez que os mesmos oferecem, incentivando cada vez mais investidores a migrarem seus investimentos para a o Tesouro Direto.

Do ponto de vista acadêmico, o mercado do Tesouro Direto é bastante interessante devido à natureza de seus participantes. Dentro de uma operação de compra e venda² de títulos por parte da pessoa física, o governo federal é ao mesmo tempo devedor (vendedor) da dívida, e também formador de mercado, definindo preços de compra e venda dos diferentes títulos. Esse é o típico problema de um agente de liquidez, o qual é um assunto extensamente estudado na literatura de microestrutura de mercado³. O que torna o Tesouro Direto

¹http://www.tesouro.fazenda.gov.br/tesouro_direto

²Recentemente o governo federal possibilitou a recompra os títulos todos os dias da semana. Anteriormente, as recompras eram restritas a todas as quartas e quintas feiras da semana. Na existência de reuniões do Copom (Comitê de Política Monetária), as recompras iniciam no dia posterior (com exceção para LFTs).

³Ver Madhavan (2000) para uma revisão no tópico e Anand et al. (2009) e Venkataraman & Waisburd (2007) para uma análise contemporânea sobre os efeitos do agente de liquidez sobre o mercado

particularmente interessante é a sua exclusividade (ou monopólio). O único canal de compra dos títulos do governo para pessoa física é através do Tesouro Direto. Não existe uma competição direta em relação a preços e spreads. Esta é uma estrutura de formação de mercado fundamentalmente diferente do mercado acionário brasileiro⁴ (BMF&Bovespa) e do mercado americano⁵ (NYSE e Nasdaq), onde formadores de mercado competem com investidores comuns na formação dos preços (liquidez exógena). Pode-se afirmar então que o mercado do tesouro direto possui liquidez totalmente endógena, dada pelo próprio governo.

Outro ponto interessante em relação a esse mercado em particular é relativo à homogeneidade de seus participantes, formado somente pelo investidor pessoa física. Do ponto de vista de posse de informações, esse é o mercado com a menor tecnicidade possível. Em termos acadêmicos, esse é um mercado constituído por investidores provedores de liquidez (*liquidity investors*) e ou desinformados (*uninformed traders*), o que traça um perfil bastante diferente de, por exemplo, mercado de ações, no qual pessoas físicas operam juntamente com fundos e instituições financeiras de maior sofisticação financeira. É esperado que o investidor pessoa física não possua capacidade real alguma de prever movimentos no mercado como, por exemplo, uma mudança inesperada na taxa de juros. Deste modo, os investidores nesse mercado podem ser chamados de investidores desinformados (*uninformed traders*) ou investidores pseudo-informados (*pseudo-informed traders*), aqueles que acreditam que possuem capacidade de prever o mercado, porém, tal capacidade é efetivamente ilusória e não se comprova com lucros líquidos sustentáveis no longo prazo (Harris 2002).

A existência de ambas as propriedades na estrutura do mercado de Tesouro Direto cria uma situação bastante interessante do ponto de vista de pesquisa. De um lado, temos o governo (Tesouro Nacional) efetuando um trabalho de formador do mercado da sua própria dívida, definindo preços de compra e venda. Do outro lado, temos um perfil homogêneo de investidores pessoa física, dos quais pode-se esperar isenta técnica na especulação financeira. Torna-se então interessante verificar o que a literatura de microestrutura do mercado prevê sobre essa situação em si e também investigar mais profundamente como essas qualidades afetam a maneira como o mercado está organizado.

Uma parte da literatura na área de microestrutura de mercado preocupa-se com o processo de formação dos spreads (preço de venda menos preço de compra). Um dos resultados clássicos nessa área é que o valor do spread pode ser separado em três partes: o custo de processamento, o custo de inventário e a assimetria de informação⁶. Enquanto o custo de processamento é originário da parte administrativa do negócio, por exemplo, a conta de luz e pagamento de funcionários, os dois restantes, custo de inventário e a assimetria de informação são relativos ao risco de mercado dos títulos. O primeiro é o risco que o formador de mercado assume ao postar preços de compra e venda dos títulos. Como o negócio do formador de mercado não é a especulação, ele deve exigir um prêmio ao expor-se ao risco de mercado. Tal prêmio deve ser maior, quanto maior for sua exposição (ou tamanho da carteira). O último compo-

⁴Veja Perlin (2013).

⁵Veja Harris (2002) e Hasbrouck (2007).

⁶Veja Huang & Stoll (1997), Madhavan (2000), De Jong & Rindi (2009) e Hasbrouck (2007).

nente é derivado do fato de que o formador de mercado não tem capacidade de prever se os compradores (ou vendedores) dos títulos os quais ele forma mercado possuem informação privilegiada ou não. Devido a esse anonimato, o formador de mercado irá mudar preços de compra e venda e, conseqüentemente, os spreads, de acordo com o fluxo de ordens de compra e venda que ele recebe⁷. Para o caso do Tesouro Direto, visto à falta de tecnicidade de seus participantes, pode-se esperar que o spread não tenha em sua formação o componente relativo à assimetria de informação, ou seja, espera-se que a construção do spread seja independente do fluxo de ordens nesse mercado em particular.

O objetivo deste trabalho é analisar a microestrutura do Tesouro Direto em dois pontos: a dinâmica do fluxo de ordens e a formação dos spreads. Como produto, este trabalho sugere pontos de mudança para o melhor funcionamento do mercado do Tesouro Direto. Destaco que o mercado de títulos públicos de pessoa física é de fundamental importância para a sociedade pois é um canal de financiamento das atividades do Governo Federal, ao mesmo tempo em que oferece ao cidadão comum taxas atrativas de investimentos em renda fixa. Essa ligação entre investimento da pessoa física e o mercado de dívida pública beneficia ambas as partes, além de criar um instrumento de política monetária que pode ser utilizado pelo Governo. A otimização da estrutura desse mercado é de interesse da própria sociedade, justificando a pesquisa aqui destacada.

A primeira contribuição do trabalho é a apresentação do perfil da sazonalidade na demanda por títulos públicos em duas dimensões: dia do mês e mês do ano. Foi possível verificar que os primeiros dias dos meses de janeiro e julho, são as datas de maior demanda na compra dos títulos públicos. A explicação é bastante simples, o aumento na demanda é o resultado do padrão temporal dos fluxos de caixa da pessoa física, com recebimento de salário e benefícios extras (décimo terceiro e adicional de férias) nas datas em questão. Tal informação é particularmente importante do ponto de vista de administração do Tesouro Direto, pois os estoques dos diferentes títulos podem ser dimensionados de acordo com tais demandas. Uma previsão de demanda dia a dia é factível e poderia ser facilmente extrapolada para meses e anos. Os benefícios para o mercado em termos de administração do estoque dos títulos e planejamento das saídas de caixa futuras (pagamento de cupons e valores de face) por parte do governo são claros.

Na segunda parte do trabalho, é analisado o processo de formação do spread (diferença entre preço de venda e preço de compra) dos títulos. Nessa etapa do trabalho, foi verificado que o Tesouro Direto define os spreads dos títulos com base em regras bastante simples sobre o tipo e maturidade (tempo até vencimento) de instrumento financeiro. Uma análise gráfica da relação entre spread e maturidade dos títulos mostrou um padrão do tipo escada em que quanto mais perto do vencimento, menor o spread do título. No trabalho, argumentamos que tal procedimento não é adequado e de fato pode criar dispêndios desnecessários para o Tesouro. A sugestão feita pelo estudo é no uso de um simples (e intuitivo) modelo matemático baseado na literatura de curva de juros. Tal modelo transforma as regras discretas do padrão de escada em uma curva contínua. O benefício no uso do procedimento atinge os dois lados

⁷Veja o trabalho seminal de Kyle (1985) sobre o efeito da presença de investidores informados sobre a postagem de preços por parte do formador de mercado.

do mercado, tanto o comprador (investidor) quanto o vendedor (governo).

Este estudo contribui para a literatura nacional, pois é pioneiro em estudar a estrutura do mercado de dívidas públicas para a pessoa física. Muitos estudos anteriores⁸ analisaram o mercado de dívidas no Brasil, porém, nenhum relacionado ao Tesouro Direto em particular. Além disso, as sugestões levantadas pela pesquisa têm potencial de aperfeiçoar o processo de compra e venda dos títulos, aumentando assim a qualidade da estrutura de funcionamento do Tesouro Direto. O trabalho está organizado da seguinte forma: primeiro, será realizada uma breve revisão sobre o funcionamento do mercado de Tesouro Direto. A seguir, apresentam-se os dados utilizados na pesquisa, seguidos pela metodologia e resultados. Finaliza-se o trabalho com as usuais conclusões acerca do estudo.

2 Funcionamento do Tesouro Direto

O tesouro direto funciona como um sistema integrado entre o Tesouro Nacional e a BMF&Bovespa onde corretoras individuais podem também oferecer um sistema de negociação para seus clientes, possibilitando a compra e venda de títulos via home-broker. O único requisito para comprar títulos nesse mercado é a posse de CPF e conta bancária em um dos agentes de custódia autorizados⁹. A venda de títulos do governo é aberta diariamente às 9:00, ficando disponível até às 5:00 do dia seguinte, com exceção para final de semana, quando a compra de títulos pela pessoa física fica disponível por todo o dia de sábado e domingo. Os limites máximos e mínimos para compra de títulos são bastante flexíveis, com um mínimo de 1% do valor de um título¹⁰ (compra fracionada) desde que ultrapasse o valor de 30 R\$ e um máximo de R\$ 1.000.000 mensais, por CPF.

Os custos de negociação de títulos públicos são relativamente baixos. Após a compra do título, a BMF&Bovespa cobra 0,3% do valor do título por ano, cobrado por semestre. O agente de custódia (corretora) também pode cobrar pelo serviço, porém algumas não o fazem¹¹. Observe que todos os valores de custo estão definidos em percentuais e não valores nominais. Isso significa que, ignorando o custo das transferências bancárias (TED/DOC), o custo total de transação será o mesmo em termos relativos independentemente do valor total negociado. Ou seja, investir R\$ 100 ou R\$100.000 terá o mesmo custo percentual. Claramente, essa é uma estratégia para atrair pequenos investidores.

Em termos de tributação, o investidor pessoa física do Tesouro Direto paga imposto de renda em função do tempo mantido o título financeiro (máximo de 22,5% e mínimo de 15% sobre ganho de capital). Todas as compras de títulos pelo investidor são liquidadas em $D + 2$, enquanto vendas (ou recompras pelo Governo) são usualmente liquidadas em $D + 1$.

O ponto central que faz os títulos do Tesouro Direto serem atrativos para o pequeno investidor é sua rentabilidade. Em geral, os títulos oferecidos no Te-

⁸Veja, por exemplo, Amaral & Oreiro (2008), Vicente & Guillen (2013) e Silva (2003).

⁹Lista disponível em http://www.tesouro.fazenda.gov.br/tesouro_direto/instituicoes_index.asp.

¹⁰Para a data de 28/05/2015 aproximadamente R\$ 77 (10% de R\$ 770) para uma LTN com vencimento em 2016.

¹¹http://www.tesouro.fazenda.gov.br/tesouro_direto/download/ranking/ranking_taxas.pdf.

souro Direto apresentam rentabilidade líquida maior que a poupança. Porém, existe uma grande diferença em termos de liquidez e risco. Enquanto uma posição mantida em poupança tem liquidez instantânea e risco praticamente nulo dado que a remuneração da poupança não é marcada a mercado¹², um título do tesouro direto tem liquidez menor, pois o valor vendido é liquidado em $D + 1$. Do ponto de vista do proprietário do título de dívida (investidor), isso é o equivalente ao resgate do dinheiro. Além disso, os títulos de dívida do governo possuem risco de mercado. Uma rentabilidade fixada somente é garantida se o investidor mantiver os papéis até o vencimento. Caso ele venda o título antes da data de maturidade, é possível que ele até mesmo perca dinheiro visto as inerentes variações na taxa de juros, a qual indexa os preços dos títulos (Martellini et al. (2005)). Porém, tal cenário é menos provável quanto maior o tempo que o título se mantiver na carteira. Além disso, deve ficar claro que se o investidor vender o título (recompra pelo governo) irá haver também um custo do spread. A taxa de venda e compra são obviamente diferentes e definidas pela mesa de operação do Tesouro Direto.

Uma consulta informal ao site também mostra certa periodicidade na atualização dos preços. Os integrantes da mesa de operação do Tesouro Direto atualizam preços aproximadamente três vezes ao dia, às 9:00, 14:00 e 18:00, tendo como base os preços negociados no mercado secundário de títulos públicos. Uma baixa volatilidade dos preços justifica essa periodicidade, porém, um choque nos preços dos títulos públicos, aliado a uma defasagem na atualização das taxas, pode criar uma oportunidade de arbitragem, o que justifica a interrupção do sistema do tesouro direto quando a volatilidade das taxas é altas.

3 Dados da Pesquisa

A base de dados utilizada na pesquisa é composta pelos retornos anuais (yields) dos títulos de renda fixa, as vendas e recompras diárias dos títulos em valores monetários. Todos os dados estão na frequência diária e indexados por cada tipo de título de renda fixa. Grande parcela dos dados foi obtida no próprio site do Tesouro Direto, porém os dados para vendas e recompras diárias foram cedidos pela equipe da Gerência de Informações e Estatísticas da Dívida Pública (GEEST) do Tesouro Nacional.

Conforme já foi dito anteriormente, existe uma variedade de títulos sendo negociados no Tesouro Direto. Dentro destes, foram selecionados 12 diferentes ativos com variação no tipo de remuneração e também nas suas maturidades. O período selecionado para os dados foi entre as datas de 01/01/2008 até 14/09/2012, porém o intervalo utilizado para cada instrumento muda de acordo com as datas de expiração dos contratos. A seguir, na Tabela 1, mostra-se a estatística descritiva dos ativos selecionados.

A primeira coluna da Tabela 1 mostra o símbolo do título de dívida¹³. As primeiras letras denotam o tipo de remuneração e também se é título indexado ou não. Por exemplo, os quatro primeiros itens são LTNs (Letras do Tesouro

¹²A única exceção é a mudança recente na remuneração da poupança em relação a o nível da taxa básica da economia (SELIC), porém, esta é pouco frequente e não pode ser entendida como uma marcação a mercado.

¹³Observe que o nome dos títulos foram modificados recentemente. Foi mantido a nomenclatura antiga de forma a respeitar a estrutura dos dados utilizados.

Tabela 1: Descrição dos Dados

| Código do Título | Data de Maturidade | Tipo | Indexador | Média de Negócios por dia (R\$) | Valor Médio de Compra (R\$) | Média do Spread* |
|------------------|--------------------|------------|-----------|---------------------------------|-----------------------------|------------------|
| LTN 010112 | 01/01/2012 | Prefixado | - | 959.179,77 | 835,73 | 4,6 |
| LTN 010113 | 01/01/2013 | Prefixado | - | 1.728.912,10 | 802,96 | 4,8 |
| LTN 010114 | 01/01/2014 | Prefixado | - | 981.391,32 | 781,29 | 5,5 |
| LTN 010115 | 01/01/2015 | Prefixado | - | 1.243.316,30 | 717,36 | 6,0 |
| NTN-B 150513 | 15/05/2013 | Pós-Fixado | IPCA | 109.561,51 | 1.633,30 | 3,9 |
| NTN-B 150515 | 15/05/2015 | Pós-Fixado | IPCA | 766.786,81 | 1.884,13 | 5,0 |
| NTN-B 150517 | 15/05/2017 | Pós-Fixado | IPCA | 355.155,80 | 1.896,10 | 5,9 |
| NTN-B 150824 | 15/08/2024 | Pós-Fixado | IPCA | 142.459,66 | 1.889,28 | 8,0 |
| NTN-B 150535 | 15/05/2035 | Pós-Fixado | IPCA | 157.624,95 | 1.942,85 | 10,0 |
| NTN-BP 150515 | 15/05/2015 | Pós-Fixado | IPCA | 1.491.897,14 | 1.417,81 | 5,0 |
| NTN-BP 150824 | 15/08/2024 | Pós-Fixado | IPCA | 675.535,57 | 837,86 | 8,0 |
| NTN-BP 150535 | 15/05/2035 | Pós-Fixado | IPCA | 915.928,96 | 562,11 | 10,0 |

* Medidos em pontos base (basis points) sobre a diferença entre a taxa de juros (yields) de venda e compra.

Nacional), títulos prefixados e sem pagamento de cupons com um valor de face pago na maturidade fixo em R\$ 1.000. Os NTN-B são Notas do Tesouro Nacional (série B) e são títulos indexados à inflação (variações do IPCA¹⁴) e com pagamento de cupons (juros semestrais). Já os NTN-B Principal (ou NTN-BP) são Notas do Tesouro (série B - Principal), que são equivalentes ao NTN-B, com exceção de que não pagam cupons, apenas o principal. Os seis últimos números encontrados na primeira coluna representam a data de maturidade dos títulos, a qual também está exposta na segunda coluna da Tabela 1. Note que a ordem na tabela é definida pelo tipo de título e depois pela maturidade. Tal padrão será mantido nas futuras tabelas apresentadas no artigo.

Quando analisamos o montante médio de vendas diárias por cada título, quinta coluna da Tabela 1, vemos que os mais populares são as LTN, em comparação com as NTN-B e NTN-BP. Uma possível explicação é a homogeneidade dos compradores no Tesouro Direto, os quais na média possuem pouca sofisticação financeira. As LTNs são títulos prefixados, onde o comprador sabe exatamente o valor da remuneração quando na maturidade do título. Tal certeza é um atrativo para o investidor comum e explica essa maior popularidade em relação aos demais instrumentos. Outra possível explicação para o maior volume de vendas de LTN é o efeito de clientela em relação às maturidades oferecidas. Os contratos LTN possuem menor maturidade que os demais e, por isso, podem estar atraindo um maior número de investidores.

Quando analisamos o valor médio das transações, vemos um padrão claro, os instrumentos NTN-B apresentam um maior valor médio de transação em relação aos demais tipos de instrumentos. Tal padrão pode ser explicado pela natureza do título, o qual é pós-fixado com pagamento de juros semestrais. Esse tipo de remuneração atrai principalmente pessoas físicas com o objetivo de construção de renda passiva, os quais geralmente possuem um maior poder aquisitivo e, portanto, um maior poder de aporte financeiro, resultando em um maior volume médio de capital nas suas compras.

Outro ponto interessante na Tabela 1 é a formação dos spreads. Estes são calculados como a diferença entre o retorno¹⁵ de compra e de venda. Tais retornos (ou yields) são a base para o cálculo dos preços. Na última coluna da Tabela 1 mostramos o valor médio dos spreads para cada título. Observe que o padrão do spread médio em função da maturidade dos títulos é bastante claro, quanto maior a maturidade, maior o spread médio. Observe também que, para diferentes tipos de títulos e mesma maturidade, os spreads médios são bastante semelhantes. Esse é o caso do NTN-B 150515 e NTN-B-P 150515 com spreads médios iguais a cinco e NTN-B 150524 e NTN-BP 150524 com spreads médios equivalentes a oito. Em futura seção do artigo, é realizada uma análise mais detalhada sobre o processo de formação de spread. Porém, baseando-se apenas nas informações da Tabela 1, já é possível antecipar um dos resultados: a maturidade dos instrumentos financeiros é o principal componente que define o spread.

¹⁴IPCA significa o Índice de Preços Amplo ao Consumidor, divulgado pelo IBGE e representa o valor médio de uma cesta básica de alimentos.

¹⁵O retorno é definido como a remuneração anual implícita dos títulos, formalmente definido como YTM (yield to maturity) ou TIR (taxa interna de retorno).

4 Metodologia e Resultados

Os resultados da pesquisa serão divididos em duas partes, primeiro, apresenta-se a análise sobre a sazonalidade da demanda, seguida pelo estudo do processo de formação dos spreads. Visando uma melhor organização do trabalho, optou-se por apresentar a metodologia juntamente com os resultados, segmentando pelos tópicos estudados.

4.1 Sazonalidade da Demanda

A demanda dos títulos públicos é definida como valor de vendas que o Tesouro Nacional realizou por dia, para cada título. A sazonalidade que será estudada nessa demanda pode ser entendida como um ciclo temporal que se repete ao longo dos períodos (meses, anos, etc.), nos quais determinados pontos do ciclo apresentam picos de demanda. Conforme será mostrado a seguir, tal padrão é motivado pelos ciclos de fluxos de caixa dos investidores. A seguir, na Figura 1 apresenta-se o valor médio de vendas dos diferentes títulos, quando agregados pelo dia do mês.

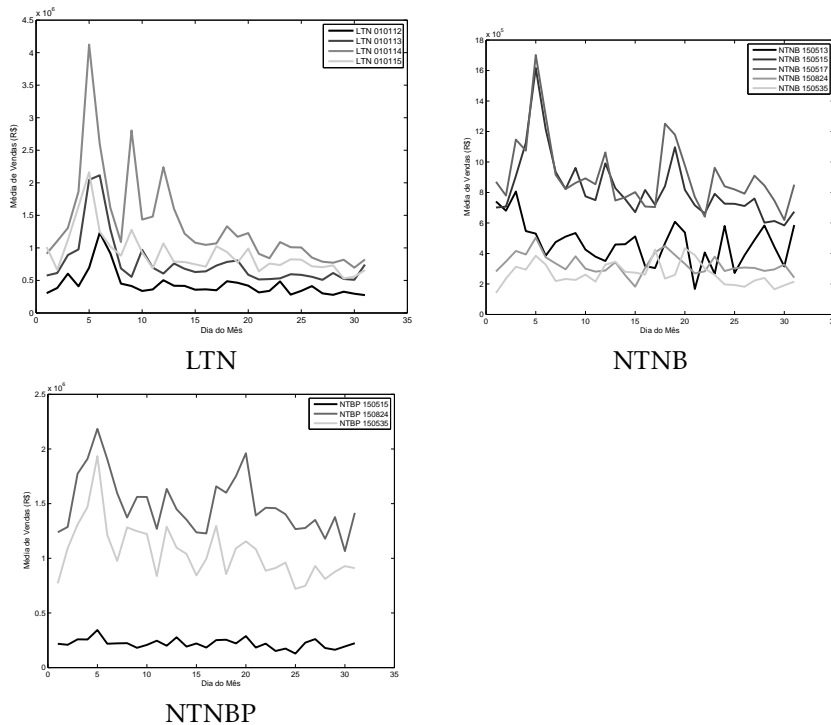


Figura 1: Sazonalidade (dia do mês) para LTNs, NTN-Bs e NTN-BPs

Primeiro, analisando o gráfico de sazonalidade para as LTNs (Figura 1), vemos que existe um padrão bastante claro: os maiores montantes de compra desses títulos ocorrem nos primeiros dias do mês, principalmente no dia cinco. Após essa data, os montantes médios de compra caem de forma abrupta. Esse padrão pode ser explicado pela maneira com que os usuários do Tesouro Direto administram seus orçamentos domésticos. Os dados da Figura 1 indi-

cam a possibilidade de que os investidores comprometem seu orçamento com investimentos mensais em LTNs no momento da entrada do fluxo de caixa mensal (salário), o qual acontece no início do mês. Se esse for o caso, há indícios de que os investidores em LTNs têm certa certeza sobre os gastos futuros em seu orçamento mensal pois, caso contrário, o período para realizar investimentos no Tesouro Direto seria no final do mês, após a execução de suas necessidades. Outra hipótese é que os investimentos realizados no começo do mês são oriundos do mês antecessor. Comumente, a data de pagamento do cartão de crédito é o quinto dia do mês, o que explicaria o pico nessa data. Ou seja, uma hipótese igualmente válida é que os investidores esperam a fatura do cartão ser paga para logo após realizar seus investimentos nos títulos do governo. Destaco que sem maiores informações é impossível dizer qual das duas hipóteses corrobora com a realidade.

Quando analisamos o padrão para as NTN-B e as NTN-BP (Figura 1), é possível ver que o maior volume de venda diária nos primeiros dias do mês também está presente, porém não se destaca tanto quanto para as LTNs. Vê-se também um aumento do valor total de vendas perto do dia 20 do mês para esses tipos de instrumentos, principalmente para as menores maturidades. Porém, não é clara a justificativa deste formato em particular.

A sazonalidade das vendas também tem um padrão ao longo do ano. A seguir, Figura 2, apresenta-se a média de vendas de acordo com o mês do ano para os diferentes títulos.

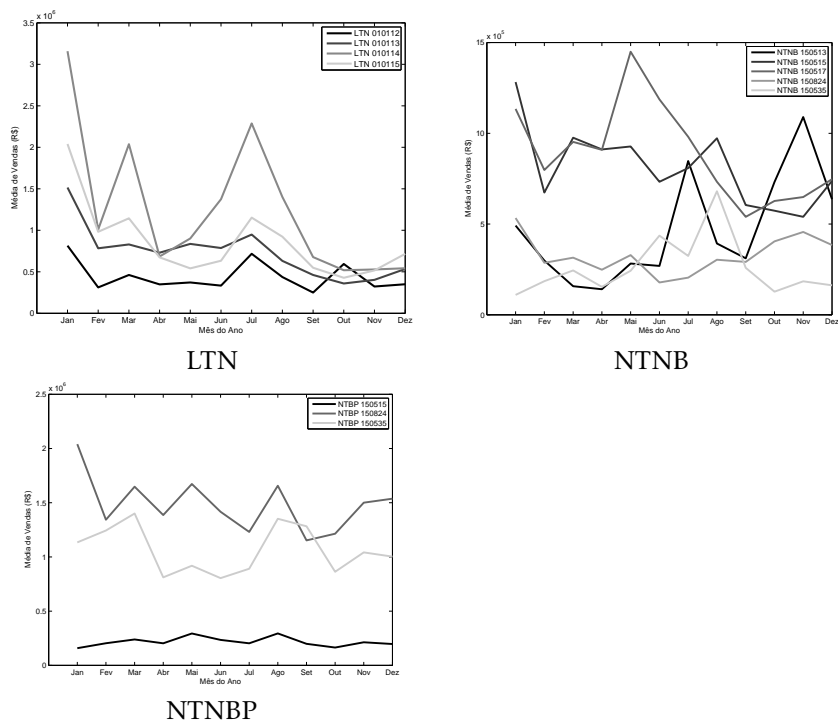


Figura 2: Sazonalidade (Mês do Ano) para LTNs, NTN-Bs e NTN-BPs

Analisando a Figura 2, verifica-se que os meses com maiores vendas são janeiro e julho. Tal evidência não é surpresa pois estes são, usualmente, os

meses em que trabalhadores recebem valores adicionais a seu salário, especificadamente o adicional de férias, 13º (parcelado ou não) e participação dos lucros. Quando verificado o mesmo padrão para os outros dois tipos de instrumentos (NTN-Bs e NTN-BPs), não se encontra a mesma evidência, o que poderia ser explicado pela menor popularidade desses títulos de dívida.

Esse resultado das sazonalidades mostra como a particular estrutura de remuneração dos investidores do Tesouro Direto interfere nas dinâmicas desse mercado. Isto é, um padrão coletivo da forma como as pessoas são pagas, seja a estrutura temporal dentro do mês ou dos meses do ano, interfere no fluxo de ordens (*order flow*) no mercado de tesouro direto. Os resultados anteriores se mostram interessantes do ponto de vista de formação do mercado por parte do governo. Claramente, um maior estoque dos títulos deve ser formado perto dos picos da sazonalidade, mais particularmente os primeiros dias dos meses de janeiro e julho. Esse padrão também define os momentos em que o governo tem uma maior saída de caixa, visto que a maturidade dos títulos é definida em intervalos de anos. Portanto, todos investidores que compraram títulos nos períodos de alta sazonalidade, irão receber o maior montante (valor de face) alguns anos a frente.

Destaco que apesar do fluxo de ordens no Tesouro Direto ter um componente previsível, o mesmo não pode ser dito dos yields. Um resultado paralelo da pesquisa é que o yields dos títulos são independentes do volume do fluxo de ordens, isto é, um aumento das vendas de LTN não aumenta (diminui) o preço (yield) dos títulos no Tesouro Direto. Pode-se justificar tal resultado pela informação de que os preços do Tesouro Direto são obtidos no mercado secundário de títulos públicos¹⁶. Esse resultado mostra que uma estratégia de investimento no Tesouro Direto baseada na sazonalidade da demanda não obteria ganhos acima da média.

O próximo passo dentro da pesquisa do trabalho é buscar prever a demanda pelos títulos públicos com base em um modelo econométrico de previsão. O objetivo dessa parte é ilustrar como a sazonalidade dos títulos poderia ser modelada do ponto de vista estatístico. Tal modelo em questão irá levar em conta a sazonalidade na demanda pelos títulos em uma estrutura matemática bastante simples, através do uso de variáveis dummy. Destaco que o objetivo nessa parte do trabalho não é explorar qual seria o melhor modelo de sazonalidade que explica os dados, mas sim mostrar a viabilidade na exploração desse padrão temporal. Justifica-se então o uso de um modelo simples. Formalmente o modelo será dado por:

$$y_t = \phi y_{t-1} + \beta_1 DDM_t + \sum_{i=1}^{12} \beta_{2,i} DMA_{t,i} + \epsilon_t \quad (1)$$

Para o modelo em 1, o primeiro termo da equação captura o processo autorregressivo da variável dependente y_t , a qual é definida como o valor de vendas de um título qualquer para o dia t . Utiliza-se tal parâmetro para capturar o efeito de aglomeração na série temporal, onde um alto (baixo) volume de vendas é comumente seguido por outro alto (baixo) valor de vendas. A variável DDM_t é uma dummy para o dia do mês. Nas datas em que for o quinto dia do mês, o termo DDM_t é igual a um e zero em qualquer outro dia. O aumento

¹⁶<https://www.tesouro.fazenda.gov.br/pt/mercado-interno/mercado-secundario>

observado para o dia cinco será então capturado pelo coeficiente β_1 . A sazonalidade do mês do ano será capturada pelo penúltimo termo da equação 1, $\beta_{2,i}$. A variável $DMA_{t,i}$ é uma matriz de dummies que tomam valor 1 na coluna i quando o mês for igual a i , com $i = 1 \dots 12$.

A seguir, apresentamos o resultado de um exercício de previsão da demanda. Para cada título, dividimos a amostra em duas partes. A primeira é o período de estimação, no qual os parâmetros do modelo econométrico destacado em 1 são estimados e a segunda é o período de análise da capacidade de previsão do modelo. Como cada título tem um número de observações diferente, foi utilizado o critério de que 80% da amostra deve estar na fase de estimação e os restantes 20% no período de análise da capacidade de previsão. A seguir, na Tabela 2, apresentam-se os resultados desse exercício de previsão.

Observando a segunda e a terceira colunas da Tabela 2, podemos enxergar que cada exercício de previsão foi conduzido com base em um número de observações diferentes. Essa diferença é uma função das datas de lançamentos de cada instrumento e suas respectivas datas de vencimento. Na quarta coluna da tabela, temos o valor de ajustamento dos modelos estimados, o R^2 ajustado. Este mede a capacidade de previsão do modelo em relação à média com base na amostra em que foi estimado. Nesse quesito, pode-se verificar que o desempenho dos modelos é positivo, porém, com variações na performance. Na média, podemos observar que os casos com melhores ajustamentos dentro da amostra foram os aplicados aos títulos prefixados (LTNs). Tal resultado é explicado pelo fato de que estes foram os que apresentaram o efeito da sazonalidade mais forte.

O desempenho do modelo de previsão fora da amostra foi analisado sobre a ótica do cálculo do MSE¹⁷ (mean squared error, ou erro quadrático médio de previsão). Na quinta coluna da Tabela 2, mostra-se a relação entre o MSE obtido pelas previsões fora da amostra do modelo e o MSE obtido pelo predictor ingênuo, a média¹⁸. Pode-se observar que, para a grande maioria das vezes, a utilização do modelo de previsão apresentou menores valores de MSE do que a alternativa ingênua, fazendo com que as frações de MSE ficassem menores que 1 na penúltima coluna da Tabela 2.

Na última coluna, reporta-se a estatística de Diebold & Mariano (2002), a qual testa a hipótese nula de que os MSE das diferentes alternativas são iguais. Conforme pode ser visto, em 9 dos 12 casos rejeita-se a hipótese nula de que os erros quadráticos são iguais. Traduzindo, o modelo de previsão dado pela Equação 1 apresenta, estatisticamente, menor erro de previsão quadrático do que a alternativa ingênua, uso da média.

De um modo geral, podemos afirmar que o modelo de previsão para a demanda ajustou-se bem aos dados, conseguindo inclusive ter uma respeitável performance na previsão das observações fora da amostra. Esse resultado tem implicações práticas do ponto de vista da administração do Tesouro Direto. Como a demanda (ou consumo) dos títulos tem uma parcela previsível dada pela sazonalidade, então o dimensionamento do estoque de cada instrumento por parte do Tesouro Direto pode ser otimizado, minimizando o custo operacional por parte do governo. Além disso, destaca-se que a previsão dos fluxos

¹⁷O MSE é dado pela média dos resíduos quadráticos da previsão, isto é, $MSE = T^{-1} \sum_{t=1}^T (y_t - \hat{y}_t)^2$, em que \hat{y}_t é a previsão fora da amostra do modelo.

¹⁸A média utilizada foi calculada com base no período dentro da amostra, o que seria a previsão ingênua para o período posterior.

Tabela 2: Resultados para Modelo de Previsão de Demanda

| Tipo de Instrumento | # Observações (dentro da amostra) | # Observações (fora da amostra) | R2 Ajustado | MSE (Modelo) /MSE (Média) | Estatística DM |
|---------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-------------|---------------------------|----------------|
| LTN 010112 | 467 | 117 | 0,49 | 0,75 | 1,047 |
| LTN 010113 | 416 | 105 | 0,44 | 0,54 | 1,351 |
| LTN 010114 | 284 | 71 | 0,50 | 0,45 | 4,198*** |
| LTN 010115 | 340 | 85 | 0,53 | 0,29 | 9,873*** |
| NTN-B 150513 | 199 | 50 | 0,21 | 1,07 | -0,911 |
| NTN-B 150515 | 849 | 213 | 0,59 | 0,52 | 2,208** |
| NTN-B 150517 | 488 | 122 | 0,38 | 0,58 | 4,664*** |
| NTN-B 150824 | 828 | 207 | 0,08 | 0,72 | 5,853*** |
| NTN-B 150535 | 880 | 221 | 0,11 | 0,67 | 4,090*** |
| NTN-BP 150515 | 931 | 233 | 0,59 | 0,46 | 2,172** |
| NTN-BP 150824 | 931 | 233 | 0,30 | 0,41 | 7,991*** |
| NTN-BP 150535 | 503 | 126 | 0,52 | 0,35 | 7,367*** |

-, *, ** e *** representam significância estatística a 10%, 5% e 1%.

- O modelo de previsão estimado é dado pela seguinte equação: $y_t = \phi y_{t-1} + \beta_1 DDM_t + \sum_{i=1}^{12} \beta_{2,i} DMA_{t,i} + \epsilon_t$

- A estatística DM refere-se ao método de Diebold & Mariano (2002), o qual testa a hipótese nula de que a média dos resíduos quadráticos de modelos de previsão alternativos (nesse caso o modelo e o uso da média) são iguais entre si.

de caixa futuros por parte do governo também pode ser otimizada. Ao prever as compras dos títulos, implicitamente também está se prevendo as futuras movimentações de caixa referentes a pagamento de cupons (quando aplicável) e valores de face¹⁹ pagos na maturidade dos títulos. Isso significa que a administração do capital de giro por parte do Tesouro direto também pode ser beneficiada com base nas previsões de demanda dos modelos econométricos estimados anteriormente.

O uso de tal ferramenta de previsão de demanda proposta no artigo beneficia (ou melhora) a estrutura do mercado de títulos públicos para a pessoa física, pois, ao oferecer previsões acertadas de estoques futuros dos instrumentos, o governo minimiza o risco de não haver estoque de determinado instrumento para a venda, beneficiando diretamente os compradores.

4.2 Formação de Spreads no Tesouro Direto

O segundo ponto de análise do trabalho é o processo de formação de spreads para o Tesouro Direto. Neste trabalho em particular, o spread é definido como a diferença entre os juros (yield) da compra e o juros da venda.

O investidor irá pagar indiretamente esse spread no momento em que for fechar (vender) sua posição antes da data de vencimento. Destaco que em nenhum local do site do Tesouro Direto²⁰ é oficializado a maneira como os spreads são calculados. De fato, na explicação dos custos de transação no Tesouro Direto sequer é mencionado o custo do spread quando na venda do título antes da data de vencimento. Esta é uma falha na abordagem mercadológica pelo governo. É evidente que quanto mais transparente for o processo de compra e venda dos títulos para o investidor, maior será a confiança depositada no sistema. Conforme será destacado a seguir, tal aumento na transparência pode ser atingido com as sugestões colocadas no trabalho.

O primeiro passo dessa parte da pesquisa foi analisar a formação dos spreads com base em modelagem econométrica do tipo utilizada em Huang & Stoll (1997). Porém, uma análise primária dos dados mostrou que os spreads variam muito pouco entre um período e outro. Para alguns títulos de maior maturidade inclusive não foi possível observar nenhuma mudança de spread dentro da base de dados estudada. Tal propriedade impossibilita uma análise estatística dos dados uma vez que não se observam variações suficientes para a estimação de modelos econométricos.

Porém, ao observar os dados com maior cuidado, comparando os valores dos spreads em função da maturidade (tempo até vencimento) de cada título, um padrão ficou bastante claro. A seguir, na Figura 3, mostramos o gráfico com os spreads em função do número de anos da maturidade de cada tipo de título (dias até vencimento).

Os gráficos apresentados aqui foram criados verificando, para cada dia, o valor do spread (yield de compra menos yield de venda) e o número de anos até maturidade de cada título. As escalas dos eixos horizontais e verticais foram mantidas constantes para facilitar a comparação entre as figuras. Os gráficos foram separados pelo tipo de título, de forma que o primeiro é relativo à LTNs, o segundo à NTN-Bs e o terceiro à NTN-BPs. A primeira informação

¹⁹Para os títulos prefixados tal exercício de prever fluxos de pagamentos é simples, porém para os pós-fixados, pode-se utilizar uma média histórica da variação dos índices (IPCA, IGP, SELIC) como base para calcular os pagamentos futuros.

²⁰Acesso em 28/05/2015.

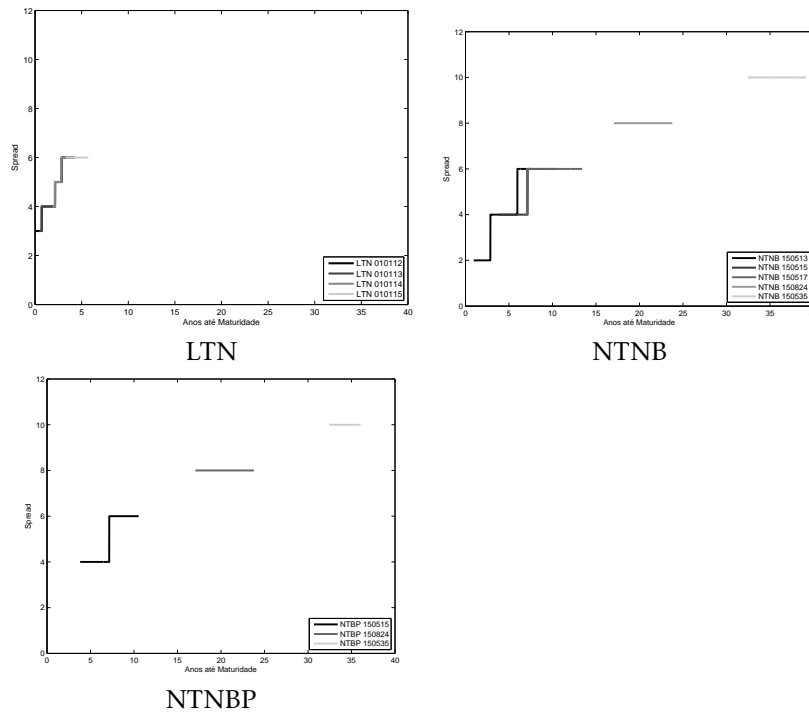


Figura 3: Formação de Spreads para LTNs, NTN-Bs e NTN-BPs

clara em todas as figuras é o formato de escada pelo qual o Tesouro direto define os spreads, em que quanto mais perto da data de vencimento, menor o spread. Note também que o formato da escada é bastante similar entre os instrumentos indexados à inflação. Para os NTN-Bs e NTN-BPs (Figura 3), o padrão dos spreads em relação ao tempo até o vencimento é praticamente o mesmo.

O formato da escada de cada tipo de título não é ocasional e sim relacionado ao risco de inventário. O risco de um título de renda fixa é maior (menor) quanto maior (menor) for sua maturidade. Conforme já foi destacado, o governo age como um formador de mercado na compra e venda dos títulos. Portanto, para recompra do título, o governo implicitamente cobra um maior spread para aqueles títulos que possuem maior risco (ou tempo até maturidade). Esse argumento explica também o diferente formato entre as LTNs e as NTN-Bs e NTN-BPs (Figura 3).

Observe que as LTNs, por serem prefixadas, possuem maior sensibilidade a fatores macroeconômicos que as NTN-Bs, possuindo também um formato de escada mais íngreme, indicando uma maior sensibilidade do spread em relação à maturidade do título. Outro ponto importante é que a definição do spread é independente à demanda pelos títulos. Um dos resultados clássicos na área de microestrutura de mercado é que o formador de mercado modifica o spread assim que ele enxerga um desequilíbrio entre compras e vendas, prevenindo a presença de investidores informados (Hasbrouck 2007). Claramente este não é o caso para o Tesouro Direto, pois a definição do spread é uma função do tipo e maturidade dos títulos, apenas. Isto é, uma proporção assimétrica de compradores ou vendedores não é critério para a definição do spread.

Esse resultado é justificado pela percebida homogeneidade e baixa sofisticação financeira dos investidores. Portanto, pode-se afirmar que a composição do spread no Tesouro Direto não possui o componente de assimetria informacional, isto é, os dados da pesquisa corroboram com a previsão indicada na introdução do artigo.

Agora, chamo a atenção para a decisão do Tesouro Direto em utilizar esse tipo de padrão de escada para definir o spread de seus títulos negociados. Apesar de ser uma maneira bastante fácil de implementar, o método não é ótimo no sentido de definir os spreads entre preços de compra e venda pois ele pode penalizar investidores. Por exemplo, considere um investidor que, para uma data qualquer da maturidade do título, vende seus títulos de volta para o governo uma semana antes da mudança do spread. Esse investidor, por desconhecer o padrão apresentado anteriormente, será penalizado no pagamento de um spread maior do que o justo. Tal efeito é uma consequência da maneira arbitrária e com baixa periodicidade que o Tesouro Direto ajusta os valores de spreads. O exemplo alternativo seria quando o investidor vende o título um dia depois de o governo mudar o nível dos spreads dentro do formato de escada. Nesse caso, o Tesouro deixou de ganhar um valor justo pela recompra dos títulos.

Observe que na média, ou na repetição desses exemplos entre compras e recompras, o efeito total seria praticamente nulo, assumindo que os investidores desconheçam o formato da “escada” do tesouro. Porém, esse formato de escada nos spreads cria ruído em ambos os lados e fere a qualidade do funcionamento desse mercado. Além disso, se assumirmos que os investidores conhecem o padrão de escada, então o Tesouro Direto sairia perdendo pois os mesmos esperariam pela mudança de nível do spread antes de vender seus títulos de volta para o governo. De certo modo, a própria publicação desse trabalho de pesquisa força o Tesouro a mudar suas regras uma vez que divulga claramente (Veja Figura 3) as regras na definição dos spreads para cada um dos títulos.

Neste artigo, será proposta uma solução simples para acatar esse problema. A ideia é substituir o método atual de definição de spread por outro que evite a criação desse ruído. A proposta é a utilização de um modelo contínuo (e não discreto) para a definição dos spreads. A sugestão é baseada na literatura de modelagem da estrutura a termo da taxa de juros, Nelson & Siegel (1987) e Diebold & Li (2006). O modelo de ajustamento será dado pela equação a seguir:

$$S_t = \beta_0 + \beta_1 \left(1 - \exp\left(\frac{-t}{\lambda}\right) \right) + \epsilon_t \quad (2)$$

Para Equação (2), o termo S_t é o spread do título na data t , enquanto os termos β_1 e λ são parâmetros a serem estimados dos dados obtidos junto ao Tesouro Direto. O parâmetro β_0 define o intercepto da equação e não é estimado dos dados. Optou-se por definir o valor arbitrário de β_0 nos caso das LTNs e β_0 para as NTN-Bs e NTN-BPs. A razão de tal escolha é devido ao fato de que o intercepto da equação (2) define o componente transacional do spread, isto é, o custo fixo de processamento da recompra. Observe que quando $t = 0$, isto é, o ativo atingiu a sua maturidade, o valor do spread é igual ao intercepto β_0 , enquanto o risco de mercado do ativo é nulo. Portanto, o parâmetro β_0 é o componente do spread o qual não está relacionado com o risco do ativo (inventário e assimetria de informação). Tal componente é destacado na Figura 3,

quando se é observado o spread para os títulos com a menor maturidade. Portanto, optou-se por simplificar o modelo de ajustamento arbitrando os valores do intercepto para $\beta_0 = 3$ para as LTNs e $\beta_0 = 2$ para as NTN-B e NTN-BP.

Para o modelo em (2), a estimação dos parâmetros é dada pela minimização do erro quadrático ϵ_t^2 com um procedimento de otimização numérica. Isto é, pareamos cada valor do spread observado (S_t) com uma distância do vencimento medida em dias (t) e encontramos os parâmetros β_1 e λ que minimizam a soma dos erros quadráticos do modelo. O modelo é estimado para cada tipo de instrumento, onde os dados para os títulos da mesma classe (LTNs, NTN-Bs e NTN-BPs) são agrupados. A explicação é que tal procedimento produz a mesma curva de spread para os mesmos tipos de instrumentos de dívida pública, propriedade a qual pôde ser observada na Figura 3. Observe que a ideia na utilização desse modelo de ajustamento é replicar a mesma estrutura de definição dos spreads encontrada nos dados, porém, traduzindo essa estrutura em um formato de curva.

Quando aplicado aos dados obtidos na pesquisa, os parâmetros estimados tomam os valores mostrados na Tabela 3.

Tabela 3: Resultado da Estimação da Curva de Spread

| Tipo de Título | β_0 | β_1 | λ | R^2 |
|----------------|-----------|-----------|-----------|-------|
| LTNs | 3,00 | 5,69 | 5,56 | 0,86 |
| NTN-Bs | 2,00 | 9,08 | 17,70 | 0,95 |
| NTN-BPs | 2,00 | 9,37 | 18,96 | 0,96 |

Observando a Tabela 3, vemos que os parâmetros dos modelos são todos positivos, conforme esperado. Verifica-se também que os coeficientes β_1 e λ apresentaram maiores diferença para as LTNS em comparação com as NTN-Bs e NTN-BPs. Justifica-se tal resultado pelo fato de que a curva de spread para as LTNS é mais sensível à maturidade do título. Tal resultado é esperado, pois as LTN, para a mesma maturidade, possuem mais risco que as demais e, portanto, o prêmio (ou spread) para o formador de mercado na recompra dos títulos deve ser maior. A seguir apresenta-se uma ilustração da forma como as curvas de spread estimadas através dos modelos em 4 se apresentam:

Conforme pode ser visto na Figura 4, as curvas estimadas para as NTN-B e NTN-BP são praticamente idênticas, indicando que o Tesouro Direto tem o mesmo conjunto de regras na determinação de seus spreads. Observa-se também que, conforme esperado, as LTNs possuem uma maior inclinação (ou sensibilidade) em relação à maturidade dos títulos. Destaco que as curvas apresentadas na Figura 4 podem ser facilmente extrapoladas para maturidade superiores, quando no lançamento de novos títulos.

Com o objetivo de aumentar a transparência do funcionamento do mercado, a principal sugestão deste estudo é que o governo implemente o modelo da curva do spread e divulgue tal informação aos investidores, aumentando assim a simetria de informação entre os participantes. Observe que é possível afirmar que essa é a melhor alternativa para o Tesouro Direto. Na medida em que o processo de formação de spread (padrão "escada") por parte do governo se tornar público, aumentará também o número de investidores os quais tirarão vantagem deste padrão previsível pela escolha da data de revenda do

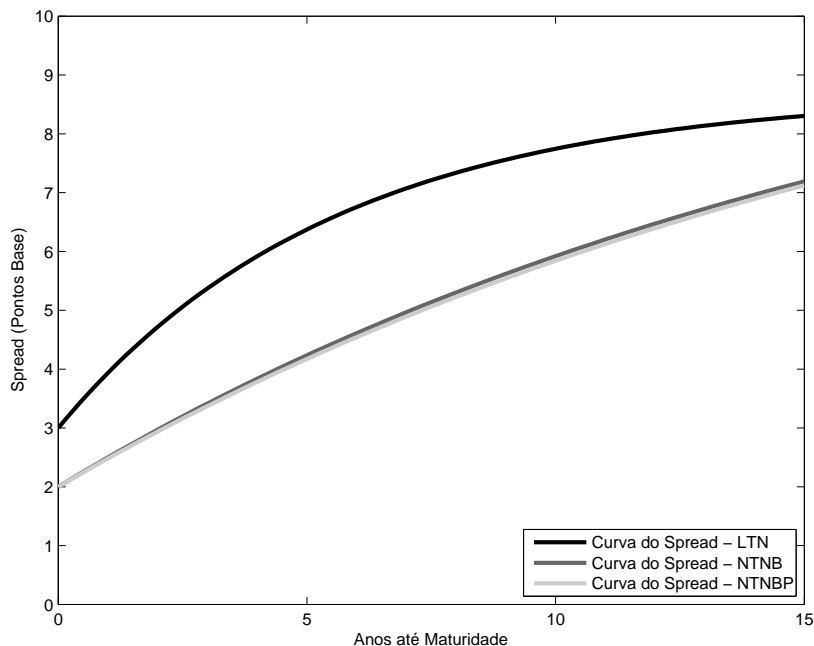


Figura 4: Formação de Spreads para LTNs, NTN-Bs e NTN-BPs

título. Desse modo, os investidores minimizarão os custos de suas transações e pagarão menos que o valor justo para o spread. Nesse caso, o governo perde dinheiro ao não cobrar um valor justo do spread. Portanto, caso o governo queira evitar esse efeito sistemático, ele deve utilizar uma fórmula contínua para a definição do spread.

5 Conclusões

O objetivo deste artigo foi investigar o fluxo de ordens e o processo de formação do spread na plataforma de negociação do Tesouro Direto. Primeiro, analisaram-se as propriedades temporais da demanda pelos títulos públicos e encontrou-se uma clara sazonalidade nas vendas, a qual pode ser explicada pelo padrão temporal dos fluxos de caixa da pessoa física. Tal sazonalidade implica uma previsibilidade para as demandas futuras dos títulos, a qual foi explorada no trabalho com um simples modelo estatístico de previsão. Conforme argumentado, a utilização desse modelo de previsão tem um potencial de melhorar o funcionamento do mercado ao auxiliar o governo na administração dos estoques dos títulos.

Na segunda parte da pesquisa, foi analisado o processo de formação dos spreads, diferença entre preços de compra e venda, por parte do Tesouro Direto. Observou-se que o governo tem um procedimento bastante simples para definir tais valores, calculando-os com base na maturidade (tempo até vencimento) de cada título dentro de um formato de "escada". Conforme argumentado anteriormente, o uso deste método não é ótimo, pois permite que tanto o investidor quanto o governo seja penalizado na recompra dos títulos, criando então um ruído no processo. A proposta destacada neste trabalho refere-se à

utilização de um modelo matemático para suavizar o padrão de escada e tornar o spread mais justo, tanto para o comprador (investidor) quanto para o vendedor (governo).

Este trabalho contribui para a literatura ao propor duas inovações para a estrutura pela qual o mercado do tesouro direto é definido. Tais inovações são relativamente fáceis de serem implementadas e certamente iriam contribuir para a maior qualidade e eficiência do mercado de títulos públicos para a pessoa física, o Tesouro Direto.

Referências Bibliográficas

- Amaral, R. Q. & Oreiro, J. L. (2008), 'A relação entre o mercado de dívida pública e a política monetária no Brasil', *Revista de Economia Contemporânea* 12(3), 491–517.
- Anand, A., Tanggaard, C. & Weaver, D. G. (2009), 'Paying for market quality', *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 44(6), 1427.
- De Jong, F. & Rindi, B. (2009), *The microstructure of financial markets*, Cambridge University Press.
- Diebold, F. X. & Li, C. (2006), 'Forecasting the term structure of government bond yields', *Journal of econometrics* 130(2).
- Diebold, F. X. & Mariano, R. S. (2002), 'Comparing predictive accuracy', *Journal of Business & economic statistics* 20(1).
- Harris, L. (2002), *Trading and exchanges: Market microstructure for practitioners*, Oxford university press.
- Hasbrouck, J. (2007), *Empirical market microstructure: The institutions, economics and econometrics of securities trading*, Vol. 4, Oxford University Press New York.
- Huang, R. D. & Stoll, H. R. (1997), 'The components of the bid-ask spread: A general approach', *Review of Financial Studies* 10(4).
- Kyle, A. S. (1985), 'Continuous auctions and insider trading', *Econometrica: Journal of the Econometric Society* .
- Madhavan, A. (2000), 'Market microstructure: A survey', *Journal of Financial Markets* 3(3).
- Martellini, L., Priaulet, P. & Priaulet, S. (2005), *Fixed-income securities: valuation, risk management and portfolio strategies*, Wiley. com.
- Nelson, C. R. & Siegel, A. F. (1987), 'Parsimonious modeling of yield curves', *Journal of business* .
- Perlin, M. (2013), 'Os efeitos da introdução de agentes de liquidez no mercado acionário brasileiro', *Revista Brasileira de Finanças* 11(2), 281–304.
- Silva, A. C. (2003), 'Estratégias dos licitantes nos leilões do tesouro nacional', *Revista Brasileira de Finanças* 1(1), pp. 113–161.

Venkataraman, K. & Waisburd, A. C. (2007), 'The value of the designated market maker', *Journal of Financial and Quantitative Analysis* **42**(3), 735.

Vicente, J. V. M. & Guillen, O. T. d. C. (2013), 'Do inflation-linked bonds contain information about future inflation?', *Revista Brasileira de Economia* **67**(2), 251–260.