LIQUIDEZ DE MERCADO, CURVA DE DI FUTURO E A TAXA DE JUROS DOS TÍTULOS PÚBLICOS PREFIXADOS: EVIDÊNCIAS PARA O BRASIL[[1]](#footnote-1)

Ana Lúcia Pinto da Silva

Professora da Universidade Mackenzie e INSPER- IBMEC/SP

**Márcio Holland**

Secretário de Política Econômica do Ministério da Fazenda (MF-SPE)[[2]](#footnote-2)♦

Professor na FGV-EESP e Pesquisador CNPq

**RESUMO**

O artigo analisa empiricamente uma singularidade relevante do mercado brasileiro: a dependência da formação dos preços e da taxa de juros no mercado secundário de títulos públicos (LTN e NTNF) em relação ao DI futuro, tida como uma “anomalia” do mercado. As variáveis utilizadas foram o *bid-ask spread* cotado e o volume negociado no mercado de títulos públicos e de DI futuro. O trabalho utiliza dois procedimentos: o método de Granger (1969), que testa a causalidade instantânea entre as variáveis, e o modelo de Geweke (1982) para testar a causalidade, simultaneidade e dependência linear entre as duas séries no tempo. Os resultados confirmam a hipótese inicial de que o *bid-ask spread* e o volume de títulos públicos têm forte dependência do *bid-ask spread* e do volume para contratos de DI futuro de mesmo vencimento, dependência devida à causalidade do mercado de DI futuro para o mercado de títulos públicos para a maioria dos vértices analisados, indicando que a taxa CDI é *benchmark* para a precificação dos títulos públicos. Uma possível explicação está nos fatores de microestrutura, que fazem com que esse mercado seja o mais conveniente para negociar risco de liquidez e de mercado.

Palavras-chave: Taxa de Juros DI Futuro, Títulos Públicos, Liquidez de Mercado

**ABSTRACT**

The paper analyzes empirically a singularity relevant market: the dependence of the formation of prices and interest rates in the secondary market for government securities (LTN and NTNF) compared to DI future, seen as an "anomaly" in the market. The variables used were the bid-ask spread quoted and traded in the public securities market and future DI. The paper uses two procedures: the method of Granger (1969), which tests the instantaneous causality between variables, and the Geweke model (1982) to test causality, simultaneity and linear dependence between the two time series. The results confirm the initial hypothesis that bid-ask spread and volume of public bonds have a strong dependence on the bid-ask spread and volume contracts for future DI of the same maturity, due to the dependence on market causality DI for future market bonds to most vertices analyzed in this research, indicating that the CDI is the benchmark for the pricing of bonds. A possible explanation lies in the microstructure factors that make this market the most convenient to negotiate risk and market liquidity.

Key-Words: Future Interest Rate, Public Bonds, Market Liquidity

ANPEC: Área 8 - Microeconomia, Métodos Quantitativos e Finanças

**JEL Classifications:** G12, G13, H63

1. **Introdução**

O artigo analisa empiricamente uma singularidade relevante do mercado brasileiro: a dependência da formação dos preços e da taxa de juros no mercado secundário de títulos públicos (LTN e NTNF) em relação ao DI futuro, tida como uma “anomalia” do mercado.

O Brasil apresenta uma singularidade na formação da taxa de juros prefixados para diversos prazos no mercado secundário, as curvas de DI futuro (depósito interbancário) são referências [[3]](#footnote-3) para a precificação de títulos públicos, e não o contrário, seria de se esperar, já que a presença de títulos de elevada liquidez no mercado à vista é que deveria desenvolver o mercado futuro. As LTNs e NTN-Fs são negociadas tendo como *benchmark* “pontos” sobre o DI futuro[[4]](#footnote-4). Essa peculiaridade do mercado brasileiro não é explicada pela literatura internacional e nem pelas experiências de mercados de países desenvolvidos. A discussão dessa peculiaridade do mercado brasileiro ganhou novo interesse diante dos comportamentos dos mercados no período de redução contínua da taxa Selic, em 2011 e 2012.

É consensual na literatura econômica que os mercados à vista e futuro estão fortemente relacionados. A existência do mercado à vista cria nos investidores a necessidade de transacionar no mercado futuro. Da mesma forma, a capacidade de realização de contratos futuros para se proteger contra a incerteza de taxa de juros amplia as negociações dos investidores no mercado à vista, o que contribui para reduzir os juros e os *spreads*. Além disso, uma vez que os contratos futuros são utilizados para realizar especulações sobre o comportamento da taxa de juros, os preços futuros são informativos sobre o nível das taxas de juros que deverá prevalecer no futuro. (Fleming e Sarkar, 1997).

Nos mercados mais desenvolvidos, a curva de rendimentos dos títulos públicos prefixados é a base de referência para todos os outros ativos de renda fixa, ou seja, o mercado de títulos públicos líquidos desenvolve o mercado futuro. No Brasil, isso só é válido para comparação dos títulos públicos com os títulos de renda fixa privados (por exemplo, debêntures)[[5]](#footnote-5).

O mercado brasileiro é diferente do resto do mundo neste aspecto porque o mercado futuro se desenvolveu primeiro, apresentando hoje uma liquidez superior à do mercado de títulos públicos, o que faz com que a curva de referência seja a curva do DI futuro – curva de juros da BM&F - e não a curva de juros do mercado de dívida pública. Isto sugere que, do ponto de vista do mercado, o governo brasileiro teria maior risco que o mercado privado, o que configura uma anomalia.

Apesar de todos os avanços no desenvolvimento de instrumentos que dinamizem o mercado e elevem a liquidez dos títulos públicos, ainda existe muito espaço para aderência ao mercado de títulos públicos para que a Selic se torne *benchmark* para os demais ativos de renda fixa.

O debate atual aposta numa substituição de *benchmark* do CDI pela Selic, por verificar o crescimento do uso de outros índices de referência para avaliar o desempenho das carteiras de renda fixa, tal como o IMA Geral, no cenário de queda da taxa de juros que prevaleceu até o começo de 2013. No entanto, com as expectativas de aumento da taxa de juros em função da pressão de subida da inflação nos três últimos meses, essa conquista tende a se reverter, uma vez que, o contrato *swap* DI contra taxa pré-fixada é um dos instrumentos mais líquidos do mercado brasileiro de renda fixa. Esse contrato apresenta características idênticas de um título *zero-coupon*. Além disso, são contratos registrados, tendo como contraparte central a BM&F Bovespa e, por isso, podem ser considerados livres de risco. Por todos esses fatores a estrutura a termo de taxa de juros no Brasil é obtida por outros instrumentos que não os títulos pré-fixados emitidos pelo governo. Isso faz com que algumas questões evolvendo a relação do mercado futuro e o mercado à vista que são discutidas na literatura internacional não tenha aplicação imediata no mercado brasileiro.

A negociação das LTNs (Letras do Tesouro Nacional) e NTN-Fs (Notas do Tesouro Nacional – série F) é casada com um derivativo de taxas de juros (DI Futuro, negociado na Bolsa de Mercadorias e Futuros – BM&F) para eliminar o risco de juros, por meio da compra de títulos acompanhada de uma operação de trava de juros no mercado futuro. A elevada liquidez do mercado de derivativos pode promover uma competição entre os dois instrumentos, resultando em diminuição da liquidez do mercado de títulos públicos “(...) Além disso, no caso específico do Brasil, a ampla utilização, pelo mercado, de títulos prefixados associados a um derivativo (que tem como objeto de negociação uma taxa *overnight*) perpetua a cultura, no mercado nacional, de negociar instrumentos com prazos mais curtos, uma vez que o *benchmark* de boa parte da indústria de fundos e de grande parte dos bancos comerciais é o CDI, esse instrumento é muito demandado em substituição às LFTs.” (Silva; Carvalho; Medeiros, 2009, p. 421).

Um dos atrativos destes contratos é o fato de não haver necessidade de entrega física de um título público ou privado. Trata-se de uma aposta no nível da taxa de juros futura que serve às mais complexas operações financeiras (Bessada, 1995). Outros fatores justificam essa preferência, tais como a elevada liquidez dos ativos, a credibilidade da *clearing* em que esses contratos são liquidados e a baixa necessidade de aportes financeiros para a execução da operação.

Os contratos futuros de DI, apesar de estarem ligados diretamente ao CDI, também podem representar o comportamento esperado na taxa Selic[[6]](#footnote-6). No caso de uma LTN, o fator de risco será a variação das taxas de juros para o prazo de vencimento do título, acompanhado do risco específico do emissor do título. Como o emissor é o governo federal, esse risco tende a ser muito próximo a zero. Nesse caso, pode-se dizer que tanto esse título como os contratos de juros futuros representam um único e mesmo fator de risco. No entanto, existe um *spread* entre as taxas CDI e Selic que não é explicável pelos exemplos internacionais. A taxa de juros é sistematicamente mais elevada no segmento com risco soberano e uma taxa de juros mais baixa nos empréstimos com risco privado.

Uma questão que emerge desse quadro é se essa condição especial do mercado brasileiro pode explicar a baixa liquidez do mercado secundário de títulos públicos. Outra questão ésobre a direção de causalidade entre os dois mercados, a saber: qual dos mercados lidera as negociações e a liquidez no mercado brasileiro, o mercado de títulos públicos ou o mercado futuro de DI? Existem *feedbacks* entre esses mercados? A relação causal é instantânea entre esses mercados? Ou ainda, os choques ou inovações ocorridos em um mercado afetam o outro mercado?

As iniciativas recentes do Tesouro Nacional de colocação de títulos prefixados com prazos mais longos, para criar uma curva de juros que sirva de *benchmark* para o mercado privado, ainda não foram capazes de tornar a curva de títulos públicos a referência para precificação dos demais ativos negociados no mercado. Atualmente, no Brasil a curva de DI futuro é a referência para a precificação de todos os ativos privados e também dos títulos públicos. Essa prática é tão predominante no mercado brasileiro, que recentemente o Tesouro Nacional divulgou a emissão de papéis prefixados (LTNs e posteriormente NTN-Fs) com vencimentos em datas coincidentes com as dos vencimentos dos contratos de juros no mercado futuro (meses de janeiro, abril, julho e outubro de cada ano), para elevar a liquidez e a demanda desses títulos, pois dessa forma é eliminado o risco de descasamento de prazos entre os dois papéis. Essa alteração permitiu ao investidor utilizar os derivativos de juros da BM&F para modificar seu ativo de prefixado para pós-fixado em CDI (LTN “casada”)[[7]](#footnote-7).

No Brasil, embora exista ampla literatura aplicada ao mercado de ações, a análise dessa possível inversão de causalidade entre as curvas DI e taxa de juros de vértices de títulos públicos e seus possíveis efeitos para a liquidez do mercado de dívida pública ainda é pouco explorada, apesar da relevância do problema, e há poucos trabalhos acadêmicos sobre o tema.

O trabalho utiliza duas metodologias para testar a causalidade e dependência da taxa de juros em relação ao DI futuro. A primeira se refere ao método proposto por Granger (1969), que tem como suposto que as informações relevantes para a previsão das variáveis estão contidas exclusivamente nos dados das séries temporais destas mesmas variáveis. A segunda metodologia, proposta por Geweke (1982), testa a dependência linear entre duas séries no tempo, medindo a causalidade entre as variáveis, tal como proposto por Granger (1969), e inclui uma medida de causalidade instantânea entre as variáveis.

A partir desse resultado, discute-se porque um título público é menos líquido que um contrato futuro com o mesmo vencimento, e se essa condição especial do mercado brasileiro pode explicar a baixa liquidez do mercado secundário de títulos públicos.

Além dessa introdução, o artigo tem mais cinco seções. A segunda seção apresenta o debate sobre as relações entre os mercados à vista e mercados futuros , enquanto a terceira seção traz a base de dados utilizada. A quarta seção expõe a análise de causalidade e simultaneidade e a quinta discute os resultados obtidos. A sexta seção, por fim, apresenta considerações finais.

1. O debate sobre as relações entre os mercados à vista e mercados futuros

Logo após a quebra da bolsa de Nova York, em 1987, alguns trabalhos foram realizados com o propósito de analisar os efeitos do mercado futuro no comportamento dos preços no mercado à vista. Destacam-se os trabalhos de Harris (1989), Bessembinder e Seguin (1992) e Brown-Hrusha e Kuserk (1995). Os autores realizaram análise de *cross-section* para estabelecer uma equação explicativa para o desvio-padrão dos preços. Os resultados mostraram que houve mudanças no padrão de volatilidade após a introdução do mercado futuro, e que isso se devia a maior liquidez e eficiência desse mercado quando comparado ao mercado à vista.

Outros trabalhos realizados por Jegadeesh e Subrahmanyam (1993) e Choi e Subrahmanyam (1994) analisaram os impactos no *bid-ask spread* do mercado à vista com a entrada do mercado futuro, porém, os resultados não foram conclusivos. O resultado mais interessante foi encontradao no trabalho realizado por Darrat e Rahman (1995). Os autores construíram um modelo dinâmico para estimar a volatilidade do mercado à vista de ações, considerando a influência de vários fatores, incluindo a volatilidade do mercado futuro. O resultado mostrou que a volatilidade do mercado de ações depende fortemente de modificações nas variáveis macroeconômicas, tais como, como a taxa de juros, do que da volatilidade do mercado futuro.

Na literatura internacional, merece destaque o trabalho de Fleming e Sarkar (1999), que estimaram várias medidas de liquidez para o mercado à vista e para o mercado futuro de Treasury dos Estados Unidos para o ano de 1993[[8]](#footnote-8). De acordo com esses autores, a relação entre os dois mercados depende do custo de transação. Se o custo de transação no mercado futuro é alto, os investidores podem relutar em comprometer fundos no mercado à vista. Se o mercado à vista tem custos de transação elevados, isso pode inibir as operações nesse mercado, e, por conseguinte, nos mercados futuros. Custos de transação incluem os custos diretos, como taxas de corretagem, e os custos indiretos, como baixa liquidez do mercado[[9]](#footnote-9). Os autores calcularam os custos de liquidez dos mercados à vista e futuro, durante um período comum para vários tipos de instrumentos do Tesouro[[10]](#footnote-10). Os achados dos autores mostram que, para ambos os mercados (à vista e futuro), a negociação é concentrada em instrumentos *on-the-run (*de emissão mais recente para uma determinada data de vencimento) e maturidades específicas – longa maturidade para os mercados futuros e demanda por títulos de curto prazo para o mercado à vista. A mediana encontrada do *bid-ask spread* é uniformemente menor para o mercado futuro do que no mercado à vista.

Domowitz e Madhavan (2003) analisaram a dinâmica estocástica da liquidez e sua relação entre retorno e volatilidade sobre os mercados futuros automáticos. Os resultados mostraram que há uma variação significante ao longo do tempo que não está correlacionada aos efeitos de tempo de calendário. Eles demostraram que essa dinâmica de liquidez afeta a estratégia de troca, em que, há maior concentração de volume negociado quando a liquidez é alta.

O trabalho de Capozza e Cornel (1978) compara o retorno no mercado à vista e futuro durante os primeiros 30 meses de negociação no mercado futuro de *Treasury Bill* no CME (Chicago Mercantil Exchange). O resultado do estudo destacou que o grande desvio de retorno entre os dois mercados havia persistido ao longo do período em análise. Concluem que a razão dessa diferença pode ser explicada pelo alto custo de arbitragem, pela existência de algum diferencial de risco entre os mercados, ou porque os *traders* nos dois mercados são distintos, sem sobreposição de grupo.

O trabalho de Galvão, Portugal e Ribeiro (2006) analisou a relação entre o mercado futuro e o mercado à vista no Brasil, objetivando observar o comportamento da volatilidade nesses mercados e inferir relações de causalidade. A ideia central é compreender como o corre a transmissão de informações ente os dois mercados e se o mercado futuro tem desestabilizado o mercado à vista quanto ao aumento da volatilidade. Para testar a causalidade entre os dois mercados foi utilizada a análise de correlogramas cruzados das volatilidades e um modelo GARCH bivariado. No entanto, os resultados não foram suficientes para afirmar que o mercado futuro cause instabilidade nos mercados à vista.

Piccoli e Galli (2009) apresentam um estudo comparativo de fatores de risco em carteiras de investimento. Para isso, foi simulada uma operação comum no mercado de fundos de investimento, a qual consiste na construção de uma “LFT sintética”, por meio de LTNs e de DIs futuros. Percebeu-se que em carteiras nas quais não há outro fator de risco dominante que não as taxas de juros, por exemplo, em carteiras de fundos referenciados em CDI, a construção de uma curva específica para LTNs e de outra para DIs pode resultar em diferenças relevantes na mensuração de riscos de mercado. Por outro lado, caso haja outro fator de risco dominante, como uma posição prefixada sem *hedge*, a construção de duas curvas diferentes não trará o benefício de uma maior precisão ao modelo. Os autores mostram também que, em estratégias de *hedge* por *duration,* o risco pode ser aumentado em relação ao *hedge* por vértices. Esse risco aumenta a ponto de a diferença de risco entre as duas curvas praticamente desaparecer. Os autores apresentam duas possíveis explicações para a diferença entre as curvas. A primeira é referente à possibilidade de os investidores atribuírem um risco distinto para LTNs e para contratos de DI futuro (e a diferença observada seria um reflexo dessa percepção distinta). Outra explicação é atribuída ao diferencial de critérios de marcação a mercado da ANDIMA e da BM&F. Neste caso, uma metodologia unificada poderia contribuir para tornar as operações de “LFTs sintéticas” menos voláteis, o que estimularia esse tipo de operação em fundos referenciados em CDI.

Ohanian e Eid Jr (2004) analisam as peculiaridades do risco de mercado das operações indexadas à taxa do CDI, no que se refere à sensibilidade do valor de mercado dessas operações às oscilações na curva de juros em reais (curva prefixada). Os resultados mostraram que essa sensibilidade varia em função de parâmetros como a taxa do CDI e o prazo da operação, além do nível de mercado da curva pré. Adicionalmente, os autores realizaram uma análise da estratégia de *hedge* dessas operações utilizando o contrato DI Futuro da BM&F. As conclusões mostram que, em determinadas condições, a taxa de CDI cria uma exposição gama - negativa às oscilações da taxa pré e, portanto, esse *hedge* deve ser rebalanceado de forma dinâmica.

Por fim, Cabral (2006), analisou algumas questões sobre a relação entre o mercado futuro e sobre o prêmio dos títulos públicos, assim como, a relevância dessas questões para a administração da dívida pública. Um resultado que merece destaque é que, o teste de causalidade de Granger a 95% de significância, mostrou que há precedência temporal no sentido taxa futura para taxa Selic à vista e não e no sentido inverso. Contudo, o trabalho analisou títulos de curto prazo, diferenciando-se do trabalho aqui proposto que procura analisar essa relação para títulos de maturidade longa.

1. Banco de Dados

As curvas de juros são estruturas a termo de taxas de juros, constituídas por diversos vértices (*i.e.* vencimentos). Os prazos de vencimentos de carteiras de títulos de renda fixa mudam diariamente (uma vez que se a carteira não for alterada, a cada dia que passa a *duration* dessa carteira é reduzida em um dia), por isso, a utilização de determinados vencimentos “padronizados” é recomendável para qualquer análise de comparação de evolução de volume e *bid* e *ask* entre os dois mercados (Piccoli & Galli, 2009).

A dívida pública federal interna pré-fixada é composta por dois tipos títulos: (i) as Letras do Tesouro Nacional (LTNs), títulos pré-fixados, sem pagamento de cupom de juros e de maturidades mais curtas (com prazos de referência de 3, 6, 12 e 24 meses) e (ii) as Notas do Tesouro Nacional série F (NTN-Fs), títulos pré-fixados, com pagamentos intermediários de juros e de maturidades mais longas (3, 5, 8 e 10 anos).

A estimação será feita para quatro vencimentos (vértices) distintos: LTN-11, LTN-13, NTNF-14 e NTNF-17, e os vencimentos de DI futuro com as mesmas *durations* dos títulos em análise[[11]](#footnote-11). A amostra consiste de dados diários dos vértices de vencimentos desses títulos (ou prazo, expresso em dias úteis). Os vencimentos de DI-Futuro para comparação com as LTNs têm os mesmos vencimentos, ou seja, 01/07/2011, 01/01/2013, uma vez que, tal como as LTNs o DI futuro não tem pagamento de cupom de juros. No caso das NTN-F-14 e NTN-F-17, por terem pagamento de cupom semestral de juros, foram calculados as respectivas *durations* dos títulos e selecionados os títulos de DI futuro de mesma *duration*. Sendo assim, o DI correspondente ao vencimento do título NTN-F-14 é o DI com vencimento em 01/01/2013 e para NTNF-17 o vencimento de DI futuro 01/01/2014.

O cálculo das *durations* seguiu a metodologia proposta por Macaulay (1938), em que a maturidade efetiva é obtida pela média ponderada dos prazos de pagamentos dos cupons, trazida a valor presente. A *duration* é definida como o prazo médio ponderado para o vencimento dos fluxos de caixa de um título. Os fatores de ponderação são os valores presentes de cada fluxo de caixa em termos percentuais do valor presente de todos os fluxos de caixa. A partir dessa abordagem é possível concluir que, a *duration* de um título sem cupom é igual ao seu prazo de vencimento (*time-to-maturity*). Ou seja, a maturidade efetiva é aquela que resulta em uma parcela única equivalente a todos os valores financeiros.

Tomando como referência janeiro de 2009 e trazida a valor presente, a maturidade da NTNF-17, titulo originalmente de 10 anos, corresponde a uma *duration* de 5,7 anos, o que corresponde ao DI futuro com vencimento em 01/01/2014. O mesmo cálculo foi realizado para a NTNF-4, que resultou numa duração de 8,1 semestres, tomando como referência as negociações a partir de jan. de 2009, o que representa uma maturidade média do título equivalente a 4,1 anos que corresponde ao DI futuro com vencimento em 01/01/2013.

As cotações utilizadas para os títulos públicos de NTN-Fs e LTNs foram obtidas na *Bloomberg* ereferem-seaos preços de fechamento dos negócios realizados em reais no mercado secundário de balcão de dívida pública no Brasil. A LTN 2011 foi emitida no dia 03 de julho de 2009. A LTN 2013 se inicia em 29/12/2009. As NTN-F-14 e NTN-F-17 foram emitidas no dia 01/01/2014 e 01/01/2017, respectivamente.

As séries de *bid-ask spread* dos títulos públicos foram construídos sinteticamente a partir de dados fornecidos pela *Bloomberg* referentes às cotações de fechamento do mercado e os dados de volume financeiro dos títulos públicos foram calculados multiplicando a quantidade de negócio do título, que é divulgado pelo boletim diário do BACEN, pelo seu preço médio do dia. As séries de cotações de preços e volume de DI futuro refrem-se também aos dados de fechamento do mercado e foram fornecidos pela BM&FBOVESPA publicados no boletim diário das negociações realizadas no mercado secundário. As séries de *bid-ask spread*  foram calculadas a partir dessas cotações de fechamento do mercado e cobrem o período de 02/01/2009 até 11/02/2011.

A medida de *bid-ask* *spread* utilizada nesse trabalho é o *bid-ask* *spread* cotado. Os *spreads* são calculados com base em dados diários para períodos de um dia e é medido pela diferença entre o *ask price* de fechamento e o *bid* *price* de fechamento do mercado para cada título da amostra, ao longo do tempo. Essa medida revela a diferença entre as cotações de compra e venda e reflete os custos de transação. Em termos relativos, conforme JORION (2000, 344), pode ser definido como segue:



onde: *St -* é o *bid-ask spread;* Pb→ *bid* (preço de oferta de compra); Pa → *ask* (preço de oferta de venda); *Pm -* o preço médio.

O uso do *bid-ask spread* no ponto médio das cotações se justifica quando o objetivo do estudo for a estimação do impacto no preço no longo prazo, ou a contribuição das trocas para a variância de preços; então o *bid-ask* no ponto médio é uma variável alternativa sensível ao preço. (Hasbrouck, 2007, pg. 90-91).

Dadas as caraterísticas das negociações do mercado brasileiro, em que aproximadamente 99% das transações com títulos públicos são feitas no mercado de balcão, não é possivel utlizar a medida de *bid-ask* *spread* no *intraday* (cotação a cotação). Com isso, o cálculo será feito com dados diários como já mencionado.

A seleção dos títulos pré-fixados e a escolha dos seus vencimentos obedeceram a três critérios: (i) Prazo – foram selecionados os títulos prefixados mais longos, no qual foram usados os títulos com referência em jan. de 2014 e jan. de 2017, que tiveram um volume de negócio considerável no período em análise; (ii) Participação na composição da dívida pública; (iii) Volume negócios definitivos no mercado secundário.

Uma característica dos contratos de DI é que a BM&F sempre abre para negociação quatro vencimentos consecutivos com espaçamento de um mês. Após esses prazos, são negociados os meses de janeiro, abril, julho e outubro, sendo os vencimentos com maior liquidez os de janeiro, seguidos pelos meses de julho e por último abril e outubro. O vencimento de cada contrato futuro de taxa de juros sempre ocorre no primeiro dia útil do mês de referência.

Durante o período em análise, alguns títulos apresentaram volume maior dos que os selecionados, mas têm baixa representatividade no estoque total da dívida pública. No entanto, dois títulos pré-fixados analisados neste artigo obedeceram aos três critérios durante o período em análise: as LTNs com vencimento em julho de 2011 e as NTNFs com vencimento em janeiro de 2017. Este último título, em especial, permanece como o papel com o maior volume financeiro negociado, representando um estoque em 2010 de R$ 44, 5 bilhões. (STN, 2010)

1. Análise de Causalidade e Simultaneidade

Os preços (*bid e ask*), a quantidade de negócios e o volume financeiro transacionado no mercado de DI futuro e no mercado à vista de títulos públicos estão de alguma forma correlacionados, por necessidade dos participantes de utilizar estratégias com combinações de DI futuro e títulos públicos prefixados, por *hedge* ou por alavancagem. Sendo assim, é de se esperar que o nível das atividades nos dois mercados esteja correlacionado, devendo ser constatada alguma relação entre as variáveis como: preços (*bid e ask*), quantidade de negócio e volume financeiro transacionado em cada mercado. Neste trabalho, optou-se por utilizar o volume finaceiro negociado e o *bid-ask spread*[[12]](#footnote-12) como as variáveis para verificar a causalidade entre as os dois mercados. A escolha da variável *bid-ask spread* tem o propósito verificar a direção de causalidade e a dependência entre as curvas de juros dos títulos públicos prefixados e as curvas de juros de DI futuro de mesma *duration* dos títulos públicos selecionados.

Foram utilizadas duas metodologias para testar causalidade entre as variáveis *bid-ask spread* e volume de NTNFs e LTNs contra *bid-ask spread* e volume DI futuro de mesma duration dos títulos prefixados em análise. A primeira (para variáveis estacionárias) refere-se ao método proposto por Granger (1969), que tem como suposto que as informações relevantes para a previsão das variáveis estão contidas exclusivamente nos dados das séries temporais destas mesmas variáveis. A segunda metodologia, proposta por Geweke (1982), testa a dependência linear entre duas séries no tempo, medindo a causalidade entre as variáveis, tal como proposto por Granger (1969), com inclusão de uma medida de causalidade instantânea entre as variáveis. A medida de dependência linear entre duas variáveis é dada pela soma das medidas de causalidade da segunda série para a primeira série (de 2→1), pela causalidade da primeira para a segunda série (1→2) e de causalidade instantânea/simultânea (1↔2). Esse último teste se diferencia do teste se causalidade de Granger (1969), na medida em que propõe uma medida de dependência e causalidade entre as séries, e pelos métodos de inferência de todas as medidas dos testes, como veremos nas especificações dos modelos a seguir.

**4.1- Teste de causalidade de Granger**

Uma vez que os contratos de DI futuro são instrumentos derivativos de títulos públicos e privados indexados a taxas de juros prefixadas ou pós-fixadas, utilizados na formação de estratégias de *hedge* contra possíveis oscilações inesperadas das taxas de juros, é de se esperar que o mercado à vista de títulos públicos cause – no sentido de Granger (1969) - o mercado de DI futuro, ou o contrário.

Para encontrar a direção dessa causalidade, o primeiro teste proposto foi um teste econométrico de causalidade de Granger. O teste indicará a direção de causalidade de Granger entre as séries de *bid-ask spread* e volume financeiro de negócio dos títulos públicos prefixados e de *bid-ask spread* e volume financeiro de DI futuro de mesma *duration* dos títulos públicos em análise.

A forma funcional deste teste pode ser expressa pelas estimativas das seguintes regressões:[[13]](#footnote-13)

 (1)

 (2)

Em que X e Y são variáveis a serem testadas, são os coeficientes das regressões a serem estimados;  são os resíduos que assumimos serem não correlacionados. A equação (1) supõe que valores correntes de X estão relacionados a valores passados do próprio X assim como a valores defasados de Y; a equação (2), por outro lado, postula um comportamento similar para a variável Y.

A significância da hipótese nula de causalidade será verificada por meio da realização do teste F de significância. Como a metodologia de Granger é muito sensível ao número de defasagens, podendo inclusive mudar a direção da causalidade quando o número de defasagens não é adequado, optou-se por testar será utilizado o critério de Schwarz (1978) para a escolha do tamanho ótimo das defasagens.

É testada a causalidade entre a evolução das séries de volume financeiro e o *bid-ask spread* dos títulos públicos prefixados (previamente selecionados) para volume financeiro e vértices de DI futuro de mesma *duration.* Sendo assim, consideramos oito possibilidades, a partir do estabelecimento de quatro hipóteses nulas.

1. A série de volume financeiro negociado no mercado DI futuro não Granger causa a série de volume financeiro negociado no mercado de títulos públicos prefixados em análise;
2. A série de volume financeiro de negociado no mercado à vista não Granger causa a série de volume negociado no mercado DI futuro;
3. Há bicausalidade ou simultaneidade entre as séries de volumes negociados nos dois mercados;
4. Há independência entre as séries de volumes negociados nos dois mercados.
5. A série de *bid-ask spread* de títulos públicos não Granger causa *bid ask spread* do mercado de DI futuro para cada *duration em análise*.
6. *A série de bid-ask spread* do mercado de DI futuro não Granger-causa *bid-ask spread* de títulos públicos;
7. Há bicausalidade ou simultaneidade entre as séries de *bid-ask spread* formados nos dois mercados;
8. Há independência entre as séries de *bid-ask spread* formados nos dois mercados;

O teste de causalidade de Granger (1969) nos diz se há precedência temporal entre duas séries, testando se valores defasados de uma variável melhoram as previsões da outra. Neste sentido, se um evento A causa um evento B, isso significa que o evento A precede temporalmente o evento B, mas o contrário não é verdade. Pode acontecer simplesmente que os dois eventos sejam altamente correlacionados, mas não tenham nenhuma relação de causalidade. Da mesma forma, esses resultados nos permitem identificar se as séries são independentes, porém não nos permitem saber qual é o grau de dependência e a dimensão das diversas direções de causalidade. Esse último teste, de acordo com Gewek (1982), é mais realista do que independência ou causalidade unidirecional. Por isso, estendemos a nossa análise testando o modelo proposto por Gewek (1982) de mensuração de dependência linear e feedbacks entre as séries de tempo.

**4.2- Causalidade, simultaneidade e dependência**

O teste de Gewek (1982) parte de um VAR de ordem k, descrito pela seguinte equação:

 (3)

O modelo pressupõe que as variáveis são estacionárias, com: . Por simplicidade o modelo proposto pode ser representado por um VAR com apenas duas variáveis de ordem 1 (uma única defasagem).

 (4)

Testa-se a hipótese nula de não causalidade entre as variáveis 1 e 2: A partir da formulação acima podemos testar se a variável X não Granger causa Y. Sabemos que X não Granger causa Y se , caso contrário, dissemos que Y Granger causa X se, . O teste também pode ser feito comparando as regressões 2 e 3 por. Da mesma forma, podemos verificar se Y não Granger causa X. Se  , podemos afirmar que Y não causa Y no sentido Granger. (Granger, 1968 e Hendry, 1995). Esta hipótese pode ser testada por meio da utilização da estatística de Wald e de razão de estimativa de máxima verossimilhança, com distribuição assintótica qui-quadrado. Adicionalmente, podemos veirificar a ausência de uma relação instantânea entre os dois processos, ou seja, testar a simultaneidade entre as variáveis seguindo o método apresentado por Gourieroux e Jasiak (2001). O ponto de partida é calcular a matriz de variância e covariância dos resíduos VAR de ordem 1 (equação 2), que tem a seguinte estrutura: 

O teste impõe restrição sobre a variância do termo 1,2 da matriz de variância e covariância dos resíduos do VAR. Testa se:



O teste de simultaneidade ou ausência de causalidade entre as duas variáveis também pode ser expresso da seguinte forma: Nós dissemos que Y não causa instantaneamente X se, e somente se, o melhor previsor linear de X dado por Y, e Yt-1, Xt-1 não depende de Yt. Esta hipótese pode ser expressa da seguinte forma equivalente:

   
Sob essa hipótese ambos os processos assumem um papel simétrico. Y não causa instantaneamente X se e somente se X não causa instantaneamente Y. Sabendo que, . A hipótese de ausência de relação linear entre Y e X é dada por:



Podemos também introduzir as regressões de cada série sobre suas próprias variáveis defasadas, representadas pelas seguintes equações:

 (5)

A expressão apresentada (5) é a nova expressão do VAR dado por (1), caso não seja encontrado simultaneidade entre as variáveis e nenhuma causalidade no sentido Granger em nenhum sentido. Decorre daí que a matriz de Variância é dada por:



Isso implica dizer que ao longo do tempo, as variáveis são explicadas apenas pelas suas variáveis defasadas, ou seja, variações verificadas no presente de cada série são explicadas apenas por sua história passada. O efeito de uma série em outra não tem nenhuma relevância. Neste sentido, a aplicação do VAR não tem relevância, porque não serve para explicar o comportamento das séries. Neste caso, o modelo resulta em dois processos autoregressivos sem nenhuma relação entre si. Isto implica dizer que se o VAT próposto no modelo for reduzido a um conjunto de processos autoregressivos sem correlação entre si significa que temos como hipótese nula um modelo em que não há qualquer relação entre as variáveis propostas, contra a hipótese alternativa de que há algum tipo de relação entre as variáveism, de simultaneidade nos choques e / ou causalidade de Granger em qualquer direção.

**4.3- Medidas de causalidade e procedimento dos testes**

A hipótese nula de não causalidade entre as variáveis pode ser realizada utilizando o teste de razão de verossimilhança (LR). A estatística do teste segue uma distribuição assintótica qui-quadrado com 1 grau de liberdade. O teste consiste em aceitar a hipótese nula (H0) se e rejeitar H0, caso contrário, ou seja, se . A estatística do teste é uma função das variâncias dos resíduos, que podemos representar por: .

Seguindo a estatística de razão de verossimilhança e a caracterização de várias hipóteses de causalidade em termos da variância dos resíduos, são propostos três testes para detectar a presença de causalidade simultaneidade entre as variáveis 1 e 2:

1. Medida de Causalidade da variável 1 para a variável 2):

 (6)

Medida de Causalidade de da variável 1 para a variável 2.

 (7)

1. Medida de causalidade Instantânea entre as variáveis 1 e 2: medida de simultaneidade dos erros

 (8)

Adicionalmente é proposta a estatística geral que conjuga as três hipóteses:

1. Medida de dependência entre as variáveis 1 e 2

 (9)

De acordo com Gourieroux e Jasiak (2001), as medidas acima admitem valores não negativos. Eles assumem valores iguais a 0 se e somente se a hipótese de não causalidade for satisfeita. A hipótese nula testa se os componentes são assintoticamente independentes, ou seja, testa-se a não causalidade entre as variáveis no caso do teste 1 e 2 e de não simultaneidade e não independência no caso do teste 3 e teste 4, respectivamente.

Para o exemplo utilizado até aqui, (um VAR com duas variáveis e com apenas uma defasagem, o teste quatro nos diz que, se observarmos , podemos rejeitar a hipótese nula de não dependência linear entre variáveis e aceitar a hipótese alternativa de alguma dependência linear entre as variáveis 1 e 2. Neste caso, pode-se diretamente verificar qual é o principal componente que está causando essa dependência ou detectar os componentes que não contribuem para essa relação linear.

Para o caso de um VAR de ordem p, a diferença da medida de dependência são os graus de liberdade da distribuição qui-quadrado que agora são dados pelo número de parâmetros restritos. O teste passa ser representado por: .

O procedimento do teste pode ser feito por meio de regressões padrões (VAR e MQO). É possível decompor a medida de causalidade unidirecional e encontrar a magnitude da causalidade ao lag fixado no VAR. Os lags são utilizados como variáveis explicativas no modelo de regressão linear de mínimos quadrados. As medidas de causalidade são estimadas substituindo as variâncias dos termos de erro pela variância dos resíduos dos modelos de regressão apropriados. Denotaremos por as variâncias dos resíduos para obter a seguinte expressão:

 (10)

Sob a hipótese nula  as estatísticas , ,  são assintoticamente independentes e têm a mesma distribuição qui-quadrado com grau de liberdade variando com o número de parâmetros restritos (p).  é assintoticamente independente e tem a distribuição qui-quadrada com 1 grau de liberdade. A estatística segue a distribuição quadrado com (2p+1) graus de liberdade.

Existem também outros testes para testar essas hipóteses, como o teste Wald e os multiplicadores de Lagrange (LM), que são assintoticamente equivalentes ao teste LR. Neste trabalho, no entanto, o teste utilizado é o de razão de máxima verossimilhança (LR).

Para a aplicação do modelo VAR, foi realizado inicialmente o teste de raiz unitária de Dickey-Fuller aumentado (ADF) para testar a estacionaridade das séries utilizadas, ou seja, testar se as propriedades das séries não são afetadas por uma mudança de origem de tempo. Além do teste ADF foi também realizado o teste de Phillips e Perron e KPSS.

Foi também realizado o procedimento padrão de escolha das defasagens para obter o melhor modelo do VAR para estimar a relação entre as variáveis, optando-se pela escolha do critério de Schwarz (SC) para obter a melhor informação de seleção. A intuição é que o *bid-ask spread* e volume negociado no mercado DI futuro explicaria a flutuação do *bid-ask spread* e volume de títulos prefixados (LTN e NTNF) de mesma *duration* negociado no mercado à vista.

1. Análise dos Resultados

**5.1- Teste de causalidade de Granger**

O teste de causalidade de Granger verifica a relação causal entre o *bid-ask spread* e volume negociado no mercado títulos prefixados (LTN2011 e LTN-2013 e NTNF-2014 e NTNF-2017) e mercado de DI Futuro de mesma *duration* dos títulos públicos em análise negociados no mercado à vista. Busca-se verificar se os valores correntes da variável *bid-ask spread* no mercado à vista é explicado pelo *bid-ask spread* do mercado futuro, tendo por base seus valores passados, ou o contrário. A hipótese nula do teste é que a variável *bid-ask spread* do mercado futuro não causa, no sentido Granger, a variável *bid-ask spread* do mercado à vista, ou vice versa. Isto significa que, ao rejeitar a hipótese nula, indicamos causalidade entre as variáveis[[14]](#footnote-14).

Para critério de rejeição / não rejeição da hipótese nula do teste de causalidade de *Granger*, foi considerado um valor crítico de 10%. Dessa forma, dado um *valor-p* menor do que o valor crítico deve-se rejeitar a hipótese nula. Caso contrário, não se rejeita a hipótese nula. Os resultados apresentados na tabela 1 indicam a relação de causalidade entre os mercados de títulos públicos prefixados (NTNF e LTN) e mercado futuro de DI para vencimentos de mesma *duration* dos títulos públicos selecionados na amostra para o período de jan. de 2009 a fev. de 2011, com exceção de LTN-13 que analisa o período de set de 2010 a março de 2011.

A tabela 1 apresenta os resultados dos testes de causalidade de Granger para as variáveis em análise. Para quatro dos oito testes realizados, a direção da causalidade de Granger é unidirecional de Futuro de DI para títulos públicos, a 10% de significância. Podemos verificar que para a relação entre LTN-13 e DI-13 e LTN-11 e DI-11, o *bid-ask spread* do mercado de DI futuro Granger causa *bid-ask spread* desses títulos e não o contrário. Da mesma forma, para volume verificamos que a relação causal é também unidirecional, ou seja, volume de negócio do mercado de DI futuro Granger causa volume financeiro no mercado de títulos pré-fixados para as LTNs e para NTNF14 e DI-13. Existe simultaneidade na relação entre *bid-ask spread* e volume para a relação entre NTNF-17 e DI-14 e causalidade unidirecional contrária para a relação de *bid-ask spread* de NTNF-14 e *bid-ask spread* de DI-14, ou seja, para apenas esse título, o teste mostrou que o *bid-ask spread* de DI-14 Granger causa *bid-ask spread* de NTNF-14.

Tabela 1: Teste de causalidade de Granger.



Fonte: elaboração própria.

Sabe-se, portanto, que o teste de causalidade de Granger é bastante sensível ao número de defasagens, o que interfere nos resultados apresentados. Alguns autores recomendam utilizar o maior número de defasagens possível. Para verificar isso, foram realizados também testes para duas, quatro, seis e oito defasagens, com o objetivo de verificar se o número de *lags* interfere nos resultados. Os resultados mostraram que para todas as defasagens, os resultados sugerem que a direção de causalidade ocorre somente para as séries de volume de DI-14 para NTNF-17, volume de DI-13 para NTNF-14 e para volume de DI-11 para volume de LTN-11. Para todas as demais séries, os resultados mudam com o número de defasagens. Para esse caso o critério de rejeição / não rejeição da hipótese nula do teste de causalidade de *Granger*, para essa análise foi considerado um valor crítico de 5%.

**5.2- Resultados dos testes de causalidade, simultaneidade e dependência entre as séries**

Essa seção apresenta e discute os resultados das estimações dos testes de causalidade e simultaneidade entre as variáveis: *bid-ask spread* e volume de títulos públicos prefixados selecionados (LTN-11, LTN-13, NTN-F17 e NTN-F14) e *bid-ask spread* e volume de DI futuro com vencimento de mesma duration desses títulos (DI-Futuro de taxa de juros julho-11, jan-13 e jan-14). Os resultados estão divididos por variável e por tipo de titulo. Primeiramente são apresentados os resultados para as séries de *bid-ask spread* de LTNs, seguidas pelas séries de volume. Os resultados são apresentados nas tabelas 2 e 3. Em seguida serão apresentados os resultados dos mesmos testes para as NTNFs e seus respectivos vencimentos no mercado de DI futuro, apresentados nas tabelas 4 e 5, respectivamente.

O teste 1, que avalia se há causalidade no sentido Granger de *bid-ask spread* dos títulos LTN-11, LTN-13, NTNF-14 e NTNF-17 para *bid-ask spread* de DI-Futuro de taxa de juros de jul-11, jan-13, jan-13 e jan-14. Em seguida avalia a causalidade para volume na mesma direção. O Teste 2 avalia se há causalidade de *bid-ask spread* de DI-Futuro de taxa de juros de jul-11, jan-13, jan-13 e jan-14 para *bid-ask spread* dos títulos LTN-11, LTN-13, NTNF-14 e NTNF-17. O mesmo teste é realizado para volume. O teste 3 avalia se há correlação simultânea entre os choques da equação de *bid-ask spread* dos títulos públicos e *bid-ask spread* de DI-futuro de vencimento de mesma duration dos títulos selecionados do VAR estimado. O teste 3 para volume mostra se há correlação simultânea entre os choques da equação do VAR estimado para volume. Por fim, o teste 4 apresenta se há presença de dependência linear entre as variáveis *bid-ask spread* e volume dos títulos prefixados selecionados para *bid-ask spread* e volume de DI-futuro para cada vencimento proporcional dos títulos em análise, ou seja, analisa as quatro hipóteses conjuntamente.

**A tabela 2 apresenta os resultados dos testes de causalidade de** *bid-ask spread* **para os títulos LTN13 e LTN-11 contra *bid-ask spread* de DI-Futuro-13 e DI-Futuro-11. O resultado do teste 1** rejeita a H0 de não causalidade entre *bid-ask spread* de DI futuro (sbadi11) e *bid-ask spread* de LTN-11( sbaltn11) a 4%, o que implica que *bid-ask spread* de DI-futuro Granger causa *bid-ask spread* de LTN-11. **O teste 2 apresenta fraca evidência de causalidade no sentido Granger entre as séries,** indicando que *bid-ask spread* não Granger causa *bid-ask spread* de LTN-11. O resultado do teste 3 nos diz que a hipótese H0 de não simultaneidade entre as variáveis não deve ser rejeitada, o que implica que não há simultaneidade entre o *bid-ask spread* de LTN11 e *bid-ask spread* de DI-Futuro-11. A **decomposição de causalidade sugere que há presença de dependência linear entre *bid-ask spread* de LTN-11 e *bid-ask spread* de DI-futuro de mesma *duration* a 8% de probabilidade de erro, o que pode ser explicado pela forte causalidade de *sbadi-11* para *sbaltn-11*. Ou seja, o teste conjunto das três hipóteses permite que haja rejeição de não dependência, contudo, a rejeição não é obtida ao nível de 5%, como mostra a tabela 2.**

As séries utilizadas na realização dos testes para LTN13 e DI-13 foram transformadas em log, para suavizar as flutuações. Os resultados mostram que há evidência de causalidade no sentido de Granger de *bid-ask spread* de DI-13 para *bid-ask spread* de LTN-13 ao nível de 5,7%, como pode ser visto no resultado do teste 1 apresentado na tabela 2. No entanto, os resultados dos testes 2 e 3 são mais fracos, indicando que rejeita-se a H0 de causalidade Granger de *bid-ask spread* de LTN-13 para *bid-ask spread* de DI-13 e que não há causalidade simultânea entre as duas séries. O teste 4 indica que evidência fraca de dependência linear entre *bid-ask spread* de LTN-13 e *bid-ask spread* de DI-13 ao nível de 30,8% de significância.

Os testes foram repetidos para o modelo VAR composto por volume negociado de LTN-11 e LTN-13 e para volume financeiro negociado no DI-13 DI-11, respectivamente. Os resultados apresentados na tabela 3 mostram que há forte evidência de causalidade de volume de DI-11 para volume de LTN-11 a 1% de significância e mostram fraca causalidade de volume de LTN-11 para volume de DI-futuro-11.

**Tabela 2: Testes de Causalidade e Simultaneidade: *bid-ask spread* de LTN-13 e LTN-11 contra *bid-ask spread* de DI-13 e DI-11, respectivamente.**



Fonte: elaboração própria

O teste 3 rejeita a H0 de não simultaneidade, indicando não causalidade instantânea entre as duas variáveis. O teste conjunto entre volume negociado de LTN-11 e volume negociado no DI-futuro tem p-valor de 0%, o que mostra que há presença de dependência linear entre os volumes negociados nos dois mercados, ou seja, o que também pode ser explicado pela forte influência do volume negociado de DI-Futuro para volume negociado de LTN-11. Os testes realizados para volume de LTN-13 e volume de DI-13, indicam que há uma evidência ao nível de 8,81% de causalidade de volume de DI-13 para volume de LTN-13, e baixa evidência de alguma relação entre as volume de LTN-13 e volume de DI-13 ao nível de significância de 43%, como mostra a tabela 3. Não há evidências de causalidade contrária e nem de correlação entre choques das duas equações, como mostram os resultados dos testes 2 e 3.

Quando passamos a analisar os testes para NTN-Fs os resultados apresentam alterações substancias. A tabela 4 apresenta os resultados da relação do *bid-ask spread* para as séries de LTNF-14 e LTNF-17 contra DI-14 e DI-13, respectivamente. Os testes de causalidade no sentido de Granger apresentam fraca evidência de causalidade em qualquer sentido, assim como de simultaneidade entre as séries. Não há evidência de causalidade entre sbantf17 e sbadi14 em qualquer direção, como mostra a tabela 4.

No entanto, quando realizado o teste de causalidade de Granger/Teste de Wald para exogeneidade[[15]](#footnote-15), que é assintoticamente equivalente ao teste LR, observamos que sbadi13 não Granger causa sbaltn14, mas sbltn14 é Granger causal para sbadi13, isto implica dizer que sbadi13 é influenciado por sbantnf14[[16]](#footnote-16). A hipótese nula é rejeitada quando sbantnf14 é dada como variável dependente. A hipótese nula é aceita quando sabadi13 é dada como variável dependente. Isso significa que sbantnf14 não é influenciada por sbadi13. O resultado, portanto, aponta uma relação de causalidade unilateral como mostra a tabela 5.

**Tabela 3: Testes de Causalidade e Simultaneidade: volume de LTN-13 e LTN-11contra volume de DI-13 e DI-11, respectivamente.**



Fonte: elaboração própria

Tabela 5: Testes de Causalidade e Simultaneidade: *bid-ask spread* de NTNF-17 e NTNF-14 contra *bid-ask spread* de DI-14 e DI-13, respectivamente.



Fonte: elaboração própria

A partir deste resultado, os quatro testes para o *spread* de NTNF-14 contra DI-13 foram repetidos, desta vez com duas defasagens no VAR. Os resultados apresentados na tabela 6 confirmam a causalidade de Granger de sbantnf14 para sbadi13 ao nível de 5% de significância. A evidência de causalidade reversa é fraca a 16,5% de significância, portanto, aceita H0 de não causalidade de Granger de sabdi13 para sbantnf14. O teste 4 apresenta rejeição no nível de significância de 2,1%, o que indica que há evidência de alguma dependência linear entre devido a causalidade de sbantf14 para sbadi13.

Tabela 5- Teste de Causalidade de Granger usando duas variáveis VAR(1)



Fonte: elaboração própria

Tabela 6: Testes de Causalidade e Simultaneidade: *bid-ask spread* de NTNF-14 contra *bid-ask spread* de DI-futuro de mesma duration (jan-13).

****

Fonte: elaboração própria

**A tabela 7 apresenta os resultados para volume de NTNF-17 e NTNF14 contra volume de DI-14 e volume de DI-futuro-13. O teste foi feito com as variáveis transformadas em log. Os testes apresentam uma relação causal muito fraca, com indicação de relação causal uniderecional de volume de DI para volume de NTNF14, porém 44,96% de significância. Os demais testes não apresentam resultados relevantes de algum tipo de relação causal entre as variáveis a pelo menos 10% de probabilidade.**

No entanto, o teste de causalidade entre volume de NTNF17 e volume de DI-1 há forte evidência de relação causal de voldi14 para volntnf17 a 1% de significância, como mostra o resultado do teste 1. O teste 4 indica a presença de alguma relação de dependência entre o volume de ntnnf17 e voldi13, ao nível de 2% de significância, que pode ser explicado pela causalidade de voldi14 para volntnf17.

Os resultados sugerem que os mercados de DI futuro e títulos públicos pré-fixados têm uma relação estatisticamente significativa para as relações de causalidade entre o preço ofertado de compra e o preço ofertado de venda e para volume financeiro negociados nos dois mercados. No entanto, os resultados não são suficientes para dizer que alterações na taxa de DI futuro em “cabeças” de semestres são os principais fatores que alteram a formação de taxa dos títulos públicos em análise; contudo, os resultados dos testes de causalidade e dependência mostram que há uma forte causação do mercado de DI futuro para o mercado de títulos públicos, em mais de 50% dos resultados dos testes realizados.

Tabela 7: Testes de Causalidade e Simultaneidade: volume de NTNF-14 e NTNF-17 contra volume de DI-14 e DI-17



Fonte: elaboração própria

O *bid-ask spread* e o volume negociado de alguns títulos, em especial as LTNs, são mais sensíveis às mudanças no mercado de DI futuro (vale dizer, quando mudam essas mesmas variáveis no mercado de DI). Não se pode fazer nenhuma inferência robusta quanto ao impacto do mercado de DI futuro para a liquidez do mercado de títulos públicos; no entanto, há fortes evidências de rejeição da hipótese nula de independência entre os mercados. Ao contrário, a dependência entre os dois mercados e a causação dessa dependência, verificada nos testes realizados no modelo proposto por Gewek (1982), comprova a existência do caso singular do mercado brasileiro enunciado na introdução desse ensaio, ou seja, a taxa do CDI e volume negociado no mercado de DI futuro causam a formação e volume de taxa dos títulos pré-fixados, e podem ser uma possível explicação para a baixa liquidez do mercado de títulos públicos e a dificuldade de formação de uma curva de juros a termo de títulos públicos que sirva de *benchmark* para os demais mercados. Adicionalmente, podem explicar a existência do *spread* existente entre as taxas do CDI e curva de juros dos títulos públicos, que geram discrepâncias entre os dois mercados.

O mercado futuro tende a ser mais volátil que o mercado de seu ativo-base por possuir menores custos de transação, que são essenciais para a liquidez do mercado, permitindo assim que exerça seus papéis econômicos de repartição de risco e previsão de preços. Cabe lembrar que a principal questão proposta neste trabalho consiste em verificar se o mercado futuro desestabiliza o mercado à vista. Concluímos então que a evidência de causalidade entre os mercados à vista e futuro do câmbio para o período estudado é que há uma forte causação do mercado de DI futuro para o mercado de títulos públicos.

1. **Considerações Finais**

Esse artigo analisou a relação causal entre *bid-ask spread* e volume negociado dos vértices (ou prazo, expresso em dias úteis) de vencimentos de títulos pré-fixados, NTN-F e LTN, e os vencimentos de mesma *duration* dos contratos de DI futuro.

A análise foi realizada por meio de testes de causalidade de Granger (1969) e causalidade e simultaneidade proposta por Geweke (1982) e apresentada por Gourieroux e Jasiak (2001). Esse último teste permite saber qual é o grau de dependência e a dimensão das diversas direções de causalidade, sendo, portanto, mais realista que independência ou causalidade unidirecional de Granger (1969).

Os resultados da análise empírica confirmam a hipótese inicial de que *bid-ask spread* e volume de títulos públicos possuem forte dependência *bid-ask spread* e volume para contratos negociados no mercado de DI futuro de mesmo vencimento, e que essa dependência é devida à causalidade do mercado de DI futuro para o mercado de títulos públicos para a maioria dos vértices analisados nesse trabalho, indicando que a taxa CDI e *benchmark* para a precificação dos títulos públicos. Mais ainda, os testes de causalidade realizados não fornecem uma base forte para a aceitação da hipótese de que a precificação nos mercados à vista é causada pela precificação nos mercados futuros.

Uma das explicações para essa causação do mercado de DI futuro para títulos públicos é devido a fatores de microestrutura, que fazem com que esse mercado seja o local mais conveniente para a negociação de risco de liquidez e de mercado desses títulos. Há mais três hipóteses que não foram exploradas nesse trabalho, mas que merecem destaque. A primeira hipótese é a de que o risco de crédito de títulos públicos no Brasil não é nulo – risco de crédito da BM&F é menor do que de títulos públicos, o que configura o que se chama nesse trabalho de “anomalia” do mercado brasileiro, uma vez que, na literatura econômica é consensual que o mercado de títulos possui o menor risco de crédito do mercado financeiro.

A segunda hipótese é que comprar título público no Brasil é muito mais caro quando comparado com a negociação de contratos no mercado futuro de taxa de juros futuro, ou seja, a alavancagem no mercado de títulos públicos é baixa. No mercado futuro de taxas de juros, a liquidação das posições dos participantes é feita pelas diferenças de ajustes, a exigência é de apenas depositar uma margem de garantia definida pela Bolsa de Mercadorias e Futuros. No caso do mercado de títulos públicos, é necessário ter reserva bancária para transacionar o título, o que pode induzir uma migração das operações envolvendo taxas de juros para os mercados futuros. Nos mercados mais desenvolvidos, como no mercado norte americano, a alavancagem é maior para títulos públicos.

Por fim, há mais um fator que caracteriza o mercado brasileiro, o fato de a taxa de juros de um dia no Brasil ser muito elevada, o que torna menos lucrativo a negociação com títulos públicos. A complicação maior é a que há uma crença de que se a taxa de juros cair a inflação vai subir muito, isso torna-se uma das principais restrições da queda dessa taxa, o que perpetua essa relação causal entre os dois mercados e a dificuldade do Brasil formar uma taxa a termo de taxa de juros de títulos públicos que sirva de *benchmark* para os demais mercados.

Estes resultados apontam no sentido de relativizar a necessidade de regulamentação sobre o funcionamento dos mercados futuros, como forma de reduzir uma possível transmissão de volatilidade para os mercados à vista. Desta forma, pode-se argumentar que o mercado futuro tem funções econômicas importantes de previsibilidade de preços e repartição de riscos. Essas funções dependem a liquidez e da abrangência do mercado. Por isso, o crescimento desse mercado, seja com relação ao volume de negociação, seja em relação a criação de novos produtos, é muito importante. Por outro lado, as oscilações no mercado são muito mais resultado de problemas econômicos do que de características inerentes do próprio mercado, uma vez que as modificações na volatilidade estão relacionadas com fatores exógenos. Dito de outra forma, a instabilidade nas políticas econômicas governamentais ou as modificações exógenas no volume de transações, são muito mais importantes para justificar oscilações nesses mercados do que uma possível instabilidade inerente ao mercado.

**7. REFERÊNCIAS**

Anthony, J. (1988, September). The interrelation of stock and options market trading-volume data. *Journal of Finance, 43*(4), 949-964.

Bhattacharya, M. (1987, March). Price changes of related securities: the case of call options and stocks. *Journal of Financial and Quantitative Analysis, 22*(1), 1-15.

Brotto, Gustavo J. (2009). *Estimação da curva de juros brasileira via estratégia de hedge: uma abordagem com precificação exata.* Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Economia da Faculdade Ibmec São Paulo.

Capozza, Denis R; Cornell, Bradford. “Treasury bill pricing en the spot and futures markets”. The Review of Economics and Statistics. *1979 The MIT Press.*

### Cunha, Jefferson; Costa Jr, Newton C. A. Influência e causalidade entre o mercado de ações e o mercado de opções: revisão de literatura e novos resultados. *Revista de Administração Contemporânea,* vol.10 no.1 Curitiba Jan./Mar. 2006, on-line version ISSN 1982-7849.

Fleming, M. and Sarkar, A., (1999), “Liquidity in U.S. Treasury Spot and Futures Markets,” Federal Reserve Bank of New York, Working paper

### Granger, C. W. J. (1969, August). Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica, 37*(3), 424-38.

### Geweke, John (1982). [Measurement of linear dependence and feedback between multiple time series](http://www.jstor.org/stable/2287238). *Journal of the American Statistical Association, 79, 304–324.*

Gourieroux, C. e J. Jasiak. Financial Econometrics. New Jersey: Princeton University Press. 2001 (Princeton Series in Finance)

Hendry, D. F. *Dynamic Econometrics*. Oxford: Oxford University Press. 1995

Ohanian, George; Eid Jr, William. “Operações indexadas ao percentual do CDI: precificação e hedge dinâmico usando o contrato DI futuro da BM&F”. mimeo, retirado de <http://www.williameid.com.br/pdf/precificacao_hedge_dinamico_em_opcoes_cdi.pdf>, acessado no dia 21/07/2010.

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

Silva, A. C.; Carvalho, Lena. O.; Medeiros, Otavio. L. (organizadores). *Dívida Pública: A experiência brasileira*. Secretaria do Tesouro Nacional, e Banco Mundial, Brasília, 2009.

Wang, George H. K; Yau, Jot. “Trading volume, bid-ask spread, and price volatility in futures markets”. Washington, DC 20581. Received: November 1999; Accepted: March 2000.

1. Agradecemos as críticas e sugestões de Marcos Eugênio da Silva (FEA/USP), Rogério Mori (FGV-EESP), Emerson Marçal (Mackenzie e FGV-EESP), Marcos Torres (BM&FBovespa) por ocasião da defesa da tese de doutorado na FGV-EESP. [↑](#footnote-ref-1)
2. ♦ As opiniões deste artigo não necessariamente expressam a visão do Ministério da Fazenda, nem mesmo da Secretaria de Política Econômica (MF-SPE). [↑](#footnote-ref-2)
3. O depósito interbancário - DI é um empréstimo interbancário de um dia. A taxa desse empréstimo, calculada pela Cetip, é a média das taxas de juros praticadas nos depósitos com prazo de um dia útil e que não envolvam instituições financeiras do mesmo grupo. [↑](#footnote-ref-3)
4. O derivativo conhecido como DI Futuro é um swap de taxa prefixada e DI de um dia. Ao comprar o derivativo (em taxa), o investidor fica com posição ativa em CDI e passiva em prefixado, e vice-versa no caso de venda. [↑](#footnote-ref-4)
5. Ver Tavares e Tavares (2009) in Silva; Carvalho; Medeiros. [↑](#footnote-ref-5)
6. Isso deriva da chamada “cultura” do DI, que é o principal parâmetro de rentabilidade financeira no Brasil, o que implica que as aplicações no mercado financeiro, mesmo as de prazo mais longo, são frequentemente comparadas com a taxa overnight. [↑](#footnote-ref-6)
7. Ver Pereira; Pedras; Gragnani (2009) in Silva; Carvalho; Medeiros [↑](#footnote-ref-7)
8. De acordo com os autores, a escolha do período de análise foi apenas por conveniência de acesso aos dados. [↑](#footnote-ref-8)
9. Aqui, a liquidez refere-se à capacidade dos investidores de realizarem um volume elevado de operações rapidamente e a baixo custo. [↑](#footnote-ref-9)
10. Os autores compararam as seguintes medidas de liquidez para o mercado à vista e futuro: volume de negociação, número de *traders*, número de negócio, número de *dealers*, e várias medidas de *bid-ask spread* (quotado, efetivo e realizado). [↑](#footnote-ref-10)
11. As LTNs - Letras Financeiras do Tesouro Nacional não têm pagamento de cupom, e as NTN-F - Notas do Tesouro Nacional – série F, com pagamento semestral de cupom de dez por cento ao ano. Geralmente a curva de juros pública é negociada com um prêmio acima da curva de juros privada. [↑](#footnote-ref-11)
12. *bid* é preço ofertado de compra e *ask* é o preço ofertado de venda. [↑](#footnote-ref-12)
13. Granger (1969). [↑](#footnote-ref-13)
14. Pelos testes de Dickey-Fuller aumentado (ADF), KPSS e teste de Phillips e Perron as séries aqui utilizadas não possuem raiz unitária. Os resultados não estão aqui reportados por conveniência, mas estão disponíveis sob solicitação. [↑](#footnote-ref-14)
15. O teste analisa se as defasagens das variáveis do VAR causam no sentido Granger qualquer outra variável e calcula a significância conjunta de cada variável endógena defasada para cada equação do VAR. [↑](#footnote-ref-15)
16. A hipótese nula é que os coeficientes são zero, ou seja, não há nenhuma causalidade de Granger. [↑](#footnote-ref-16)